

นิพนธ์ต้นฉบับ

ความปลอดภัยต่อระบบการหายใจและไหลเวียนโลหิตในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ฝึกหายใจ NU_spiroBreathe ในอาสาสมัครสุขภาพดี

จิรสิน วิวัฒน์มานิตสกุล,^{1,2} ประยุทธ์ ภูวรัตน์าวีวิธ,³ นินนาท ราชประดิษฐ์,⁴ และ วีระพงษ์ ชิดนอก^{1,2}

¹ภาควิชากายภาพบำบัด, ²หน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายและการฟื้นฟู คณะสหเวชศาสตร์,

³ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์, ⁴ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก

วัตถุประสงค์ อุปกรณ์ช่วยฝึกสมรรถภาพการหายใจ NU_spiroBreathe ได้มีการพัฒนาเพื่อนำมาใช้ในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาผลของการฝึกแบบเฉียบพลันต่อตัวแปรตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ ซึ่งสะท้อนถึงความปลอดภัยของการใช้งานในมนุษย์ เพื่อศึกษาการตอบสนองเฉียบพลันของตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ช่วยฝึกสมรรถภาพการหายใจ NU_spiroBreathe ในผู้ที่มีสุขภาพดี

วิธีการ ทำการศึกษาในอาสาสมัครเพศหญิงอายุ 20-30 ปี สุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัว และมีกิจกรรมทางกายระดับเบาถึงปานกลาง (n=9) ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU_spiroBreathe ด้วยแรงต้าน 10 เซนติเมตรน้ำ 10 ครั้งต่อชุด ทั้งหมด 3 ชุด ขณะพักก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึกนาน 30 นาที ทำการวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ (ความดันโลหิต อัตราชีพจร ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด) จากนั้นทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงด้วยสถิติ k-related sample Friedman test

ผลการศึกษา พบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU_spiroBreathe ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจก่อน ระหว่างการฝึก และหลังการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

สรุป การฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU_spiroBreathe ไม่มีผลต่อตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ แสดงถึงความปลอดภัยในการใช้สำหรับผู้ที่มีสุขภาพดี **เชียงใหม่เวชสาร 2564;60(1):53-62. doi 10.12982/CMUMEDJ.2021.05**

คำสำคัญ: การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ อุปกรณ์ช่วยฝึกสมรรถภาพการหายใจ อาสาสมัครสุขภาพดี ตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ

บทนำ

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (respiratory muscle training; RMT) เป็นเทคนิคการรักษาทางกายภาพ-

บำบัดที่สำคัญอย่างหนึ่งในการฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ที่มีปัญหากล้ามเนื้อหายใจอ่อนแรง เช่น ผู้ป่วย

ติดต่อเกี่ยวกับบทความ: วีระพงษ์ ชิดนอก, PhD., ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ จังหวัดพิษณุโลก 65000, ประเทศไทย

อีเมล: weerapongch@nu.ac.th

วันรับเรื่อง 29 มิถุนายน 2563, วันส่งแก้ไข 7 ตุลาคม 2563, วันยอมรับการตีพิมพ์ 14 ตุลาคม 2563



ภาวะวิกฤติ (1) ผู้ป่วยโรคหัวใจ (2-4) ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง (5-8) ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (9,10) ผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง (11) และผู้สูงอายุ (12-14) เป็นต้น การอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจอาจส่งผลให้เกิดภาวะแทรกซ้อนทางระบบทางเดินหายใจ ซึ่งมีผลกระทบระบบต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง (15-17) เช่น ประสิทธิภาพในการหายใจลดลง ส่งผลต่อการลดลงของความสามารถในการออกกำลังกายจากการแลกเปลี่ยนก๊าซที่บกพร่อง รวมถึงความบกพร่องในการระบายเสมหะที่คั่งค้าง ซึ่งอาจทำให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจได้ (18) การฝึกกล้ามเนื้อหายใจ สามารถช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ ส่งผลให้สมรรถภาพการทำงานของปอดที่ดีขึ้น (11,19-23) และเพิ่มความสามารถในการออกกำลังกาย (19,24,25) รวมถึงลดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจ (15,17) และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

โดยทั่วไป อุปกรณ์ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจที่ใช้ในปัจจุบัน ประกอบด้วย Threshold IMT® (Respironics®) Inspiratory Muscle Trainer (PORTEX®) POWERbreathe® และอุปกรณ์ฝึกหายใจที่ประดิษฐ์โดยนักวิจัยไทยคือ BreatheMAX® (22,23,26) นอกจากนี้ มีการพัฒนาและประดิษฐ์อุปกรณ์ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ NU_spiroBreathe โดย ประยุทธ์ ภูวรัตน์าวีวิธ และคณะ (อนุสิทธิบัตรสิ่งประดิษฐ์ เลขที่ 12019) เพื่อนำมาใช้ในการฟื้นฟูผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก สามารถวัดประสิทธิภาพของเครื่องมือได้จริง อุปกรณ์นี้ได้รับการทดสอบการใช้งานเบื้องต้น ผลการศึกษาพบว่าความสูงของระดับน้ำแปรผันตรงกับน้ำหนักถ่วงและแปรผันตรงกับความดันที่สร้างได้จากการหายใจ (27) แต่อุปกรณ์นี้ยังไม่ได้รับการศึกษาความปลอดภัยเมื่อนำไปใช้ฝึกกล้ามเนื้อหายใจในมนุษย์ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาความปลอดภัย

ของอุปกรณ์ดังกล่าวในผู้ที่มีสุขภาพดี เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้เป็นข้อมูลการศึกษาวิจัยต่อในผู้ที่มีภาวะต่าง ๆ เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง ผู้ป่วยหลังผ่าตัดหัวใจและทรวงอก เป็นต้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงแบบเฉียบพลันของตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจจากการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ด้วยอุปกรณ์ช่วยฝึกสมรรถภาพการหายใจ NU_spiroBreathe อาสาสมัครผู้ที่มีสุขภาพดี

วิธีการ

อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพการหายใจ NU_spiro-Breathe

อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพการหายใจ หรือ NU_spiroBreathe (รูปที่ 1) เป็นอุปกรณ์ที่ถูกประดิษฐ์และพัฒนาโดย ดร.ประยุทธ์ ภูวรัตน์าวีวิธ และคณะ เป็นอุปกรณ์รูปทรงกระบอกกลวงปลายปิด 2 ด้าน ปลายด้านบนถูกปิดด้วยฝาเกลียว และปลายด้านล่าง ปลายด้านล่างเจาะรูเพื่อสอดท่อลมแกนกลางสำหรับเป็นทางผ่านของลมหายใจ ต่อท่อลมแกนกลางด้วยสายยาง ต่อท่อเป่าปาก (mouthpiece) สำหรับฝึกหายใจเข้าและออก และภายในทรงกระบอกกลวงขึ้นนอก มีทรงกระบอกกลวงปลายเปิด 1 ด้านอีกชั้นหนึ่ง วางคว่ำครอบท่อลมแกนกลาง โดยที่บนทรงกระบอกกลวงชั้นนอกมีสเกลบอกระดับของน้ำที่ใช้เป็นแรงต้านในการฝึกหายใจ โดยทำงานด้วยหลักการแทนที่ปริมาตรอากาศในพื้นที่ว่าง และหลักการความดันของของเหลว โดยความดันของของเหลวจะขึ้นอยู่กับระดับความลึกและความหนาแน่นของของเหลว (เลขที่อนุสิทธิบัตร 12019) (27) อุปกรณ์ดังกล่าวได้ถูกทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์เบื้องต้น โดยถ่วงน้ำหนักไว้ที่ปลายของทรงกระบอกชั้นใน และอัดอากาศเข้าไปในอุปกรณ์ NU_



รูปที่ 1. อุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพการหายใจ NU_spiroBreathe

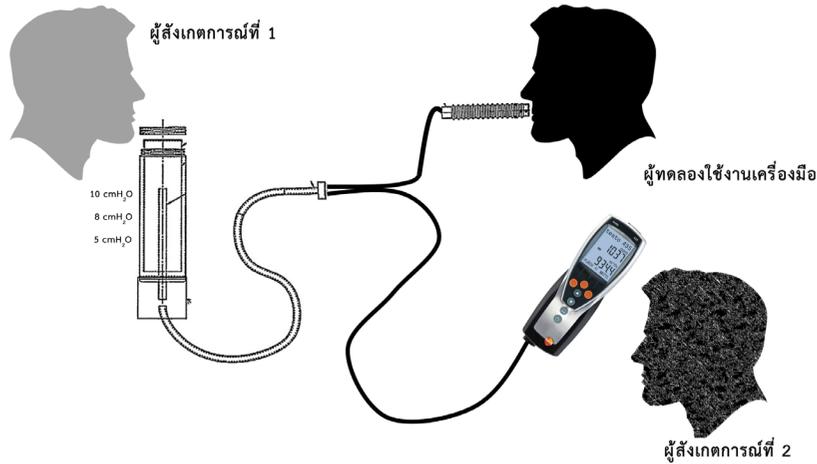
spiroBreathe จากนั้นทำการบันทึกค่าความสูงสุดท้ายของระดับน้ำก่อนที่ทรงกระบอกที่ถูกถ่วงน้ำหนักไว้จะขยับเคลื่อนที่ และนำความสูงของระดับน้ำที่ได้มาคำนวณแรงดันอากาศที่สร้างได้จากการออกแรงอัดอากาศ ซึ่งพบความสูงของระดับน้ำแปรผันตรงกับน้ำหนักถ่วงและแรงดันที่สร้างได้จากการอัดอากาศ

อุปกรณ์ NU_spiroBreathe ได้รับการอนุญาตให้ใช้สำหรับการวิจัยโดย ดร.ประยุทธ์ ภูวรรัดนา วิริธ และคณะ ประดิษฐ์อุปกรณ์ต้นแบบโดยใช้วัสดุที่ได้รับการรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรม ดำเนินการประดิษฐ์โดยช่างผู้ชำนาญงาน ใช้เครื่องมือช่างที่เป็นมาตรฐาน และมีการตรวจสอบคุณภาพการประดิษฐ์ก่อนนำไปวิจัยโดย 1) ตรวจสอบความแข็งแรง ตรวจสอบรอยแตก ความแน่นหนาของอุปกรณ์ จากการพิจารณาลักษณะโดยทั่วไปภายนอก และ 2) ตรวจสอบการรั่วของอากาศขณะใช้งานจริง โดยการอัดอากาศเข้าไปในอุปกรณ์ในปริมาณมากและต่อเนื่องในระหว่างที่เครื่องมืออยู่ใต้น้ำ จากนั้นสังเกตการรั่วของอากาศในอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ เครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพการประดิษฐ์ถูกนำไปทดสอบการใช้งานเสมือนจริง โดยวัดความดันที่สร้างได้จากการหายใจเข้าและหายใจออกทางปากผ่านอุปกรณ์ NU_spiroBreathe ในห้องปฏิบัติการ จำนวน 3 ค่า ได้แก่ 5, 8 และ 10 เซนติเมตรน้ำ จากนั้นตรวจสอบความตรงกันของค่าความดันที่

สร้างได้ เปรียบเทียบกับ digital pressure gauge meter (Testo 435-1-Multi-function climate measuring instrument) โดยค่าความดันที่วัดได้ตรงกันทุกครั้ง (n=100 ครั้ง) จึงถือว่าได้อุปกรณ์ NU_spiroBreathe ที่พร้อมสำหรับการทดสอบในอาสาสมัครสุขภาพดี แสดงดังในรูปที่ 2

ตัวชี้วัด

ติดตามตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจโดยทำการวัดขณะพักก่อนทำการฝึก พักระหว่างชุดของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (ทุกการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้า 10 ครั้ง) หลังการฝึกทันที และทุก ๆ 5 นาทีหลังการฝึกจนครบ 30 นาที โดยวัดประเมินความดันโลหิต (blood pressure; BP) ด้วย arm pressure cuff ของเครื่อง ติดตามสัญญาณชีพชนิดข้างเตียง (bedside monitor, Nihon Kohden Corporation, Japan) บันทึกค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic blood pressure; SBP) และค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (diastolic blood pressure; DBP) นำมาคำนวณค่า mean arterial pressure (MAP) ด้วยสูตร $MAP = DBP + 1/3 (SBP - DBP)$ (28) วัดประเมินอัตราการชีพจร (pulse rate; PR) และค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (pulse oxygen saturation; SpO₂) โดยใช้ pulse oximeter ของเครื่อง



รูปที่ 2. การตรวจสอบคุณภาพอุปกรณ์ NU_spiroBreathe ก่อนทำการวิจัย



รูปที่ 3. การวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ

ติดตามสัญญาณชีพชนิดข้างเดียว

การเก็บข้อมูลวิจัย

อาสาสมัครเป็นเพศหญิงสุขภาพดี จำนวน 9 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกคือ เพศหญิง อายุ 20-30 ปี มีค่าสัญญาณชีพอยู่ในช่วงปกติ ไม่มีโรคประจำตัวทางระบบทางเดินหายใจทั้งในระยะเฉียบพลันและระยะเรื้อรัง สามารถให้ความร่วมมือในการฝึกสมรรถภาพการหายใจ และสามารถทำความเข้าใจกระบวนการในการฝึกและการทำวิจัยได้ และมีค่าดัชนีมวลกาย (body mass index; BMI) อยู่ในเกณฑ์ปกติ (18.5-23.0 กิโลกรัมต่อตารางเมตร) (29) เกณฑ์คัด

ออก คือ ผู้ที่ไม่สามารถสื่อสารได้ ผู้ที่มีข้อห้ามหรือข้อควรระวังของการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจและการฝึกกล้ามเนื้อหายใจ (30) และผู้ที่มีกิจกรรมทางกายระดับปานกลางมากกว่า 150 นาทีต่อสัปดาห์ และ/หรือ มีกิจกรรมทางกายระดับหนักมากกว่า 75 นาทีต่อสัปดาห์น้อยกว่า 150 นาทีต่อสัปดาห์ จากการวัดด้วยแบบสอบถามเรื่องการเคลื่อนไหวร่างกายระดับสากลชุดสั้นฉบับภาษาไทย (Thai version of International Physical Activity Questionnaire Short Form: IPAQ-SF) (31) จำนวนของอาสาสมัครได้ถูกกำหนดขึ้นจากการนำผลการศึกษาของ Hart และคณะ (32) มาคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยโปรแกรม G*Power 3.1.9.2 (ค่า $\alpha = 0.05$, $\beta = 0.80$, effect size = 1.44) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 9 คน

อาสาสมัครได้รับฟังคำอธิบายเกี่ยวกับขั้นตอนการศึกษาวิจัยโดยละเอียดและลงนามแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย การวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร หมายเลขโครงการ NU-IRB 0013/62 หลังจากอาสาสมัครลงนามแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ผู้วิจัยทำการคัดกรองอาสาสมัครตามเกณฑ์คัดเลือกและเกณฑ์คัดออก หลังจาก



รูปที่ 4. การฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วย NU_spiroBreathe

อาสาสมัครผ่านการคัดกรองแล้ว อาสาสมัครได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ NU_spiroBreathe (รูปที่ 4) ระดับแรงต้าน 10 เซนติเมตรน้ำ ซึ่งเป็นระดับแรงต้านสูงสุดที่อุปกรณ์ต้นแบบสามารถปรับได้ โดยการฝึกกล้ามเนื้อหายใจระดับแรงต้านดังกล่าวถือว่าการฝึกความหนักต่ำ จากผลการศึกษาของ Kawachi และคณะ เกี่ยวกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าความหนักต่ำ ร่วมกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยที่มีภาวะหัวใจล้มเหลว พบว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าระดับความหนักต่ำร่วมกับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจ (33) ให้อาสาสมัครถืออุปกรณ์ NU_spiroBreathe อยู่ในระดับสายตา จากนั้นเริ่มทำการสูดหายใจเข้าช้า ๆ ผ่านท่อชุดที่ปลายสายยางที่ต่อกับอุปกรณ์จนได้ระดับน้ำด้านในขวดใบเล็กที่ 10 เซนติเมตรน้ำ จากนั้นหายใจออกช้า ๆ จนระดับน้ำกลับมายู่ที่ตำแหน่งเดิม ทำซ้ำ 10 ครั้งต่อชุด ทำ 3 ชุด พักระหว่างชุดการฝึก 1 นาที ในขณะที่ก่อนฝึก ระหว่างฝึก และหลังฝึกทุก ๆ 5 นาที จนถึงนาทีที่ 30 อาสาสมัครได้รับการวัดประเมินตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ (SBP, DBP, MAP, PR, SpO₂) ด้วยเครื่องติดตามสัญญาณชีพชนิดข้างเดียว 10 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา แสดงค่าตัวแปรเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบข้อมูลทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบการวัดตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจก่อนการฝึก ขณะฝึก และหลังการฝึกโดยใช้สถิติ k-related sample Friedman test แสดงค่าตัวแปรเป็นค่ามัธยฐานและค่าพิสัยควอไทล์ โดยกำหนดช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% และกำหนดค่าระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

อาสาสมัครเพศหญิงสุขภาพดี จำนวน 9 คน อายุ 22 ± 3 ปี มีค่าดัชนีมวลกาย 21.33 ± 1.65 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และมีกิจกรรมทางกายระดับเบา 45 ± 52.68 นาทีต่อสัปดาห์ และกิจกรรมทางกายระดับปานกลาง 6.67 ± 20.0 นาทีต่อสัปดาห์ ได้รับการฝึกกล้ามเนื้อหายใจโดยใช้อุปกรณ์ NU_spiroBreathe และวัดประเมินตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ ได้แก่ ความดันโลหิต ความดันเลือดแดงเฉลี่ย อัตราชีพจรและความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดง ก่อนการฝึก ขณะฝึก และหลังการฝึก เมื่อทำการทดสอบความแปรปรวนของตัวแปรที่ถูกวัดซ้ำตลอดช่วงเวลาของการทดลองพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 1)

วิจารณ์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU_spiroBreathe ต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางระบบไหลเวียน

ตารางที่ 1. การตอบสนองของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจต่อตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ

ตัวแปรที่วัด	ก่อนฝึก	หลังฝึก ชุดที่ 1	หลังฝึก ชุดที่ 2	หลังฝึก ทันที	หลังฝึก 5 นาที	หลังฝึก 10 นาที	หลังฝึก 15 นาที	หลังฝึก 20 นาที	หลังฝึก 25 นาที	หลังฝึก 30 นาที	p-value*
SBP (mmHg)	103 (14)	103 (17)	102 (11)	103 (12)	106 (7)	106 (9)	103 (13)	104 (13)	112 (8)	105 (10)	0.05
DBP (mmHg)	66 (7)	68 (13)	63 (14)	65 (7)	64 (8)	67 (13)	64 (9)	63 (11)	63 (14)	65 (8)	0.31
MAP (mmHg)	78.0 (3.8)	83.3 (11.5)	77.0 (10.7)	76.3 (8.5)	78 (7.3)	78.7 (11)	77.7 (5.8)	75.3 (10.8)	77.3 (4.3)	77.0 (7.3)	0.77
PR(BPM)	74 (20)	77 (20)	72 (20)	75 (15)	73 (19)	78 (18)	75 (14)	71 (15)	79 (17)	75 (15)	0.08
SpO2(%)	99 (3)	97 (3)	98 (2)	97 (4)	98 (2)	98 (2)	98 (3)	99 (2)	98 (2)	99 (1)	0.37

หมายเหตุ แสดงผลเป็น ค่ามัธยฐาน(ค่าพิสัยคลอไทล์)

*ค่า p-value ที่ได้จากการทดสอบด้วยสถิติแบบ k-related sample Friedman test ซึ่งเป็นภาววิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลที่ถูกจัดลดการทดสอบ

โลหิตและทางเดินหายใจในผู้ที่มีสุขภาพดี โดยตัวแปรที่ทำการศึกษาคือค่าความดันโลหิต อัตราชีพจร และค่าความอึดตัวของออกซิเจนในเลือด ซึ่งพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าดังกล่าวในช่วงทำการฝึก แสดงให้เห็นว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจโดยใช้อุปกรณ์ NU_spiro-Breathe มีความปลอดภัยต่อระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจขณะทำการฝึก การศึกษานี้เป็นการศึกษาแรกที่ศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ฝึกสมรรถภาพหายใจหรือ NU_spiroBreathe ที่เป็นรูปแบบของการทดลองในมนุษย์ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดต้นทุนในการฟื้นฟูสมรรถภาพปอดด้วยการฝึกกล้ามเนื้อหายใจในผู้ป่วยที่มีปัญหาเกี่ยวกับการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจ เช่น ในผู้ป่วยหลังผ่าตัดทรวงอก ผู้ป่วยภาวะวิกฤติ

จากการศึกษาของ Tonella และคณะ ได้ศึกษาผลการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรระบบทางเดินหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตในผู้ป่วยที่เจาะคอใส่เครื่องช่วยหายใจ และเปรียบเทียบกับผู้ป่วยที่ใช้ intermittent nebulization program ในกระบวนการหยาเครื่องช่วยหายใจ ในขณะที่ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจมีการวัดติดตามตัวแปรระบบทางเดินหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตตลอดการฝึก วัดค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุด ประเมินจำนวนวันที่ใช้เครื่องช่วยหายใจและระยะเวลาที่ใช้ในการหยาเครื่องช่วยหายใจ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรระบบทางเดินหายใจและระบบไหลเวียนโลหิตในช่วงของค่าปกติในขณะที่ผู้ป่วยฝึกกล้ามเนื้อหายใจ ในกลุ่มที่ทำการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้ามีค่าแรงดันหายใจเข้าสูงสุดหลังการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และใช้ระยะเวลาในการหยาเครื่องช่วยหายใจที่สั้นกว่าผู้ป่วยที่ใช้ intermittent nebulization program สรุปได้ว่าการฝึกกล้ามเนื้อหายใจมีความปลอดภัย ไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อตัวแปรระบบ

ทางเดินหายใจและระบบไหลเวียนโลหิต สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้า และทำให้ผู้ป่วยสามารถหย่าเครื่องช่วยหายใจในระยะเวลาที่สั้นลง (34) และจากการศึกษาของ Chuachan และคณะ ทำการศึกษาผลการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วยอุปกรณ์ฝึกหายใจ BreatheMAX® ต่อการทำงานของปอดและหัวใจ ในผู้ป่วยที่พึ่งเครื่องช่วยหายใจ พบการฝึกกล้ามเนื้อหายใจเข้าด้วย BreatheMAX® มีความปลอดภัย ไม่มีผลเสียต่อการเปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ (23) ในการศึกษาที่ศึกษาในประเด็นด้านความปลอดภัยของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU_spiroBreathe ในผู้ที่มีสุขภาพดี แต่ยังไม่ได้ทำการศึกษาความปลอดภัยของการฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU_spiroBreathe จึงควรทำการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับประสิทธิผล เช่น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในอาสาสมัครสุขภาพดี และศึกษาประเด็นด้านความปลอดภัยเมื่อนำอุปกรณ์ NU_spiroBreathe ไปประยุกต์ใช้กับผู้สูงอายุ และผู้ป่วยภาวะต่าง ๆ ที่มีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อหายใจ และมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนระบบทางเดินหายใจ เช่น ผู้ป่วยหลังผ่าตัดทรวงอก ผู้ป่วยที่ใช้เครื่องช่วยหายใจ เป็นต้น

สรุป

การฝึกกล้ามเนื้อหายใจด้วยอุปกรณ์ NU Spiro Breath ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางระบบไหลเวียนโลหิตและทางเดินหายใจ แสดงให้เห็นว่ามีความปลอดภัยในการฝึกกล้ามเนื้อหายใจสำหรับผู้ที่มีสุขภาพดี

จริยธรรมในงานวิจัย

การวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เมื่อวันที่ 10 เมษายน 2562 หมายเลขโครงการ NU-IRB 0013/62

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยและให้ความสะดวกด้านสถานที่ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้อนุเคราะห์ทำการตรวจสอบคุณภาพการประดิษฐ์ ก่อนใช้ทดสอบในอาสาสมัครสุขภาพดี และงานกายภาพบำบัด กลุ่มงานเวชกรรมฟื้นฟู โรงพยาบาลพุทธชินราช สำหรับการอนุเคราะห์เครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูลวิจัย

ทุนสนับสนุน

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยจาก คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผลประโยชน์ทับซ้อน

คณะผู้วิจัยไม่มีความขัดแย้งหรือผลประโยชน์ทับซ้อนที่อาจเกิดขึ้นเกี่ยวกับการวิจัย การประพันธ์หรือการตีพิมพ์บทความนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Vorona S, Sabatini U, Al-Maqbali S, Bertoni M, Dres M, Bissett B, et al. Inspiratory muscle rehabilitation in critically ill adults a systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc.* 2018;15:735–44.
2. Cordeiro ALL, Melo TA de, Neves D, Luna J, Esquivel MS, Guimarães ARF, et al. Inspiratory muscle training and functional capacity in patients undergoing cardiac surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2016;31:140–4.
3. Zeren M, Demir R, Yigit Z, Gurses HN. Effects of inspiratory muscle training on pulmonary function, respiratory muscle strength and functional capacity in patients with atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2016;30:1165–74.
4. Mundada N, Retharekar S. Effect of respiratory muscle training as an adjunct to conventional therapy in phase I cardiac rehabilitation for median sternotomy patients. *Int J Ther Rehabil Res.* 2016;5:224–33.
5. Menezes KK, Nascimento LR, Ada L, Polese JC, Avelino PR, Teixeira-Salmela LF. Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review. *J Physiother.* 2016;62:138–44.
6. Chen PC, Liaw MY, Wang LY, Tsai YC, Hsin YJ, Chen YC, et al. Inspiratory muscle training in stroke patients with congestive heart failure: A CONSORT-compliant prospective randomized single-blind controlled trial. *Med Baltim.* 2016;95:e4856. doi: 10.1097/MD.0000000000004856.
7. Menezes KKP, Nascimento LR, Polese JC, Ada L, Teixeira-Salmela LF. Effect of high-intensity home-based respiratory muscle training on strength of respiratory muscles following a stroke: a protocol for a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther.* 2017;21:372–7.
8. Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, Coskun O. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010;24:240–50.
9. Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J.* 2011;37:416–25.
10. Lotters F, van Tol B, Kwakkel G, Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J.* 2002;20:570–7.
11. Ferreira GD, Costa AC, Plentz RD, Coronel CC, Sbruzzi G. Respiratory training improved ventilatory function and respiratory muscle strength in patients with multiple sclerosis and lateral amyotrophic sclerosis: systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy.* 2016;102:221–8.
12. Albuquerque IM de, Rossoni CS, Cardoso DM, Paiva DN, Fregonezi G. Effects of short inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength and functional capacity in physically active elderly: A quasi-experimental study. *Eur J Physiother.* 2013;15:11–7.
13. Souza H, Rocha T, Pessoa M, Rattes C, Brandao D, Fregonezi G, et al. Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014;69:1545–53.
14. Pereira FD, Batista WO, Fuly P dos SC, Alves Junior E de D, Silva EB da. Physical activity and respiratory muscle strength in elderly: a systematic review. *Fisioter Em Mov.* 2014;27:129–39.
15. Menezes KK, Nascimento LR, Ada L, Polese JC, Avelino PR, Teixeira-Salmela LF. Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review. *J Physiother.* 2016;62:138–44.
16. Chen PC, Liaw MY, Wang LY, Tsai YC, Hsin YJ, Chen YC, et al. Inspiratory muscle training in stroke patients with congestive heart failure: A CONSORT-compliant prospective randomized single-blind controlled trial. *Med Baltim.* 2016;95:e4856.
17. Nepomuceno BRV, Barreto M de S, Almeida NC, Guerreiro CF, Xavier-Souza E, Neto MG.

- Safety and efficacy of inspiratory muscle training for preventing adverse outcomes in patients at risk of prolonged hospitalisation. *Trials*. 2017;18:1–8.
18. Crisafulli E, Costi S, Fabbri LM, Clini EM. Respiratory muscles training in COPD patients. *Int J COPD*. 2007;2:19–25.
 19. Zeren M, Demir R, Yigit Z, Gurses HN. Effects of inspiratory muscle training on pulmonary function, respiratory muscle strength and functional capacity in patients with atrial fibrillation: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2016;30:1165–74.
 20. Gosselink R, De Vos J, van den Heuvel SP, Segers J, Decramer M, Kwakkel G. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence? *Eur Respir J*. 2011;37:416–25.
 21. Leelarungrayub J, Pinkaew D, Yankai A, Chautrakoon B, Kuntain R. Simple artificial training device for respiratory muscle strength and lung volumes in healthy young male and female subjects: A pilot study. *J Bodyw Mov Ther*. 2017;21:995–1002.
 22. Jones C, Laoakka T, Boonsawat W. Inspiratory muscle training increases elevated arm exercise endurance but not 6-minute walk distance in the elderly. *Thai J Phys Ther*. 2006;28:23–34.
 23. Chuachan S, Reechaipichitkul W, Jones C. Effects of inspiratory muscle training using a new breathing device (BreatheMAX) for 7 days in patients with mechanical ventilator dependence: a pilot study of randomized controlled trial. *J Med Tech Phy Ther*. 2011;23:165–76.
 24. Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, Coskun O. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2010;24:240–50.
 25. Albuquerque IM de, Rossoni CS, Cardoso DM, Paiva DN, Fregonezi G. Effects of short inspiratory muscle training on inspiratory muscle strength and functional capacity in physically active elderly: A quasi-experimental study. *Eur J Physiother*. 2013;15:11–7.
 26. Kluayhomthong S, Khrisanapant W, Jones C. Effectiveness of a new breathing device ‘BreatheMAX®’ to increase airway secretion clearance in patients with ventilatory dependence. *J Med Tech Phy Ther*. 2011;23:95–108.
 27. Poowaruttanawiwit P, Thipsalid K, Angsupachoti P, Rachapradit N, Sayasathid J, Chidnok W, et al. The development of low cost positive end-expiratory pressure device for post cardiothoracic surgery patient. In: National Research Council of Thailand, editor. Thailand Research Symposium 2016. Bangkok: National Research Council of Thailand; 2016. p. 143–52. [in Thai]
 28. DeMers D, Wachs D. Physiology, Mean Arterial Pressure. *StatPearls: StatPearls Publishing*; 2019.
 29. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet*. 2004;363:157–63.
 30. McConnell A. Respiratory muscle training: Theory and practice. Churchill: Livingstone; 2013. p. 256.
 31. Rattanawiwatpong P, Khunphasee A, Pongursorn C, Intarakamhang P. Validity and reliability of the Thai version of Short Format International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). *J Thai Rehabil Med*. 2006;16:147–60.
 32. Hart N, Sylvester K, Ward S, Cramer D, Moxham J, Polkey MI. Evaluation of an inspiratory muscle trainer in healthy humans. *Respir Med*. 2001;95:526–31.
 33. Kawauchi TS, Umeda IK, Braga LM, Mansur A de P, Rossi-Neto JM, Guerra de Moraes Rego Sousa A, et al. Is there any benefit using low-intensity inspiratory and peripheral muscle training in heart failure? A randomized clinical trial. *Clin Res Cardiol*. 2017;106:676–85.
 34. Tonella RM, Ratti L, Delazari LEB, Junior CF, Da Silva PL, Herran A, et al. Inspiratory muscle training in the intensive care unit: a new perspective. *J Clin Med Res*. 2017;9:929–34.

Cardiorespiratory safety of respiratory muscle training using NU_spiroBreathe in healthy subjects

Wiwatmanitsakul J,^{1,2} Poowaruttanawiwit P,³ Rachapradit N⁴ and Chidnok W^{1,2}

¹Department of Physical Therapy, ²Exercise and Rehabilitation Sciences Research Unit, Faculty of Allied Health Sciences, ³Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University

Objectives This study investigated responses of cardiorespiratory parameters of healthy subjects from respiratory muscle training using a NU_spiroBreathe device.

Methods Nine healthy female subjects with sedentary lifestyles were asked to perform respiratory muscle training using a NU_spiroBreathe device with 10 cmH₂O resistance (10 repetitions/set, 3 sets). Cardiorespiratory parameters (blood pressure; pulse rate; oxygen saturation) were assessed before and during respiratory muscle training sessions and after a 30-minute recovery period. The data were analyzed using the k-related sample Friedman test.

Results There were no significant changes in cardiorespiratory parameters before, during or after a 30-minutes recovery period from respiratory muscle training using NU_spiroBreathe device ($p > 0.05$).

Conclusions Respiratory muscle training using an NU_spiroBreathe device does not change cardiorespiratory parameters and is safe for use by healthy subjects. **Chiang Mai Medical Journal 2021; 60(1):53-62. doi 10.12982/CMUMEDJ.2021.05**

Keywords: respiratory muscle training, NU_spiroBreathe, healthy subjects, cardiorespiratory parameters