

นิพนธ์ฉบับ

การประเมินฟองอากาศขนาดเล็กในหลอดเลือดด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงในเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ให้การดูแลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

ธนวัฒน์ ศุภนิตยานนท์*, พรชัย ลิทธิศรีณกุล**, ธนวัฒน์ ชัยกุล*, พัฒนชัย เกลิมวรณ***

บทคัดย่อ

- บทนำ:** การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความกดดันแฝงจากการลดความกดอากาศภายหลังการให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศและปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง
- วิธีการศึกษา:** เป็นการศึกษาแบบการศึกษาไปข้างหน้า (Prospective study) กลุ่มตัวอย่างคือ เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่เข้าดูแลผู้ป่วยภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ จำนวน ๓๐ ราย โดยรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม ข้อมูลสุขภาพจากเวชระเบียน ผลการทดสอบสมรรถนะทางกายประจำปี และการบันทึกภาพด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาความถี่ ร้อยละ และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างระดับฟองอากาศกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยสถิติ Exact probability test และ Spearman's correlation
- ผลการศึกษา:** เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศพบความกดดันแฝงจากการลดความกดอากาศภายหลังการให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงด้วย Echocardiography ตามเกณฑ์ของ Eftedal-Brubakk (EB Grading) ในระดับต่ำ (Grade 0 - 1) จำนวน ๒๗ ราย คิดเป็นร้อยละ ๙๐ ระดับปานกลาง (Grade 2) จำนวน ๒ ราย คิดเป็นร้อยละ ๖.๖๗ และระดับสูง (Grade 3 - 5) จำนวน ๑ ราย คิดเป็นร้อยละ ๓.๓๓ โดยพบฟองอากาศสูงที่สุด ณ เวลา ๙๐ นาทีหลังการลดความกด และพบในท่าเคลื่อนไหว (งอเข้า ๓ ครั้ง) มากกว่าขณะพัก โดยพบว่าดัชนีมวลกาย โรคประจำตัวที่ต้องรับประทานยาต่อเนื่อง การทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันแวดล้อม มีความสัมพันธ์กับปริมาณความกดดันแฝงที่สูงในกลุ่มตัวอย่าง
- วิจารณ์ และสรุปผลการศึกษา:** เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศมีความเสี่ยงจากโรคจากการลดความกดในระดับต่ำจากการประเมินด้วย Echocardiography อย่างไรก็ตามพบระดับความกดดันแฝงที่แตกต่างกันตามปัจจัยต่างๆ เช่น ดัชนีมวลกายสูง ประวัติการรับประทานยาเป็นประจำ และสมรรถนะทางกายต่ำ ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังป้องกันเพื่อลดโอกาสการเกิดโรคจากการลดความกด ซึ่งเป็นโรคที่มีความรุนแรงสูงและเกิดผลกระทบทางสุขภาพอย่างถาวรได้
- คำสำคัญ:** ฟองอากาศขนาดเล็ก, เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ, ห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง, ความกดดันแฝงจากการลดความกด

วันที่รับบทความ: ๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๘

วันที่อนุญาตให้ตีพิมพ์: ๒๖ มีนาคม ๒๕๕๘

* กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ

** ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

*** กองอายุรเวชกรรม โรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า กรมแพทย์ทหารเรือ

บทนำ

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง (Hyperbaric oxygen therapy) คือการบำบัดซึ่งให้ผู้ป่วยหายใจด้วยออกซิเจนบริสุทธิ์ ๑๐๐% ภายใต้ความกดดันบรรยากาศที่มากกว่าระดับน้ำทะเล หรือมากกว่า ๑ บรรยากาศสัณฐาน (ภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (Hyperbaric chamber)^{๑, ๒} โดยการรักษาดังกล่าวมีประโยชน์หลายด้านต่อผู้ป่วย เช่น ประโยชน์จากการเพิ่มความดันในบรรยากาศแวดล้อมตัวผู้ป่วย ทำให้การหายใจของผู้ป่วยได้รับก๊าซที่มีความดันส่วน (Partial pressure) ที่เพิ่มขึ้น และการได้รับออกซิเจนบริสุทธิ์ ๑๐๐% ซึ่งจะมีผลด้านการรักษา (Therapeutic effect) ของโรคที่เกี่ยวข้องอีกด้วย

สมาคมเวชศาสตร์ใต้น้ำและเวชศาสตร์ความดันบรรยากาศสูง (Undersea and Hyperbaric Medical Society) ได้กำหนดข้อบ่งชี้ของภาวะที่สามารถรักษาด้วยการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงไว้ ๑๔ ชนิด^๓ ตัวอย่างข้อบ่งชี้ที่สำคัญของกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ ได้แก่ ภาวะหลอดเลือดแดงผิดปกติ (Arterial insufficiency) เช่น แผลเรื้อรังบริเวณขาและเท้าจากเบาหวาน (Diabetic wounds) ภาวะการบาดเจ็บจากการฉายรังสี (Delayed radiation injury, soft tissue and bony necrosis) และโรคจากการลดความกด (Decompression sickness) เป็นต้น

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงสามารถแบ่งออกเป็น ๒ ชนิดตามประเภทของห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง ได้แก่ เครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดเดี่ยว (Monoplace hyperbaric chamber) และเครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่ง (Multiplace hyperbaric chamber) โดยการรักษาด้วยเครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่งจะได้ประโยชน์สูงกว่าทั้งด้านการที่แพทย์เวชศาสตร์ใต้น้ำ (Diving medical officer) และเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ (Diving medical technician) สามารถให้การรักษาดูแลได้ดีกว่าทั้งด้านความสามารถในการให้การรักษาส่งผลหลายคนในเวลาเดียวกัน ความดันบรรยากาศที่สามารถเพิ่มได้สูงกว่าเครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดเดี่ยว และการเข้าถึงผู้ป่วยได้มากกว่า โดยสามารถให้การดูแลและรักษาในเครื่องปรับบรรยากาศได้พร้อมกันกับผู้ป่วย โดยไม่ต้องให้ผู้ป่วยแยกอยู่ในสภาวะโดดเดี่ยว (Isolated environment) ภายในห้องปรับบรรยากาศชนิดเดี่ยว

อย่างไรก็ตาม การรักษาดังกล่าวจำเป็นต้องมีเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ให้การรักษายาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงด้วย ดังนั้นเจ้าหน้าที่ดังกล่าวจึงมีความเสี่ยงต่อโรคจากการทำงาน (Occupational disease) อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ทั้งโรคจากการเพิ่มความดันบรรยากาศ เช่น การบาดเจ็บจากการบีบอัดต่อเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณข้างเคียงกับช่องอากาศในร่างกาย เช่น โพรงไซนัส หูชั้นกลาง ปอด และโรคจากการลดความดันบรรยากาศ เช่น โรคจากการลดความกด (Decompression sickness) เป็นต้น^๓

ในอดีตการศึกษาความเสี่ยงจากการลดความกดนั้นมักมุ่งประเด็นการศึกษาเพียงการเป็นโรคจากการลดความกดหรือไม่^๔ ซึ่งโรคดังกล่าวเป็นโรคที่พบอุบัติการณ์น้อยเพียงร้อยละ ๐.๗๖^๕ แต่ก็มีอาการรุนแรงและอาจมีผลถึงการทุพพลภาพถาวรได้ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาการศึกษาถึงการประเมินความกดดันแฝงจากการลดความกด (Decompression stress) เพื่อการเฝ้าระวังอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในช่วงที่ยังไม่เกิดอาการผิดปกติ (Subclinical) โดยวิธีการศึกษาโดย Doppler ultrasound และ Echocardiography

การศึกษาด้วย Doppler ultrasound นับเป็นการศึกษาวิธีแรกและเป็นวิธีที่นิยมใช้มากในอดีต เนื่องจากมีเทคนิคการทำที่ง่าย กะทัดรัด ค่าใช้จ่ายไม่สูง และสามารถใช้ในการศึกษาภาคสนามได้ง่าย แต่ผู้ตรวจต้องผ่านการฝึกอบรมระดับสูงเพื่อการตรวจอย่างแม่นยำเพื่อลดโอกาสอคติที่เกิดจากผู้ตรวจ (Operator bias)^๖ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาด้วย Echocardiography ถึงแม้จะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการมากกว่า แต่จากข้อมูลพบว่าข้อมูลที่ได้สามารถแบ่งระดับของฟองอากาศได้อย่างแม่นยำด้วยผู้ตรวจที่ไม่ได้ผ่านการอบรมพิเศษ เนื่องจากภาพจากเครื่อง Echocardiogram จะสามารถเห็นฟองอากาศได้อย่างแม่นยำ สามารถบันทึกเป็นภาพเคลื่อนไหว ดีกว่าการทำ Doppler ultrasound ที่จะใช้เพียงการฟังเสียงของการสะท้อนกลับเท่านั้น โดยนิยมการตรวจบริเวณ Precordial มากที่สุด^{๗-๙} โดยลักษณะที่เห็นจะเป็นจุดสว่างสีขาว (Bright spots) ชัดเจน และนิยมให้ผู้เข้ารับการตรวจนอนในท่า Left lateral decubitus โดยเกณฑ์การประเมินฟองอากาศที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดคือ การกำหนดเกณฑ์ตามระบบของ EB Grading (Eftedal and Brubakk Grading)^{๑๐}

ตารางที่ ๑ การประเมินระดับฟองอากาศด้วย Ultrasonic imaging โดย Eftedal and Brubakk

Grade	Description
0	No observable bubbles
1	Occasional bubbles
2	At least one bubble every four cardiac cycles
3	At least one bubble every cardiac cycles
4	At least one bubble/cm ³ in every image
5	“White-out”, single bubbles cannot be discriminated

ถึงแม้จำนวนของฟองอากาศและระดับของฟองอากาศจะเป็นเพียงการบ่งถึงฟองอากาศที่ผ่านหลอดเลือดดำหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ แต่ก็เป็นข้อมูลที่เพียงพอต่อการบ่งถึงความเสี่ยงของการเกิดโรคจากการลดความกดที่เพิ่มขึ้น^{๑๑} จากการศึกษาของ Pollock NW (ปี ค.ศ. ๒๐๐๗) พบว่าการตรวจไม่พบฟองอากาศในหลอดเลือดดำ (Absence of venous gas embolism) มีความสัมพันธ์กับการไม่เกิดโรคจากการลดความกด (Absence of decompression sickness) มากกว่าการที่ตรวจพบฟองอากาศในหลอดเลือดดำ (Presence of venous gas embolism) แล้วมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจากการลดความกด (Presence of decompression sickness) โดยพบว่าหากไม่พบฟองอากาศแล้ว Negative predictive value จะมีค่า ๐.๙๘ แต่หากพบฟองอากาศในระดับ III และ IV ตามเกณฑ์ของ Spencer แล้วจะพบ Positive predictive value ๐.๓๙ ต่อการเกิดโรคดังกล่าว^{๑๒-๑๓} และจากการศึกษาของ Pirone CJ ได้ประเมินการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ว่า หากมีการบาดเจ็บและทุพพลภาพต่อเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศจะทำให้เกิดความสูญเสียถึง ๕๐,๐๐๐ ดอลลาร์ต่อราย^{๑๔}

จากการศึกษาของ Conkin และคณะ (ปี ค.ศ. ๑๙๙๘) พบว่า ระดับของฟองอากาศที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มอุบัติการณ์ของการเกิดโรคจากการลดความกด (Decompression sickness) ตามลำดับความรุนแรงของฟองอากาศที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างชัดเจน โดยพบว่า Bubble Grade 1 พบร้อยละ ๑.๕ Grade 2 พบร้อยละ ๑๑ Grade 3 พบร้อยละ ๙ Grade 4 พบร้อยละ ๑๙ และ Grade 5 พบร้อยละ ๔๘^{๑๕} นอกจากนี้การศึกษาของ แก้วตา กิจกาแหง และคณะ (๒๕๕๑) เรื่องภาวะแทรกซ้อนอื่นๆ นอกเหนือจากโรคจากการลดความกดพบว่าบุคลากรสังกัดหน่วยเวชศาสตร์ใต้น้ำ กองทัพเรือ พบว่าการตรวจสุขภาพประจำปีเทียบกับการตรวจสุขภาพก่อนทำงาน กลุ่มตัวอย่างมีความผิดปกติของการได้ยินเพิ่มมากขึ้น ร้อยละ ๒๘.๙

และร้อยละ ๓๘.๓ ในปีที่ ๑ และ ๒ ตามลำดับ และมีความผิดปกติของการมองเห็นเพิ่มมากขึ้น ร้อยละ ๔๘.๘ และร้อยละ ๑๗.๒ ในปีที่ ๑ และ ๒ ตามลำดับ^{๑๖} แต่ไม่ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับระดับความกดต้นแฝงซึ่งเกิดจากการลดความกดขณะสิ้นสุดการรักษาผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่เคยมีการศึกษาระดับฟองอากาศซึ่งบ่งถึงความกดต้นแฝงจากการลดความกดในกลุ่มประชากรดังกล่าวในประเทศไทย ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อการประเมินความกดต้นแฝงซึ่งจะนำมาสู่การพัฒนาแนวทางการเฝ้าระวังป้องกันการเกิดความกดต้นแฝงในระดับที่สูง ซึ่งเพิ่มโอกาสการเกิดโรคจากการลดความกดซึ่งเป็นโรคจากการทำงานที่มีความเสี่ยงและความรุนแรงสูงที่สุดในกลุ่มประชากรดังกล่าว

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาชนิด Prospective study หมายเลขโครงการวิจัยที่ IRB No. ๕๙๒/๒๕๕๗ ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และได้ผ่านการรับรองโดยคณะกรรมการวิจัยและจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ กรมแพทยทหารเรือ ลำดับที่ RLM ๐๑๗/๕๗

ประชากรกลุ่มตัวอย่างได้แก่ เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่เข้าดูแลผู้ป่วยภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทยทหารเรือ โดยคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยวิธีการเจาะจงเลือกศึกษาเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติหน้าที่จริงทั้งหมด (Total survey) จำนวน ๓๐ ราย โดยมีเครื่องมือหลักดังนี้ ๑) แบบสอบถาม แบ่งออกเป็น ข้อมูลด้านบุคคล ข้อมูลด้านสุขภาพ ข้อมูลด้านการทำงาน ข้อมูลการรักษาด้วยห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง ๒) ข้อมูลสุขภาพจากเวชระเบียน ๓) ผลการทดสอบสมรรถนะทาง

กายประจำปี และ ๔) การบันทึกภาพด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography) โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้วยการตรวจด้วยเครื่อง Echocardiogram รุ่น ACUSON SC2000 (Siemens Healthcare USA)

การตรวจด้วย Echocardiography จะทำการตรวจหลังจากผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากห้องปรับบรรยากาศความดันสูงครบ ๓๐ นาที และทำการตรวจต่อเนื่องอีก ๓ ครั้ง ณ เวลา ๖๐ นาที ๙๐ นาที และ ๑๒๐ นาที ตามลำดับ โดยให้ผู้ร่วมวิจัยนอนในท่าตะแคงซ้าย (Left lateral decubitus) และทำการตรวจด้วยเครื่อง Echocardiogram โดยกำหนดให้มีการตรวจ ๔ ชนิด แบ่งตามตำแหน่งของการตรวจและกิจกรรมของผู้เข้ารับการตรวจ ดังนี้ ๑) Precordium, at rest ๒) Precordium, three knee squats ๓) Both Subclavian veins, at rest ๔) Both Subclavian veins, three hand clenches

โดยบันทึกค่าที่ตรวจพบสูงสุดในแต่ละส่วนของร่างกาย โดยเก็บภาพของผลการตรวจเพื่อให้ผู้ตรวจสามารถตรวจทานอีกรอบได้ และลงบันทึกระดับของพองอากาศตามระบบของ Eftedal and Brubakk เพื่อการแปลผลเทียบกับจำนวนของพองอากาศ เป็นระดับของความกดดันแฝงจากการลดความกด (Decompression stress) ของกลุ่มตัวอย่างและปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ ๘๓.๓) อายุระหว่าง ๓๑-๔๐ ปี (ร้อยละ ๔๖.๗) จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (ร้อยละ ๘๓.๓) ชั้นยศจ่าตรี-พันจ่าเอก (ร้อยละ ๕๐) มีน้ำหนักเฉลี่ย 71.1 ± 10.5 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 170.5 ± 6.2 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย 24.4 ± 2.7 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ปริมาณไขมันในร่างกาย ร้อยละ 20.2 ± 4.7 โรคประจำตัวที่พบมากที่สุดคือ ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ (ร้อยละ ๖๖.๗) รับประทานยาเป็นประจำ ร้อยละ ๑๓.๓ ส่วนใหญ่ปฏิเสธประวัติการสูบบุหรี่ (ร้อยละ ๗๓.๓) แต่มีประวัติการดื่มสุราสม่ำเสมอแต่ปริมาณไม่มาก ส่วนใหญ่ดื่มน้อยกว่าครึ่งขวดแบนต่อสัปดาห์ (ร้อยละ ๕๖.๗) ประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายสม่ำเสมอ (ร้อยละ ๕๐)

จากข้อมูลด้านสมรรถนะทางกายพบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมากตามมาตรฐานกองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม โดยหากพิจารณาแยกตามชนิดของการทดสอบสมรรถนะทางกายดังนี้ การวิ่ง ๒.๔ กิโลเมตร พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ ๕๐) การว่ายน้ำ ๔๕๐ เมตร พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ ๓๓.๓) การดึงข้อใน ๑ นาที พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (ร้อยละ ๓๖.๗) การวิดพื้นใน ๑ นาที พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ ๗๓.๓) การลุกนั่งใน ๑ นาที พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ ๖๐) ส่วนใหญ่ทำงานอยู่ในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำประมาณ ๑๐ ปี (5.6 ± 7.6 ปี) ทำงานในแผนกห้องตรวจโรคมามากที่สุด (ร้อยละ ๓๐) ส่วนใหญ่มีความถี่ในการเข้าห้องปรับความดันบรรยากาศสูง ๒ ครั้งต่อสัปดาห์ (ร้อยละ ๔๓.๓) ส่วนใหญ่ไม่ทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันแวดล้อม นอกจากนี้พบกลุ่มตัวอย่างจำนวน ๓ ราย (ร้อยละ ๑๐) ที่เคยได้รับการวินิจฉัยโรคจากการลดความกดบรรยากาศในอดีต และส่วนใหญ่เห็นด้วยเล็กน้อยว่าตนมีความรู้สึกล้าหลังการทำงานในห้องปรับบรรยากาศความดันสูง (ร้อยละ ๕๓.๓)

จากข้อมูลด้านการรักษาด้วยห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง กลุ่มตัวอย่างดูแลผู้ป่วยเฉลี่ย 4.2 ± 1.3 คน พบความผิดปกติระหว่างทำการรักษาเพียง ๑ ราย (ร้อยละ ๓.๓) ส่วนใหญ่ออกกำลังกาย ๑๒ - ๒๔ ชั่วโมงก่อนให้การรักษา (ร้อยละ ๖๐) และส่วนใหญ่มีประวัติการปฏิบัติงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงครั้งสุดท้ายก่อนให้การรักษา มากกว่า ๗๒ ชั่วโมง (ร้อยละ ๗๐) ซึ่งเชื่อว่าไม่มีความกดดันแฝงจากการลดความกดคงค้าง (Residual decompression stress) จากการปฏิบัติงานครั้งก่อนหน้า

กลุ่มตัวอย่างพบพองอากาศสูงสุดตามเกณฑ์ของ Eftedal-Brubakk (EB Grading) ในระดับต่ำ (Grade 0 - 1) จำนวน ๒๗ ราย คิดเป็นร้อยละ ๕๐ ระดับปานกลาง (Grade 2) จำนวน ๒ ราย คิดเป็นร้อยละ ๖.๖๗ และระดับสูง (Grade 3 - 5) จำนวน ๑ ราย คิดเป็นร้อยละ ๓.๓๓ รายละเอียดดังตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ ผลการตรวจประเมินฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (n = ๓๐)

ผลการตรวจประเมินฟองอากาศ ด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง	Grade 0	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5
ระดับฟองอากาศโดย Eftedal and Brubakk						
30 mins: Precordium at Rest	๒๙ (๙๖.๗)	๑ (๓.๓)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)
30 mins: Precordium with 3 knee squats	๒๕ (๘๓.๓)	๓ (๑๐.๐)	๒ (๖.๗)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)
60 mins: Precordium at Rest	๒๙ (๙๖.๗)	๑ (๓.๓)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)
60 mins: Precordium with 3 knee squats	๒๕ (๘๓.๓)	๔ (๑๓.๓)	๐ (๐)	๑ (๓.๓)	๐ (๐)	๐ (๐)
90 mins: Precordium at Rest	๒๘ (๙๓.๓)	๒ (๖.๗)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)
90 mins: Precordium with 3 knee squats	๒๕ (๘๓.๓)	๔ (๑๓.๓)	๐ (๐)	๐ (๐)	๑ (๓.๓)	๐ (๐)
120 mins: Precordium at Rest	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)
120 mins: Precordium with 3 knee squats	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)	๐ (๐)

จากข้อมูลระดับฟองอากาศสูงสุดของการศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับฟองอากาศโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ หากพิจารณาในด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในห้องปรับความดันบรรยากาศสูงของกลุ่มตัวอย่างถือว่ามีความปลอดภัยสูงและยอมรับได้

วิจารณ์ และสรุปผลการศึกษา

ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีการทบทวนผลการตรวจ โดยการบันทึกภาพเคลื่อนไหวจากเครื่อง Echocardiogram ระหว่างที่ผู้ตรวจดำเนินการตรวจแบบ Real-time เพื่อการทบทวนซ้ำหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการตรวจทั้งหมด ซึ่งเป็นการทบทวนโดยปิดบังชื่อและรหัสของกลุ่มตัวอย่างทุกราย เพื่อลดโอกาสการเกิด operator bias จาก Learning curve ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ ๐.๗๑ อย่างไรก็ตามภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากการบันทึกดังกล่าวมีคุณภาพ (Resolution) ของภาพเคลื่อนไหวที่ได้ลดลงเล็กน้อยกว่าการตรวจ Real-time และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ในระดับสูง ผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลจากการตรวจแบบ Real-time ในการวิเคราะห์ผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคล พบว่าดัชนีมวลกายสัมพันธ์ในทางบวกในระดับต่ำกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา ๙๐ นาทีขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ๐.๐๕ ($p = ๐.๐๓๗$, $p = ๐.๐๔๔$) อย่างไรก็ตามไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับฟองอากาศ ณ ช่วงเวลาอื่นๆ

จากการวิเคราะห์ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศและระดับฟองอากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับกรวยอื่นพบว่า เพศหญิงมีความสัมพันธ์กับการมีโอกาสเกิดฟองอากาศมากขึ้นและโอกาสเกิดโรคจากการลดความกดมากขึ้น โดยสามารถอธิบายได้จากการที่โดยเฉลี่ยเพศหญิงจะมีปริมาณไขมันในร่างกายที่สูงกว่า ทำให้การกำจัดไนโตรเจนในร่างกายดำเนินไปช้ากว่าซึ่งทำให้เพิ่มโอกาสการเกิดโรคดังกล่าวเพิ่มขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้เจ้าหน้าที่ส่วนใหญ่ (๒๘ จาก ๓๐ ราย) เป็นเพศชาย ทำให้การกระจายของข้อมูลไม่เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ อาจทำให้การสรุปความแตกต่างระหว่างเพศมีความคลาดเคลื่อนสูง นอกจากนี้พบว่าปริมาณไขมันในร่างกายมีความสัมพันธ์กับคออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวได้ว่าเมื่ออายุมากขึ้น (ยศที่เพิ่มขึ้น) จะทำให้กลุ่มตัวอย่างมีปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังสุขภาพโดยเฉพาะเรื่องภาวะอ้วนในกลุ่มประชากรที่อายุสูงขึ้นอาจเพิ่มความเสี่ยงในการให้การพยาบาลในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสมรรถนะทางกายและระดับฟองอากาศพบว่า การวิ่ง ๒.๕ กิโลเมตรและการวิดพื้น ๑ นาที พบความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา ๖๐ นาทีขณะเคลื่อนไหว และ ๙๐ นาทีทั้งขณะพักและขณะเคลื่อนไหว กล่าวคือเมื่อมีสมรรถนะทางกายที่สูงขึ้นทั้งด้านการวิ่งและการวิดพื้นพบว่าจะมีระดับฟองอากาศที่ต่ำลง จากข้อมูลดังกล่าว

สนับสนุนสมมติฐานที่ว่าสมรรถนะทางกายที่สูงขึ้น ทำให้ร่างกายมี Cardiopulmonary reserve ที่สูงขึ้น และสามารถกำจัดฟองอากาศส่วนเกินบริเวณ Pulmonary capillary ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้โอกาสเกิดโรคจากการลดความกดลดลง ซึ่งสนับสนุนให้มีการมุ่งเน้นความสำคัญในการสร้างเสริมให้กลุ่มประชากรที่ทำงานลักษณะดังกล่าว มีสมรรถนะร่างกายที่แข็งแรง ซึ่งเชื่อว่าจะลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคจากการลดความกดดังกล่าว

หากพิจารณาถึงการศึกษา ณ ห้วงเวลาเดียวกัน พบฟองอากาศในหลอดเลือดขณะที่มีการเคลื่อนไหวโดยการงอเข่าทั้ง ๒ ข้างติดกัน ๓ ครั้ง (Three knee squats) สูงกว่าขณะพัก (Resting) ซึ่งเข้าได้กับสมมติฐานว่าฟองอากาศที่เกิดขึ้นโดยไม่ทำให้เกิดโรค (Non-pathologic bubbles) หรือฟองอากาศเงียบ (Silent bubbles) มักติดอยู่ตามอวัยวะต่างๆ เช่น ข้อขนาดใหญ่ หรือตามเนื้อเยื่อต่างๆ ซึ่งจะหลุดลอยออกมาในกระแสเลือดได้หากมีการเคลื่อนไหวหรือออกกำลังกายรุนแรง (Strenuous exercise) จึงควรมีข้อกำหนดในการหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายหลังการเข้าปฏิบัติหน้าที่ในห้องปรับความดันบรรยากาศสูง

เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ให้การดูแลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงนับเป็นหนึ่งในหน้าที่การพยาบาลที่มีลักษณะงานจำเพาะอย่างมากและมีความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยจากโรคจากการทำงาน (Occupational disease) อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จากการประเมินและวิเคราะห์ผลพบว่าความกดดันแฝงซึ่งเกิดจากการเพิ่มและลดความดันแวดล้อมอยู่ในระดับต่ำ อย่างไรก็ตามควรมีระบบการเฝ้าระวังป้องกันเพื่อลดโอกาสการเกิดโรคจากการลดความกด ซึ่งเป็นโรคที่มีความรุนแรงสูงและอาจเกิดผลกระทบทางสุขภาพอย่างถาวรได้

ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยในขั้นต่อไปมีดังนี้ จากการศึกษาครั้งนี้มีกลุ่มจำนวนตัวอย่างค่อนข้างต่ำเพียง ๓๐ ราย ซึ่งนับเป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการศึกษาครั้งนี้ และเป็นการตรวจประเมินในกลุ่มเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงที่เป็นตารางการรักษามีความปลอดภัยสูงจึงพบปริมาณฟองอากาศน้อย จึงควรนำแนวทางการศึกษาดังกล่าวไปศึกษาในกลุ่มที่มีการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันแวดล้อมที่สูงกว่านี้ เช่น กลุ่มพนักงานเคซอง (Caisson's worker) นักดำน้ำ เจ้าหน้าที่ห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงที่ปฏิบัติงานในหน่วยงานอื่นๆ ควรนำการศึกษา

ดังกล่าวเป็นการนำไปสู่การเฝ้าระวังสุขภาพ (Health surveillance) ของกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวและผู้ปฏิบัติหน้าที่ใกล้เคียงกับการศึกษาดังกล่าว เช่น หน่วยสงครามพิเศษทางเรือ (นสร. หรือ SEALs) นักประดาน้ำกองทัพเรือ (Navy divers) นักถอดทำลายอัมmunition (Navy EODs) หรือนักดำน้ำพลเรือนอื่นๆ ที่ทำงานในการสัมผัสการเพิ่มและลดความดันบรรยากาศในลักษณะใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์พรชัย สิทธิศรัณย์กุล นาวาเอก นายแพทย์พัฒนชัย เณลิมวรรณ นาวาเอก นายแพทย์ธนะวัฒน์ ชัยกุล ที่กรุณาช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้มาโดยตลอด ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

๑. ศูนย์เวชศาสตร์ความกดดันบรรยากาศสูง โรงพยาบาลสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ กรมแพทย์ทหารเรือ. การรักษาด้วยออกซิเจนความกดดันสูง (Hyperbaric oxygen therapy/HBOT). [อินเทอร์เน็ต] [เข้าถึงเมื่อ ๔ ต.ค. ๒๕๕๖]. เข้าถึงได้จาก: <http://164.115.23.147/www/srkhos/service/hbo/meaning.html>.
๒. United States Navy (U.S. Navy). US Navy diving manual, Revision 6. SS521-AG-Pro-010. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office. 2008.
๓. Undersea and Hyperbaric Medicine Society. Indications for Hyperbaric Oxygen Therapy [2013 September 12]. Available from: <http://membership.uhms.org/?page=Indications>.
๔. Nishi RY, Brubakk AO, Eftedal OS. Bubble detection. Bennett & Elliott's Physiology and Medicine of Diving 5th ed. London:Saunders; 2003.
๕. Cooper PD, Van den Broek C, Smart DR, Nishi RY, Eastman D. Hyperbaric chamber attendant safety I: Doppler analysis of decompression stress in multiplace chamber attendants. Diving Hyperb Med 2009;39(2): 63-70.

๖. Chappell M. Modelling and measurement of bubbles in decompression sickness. PhD thesis, University of Oxford, 2006.
๗. Eatock BC, Nishi RY. Procedures for doppler ultrasonic monitoring of divers for intravascular bubbles. Downsview, Ontario, Canada: Defence and Civil Institute of Environmental Medicine, 1986 DCIEM Report 86-C-25.
๘. Risberg J, Englund M, Aanderud L, Eftedal O, Flook V, Thorsen E. Venous gas embolism in chamber attendants after hyperbaric exposure. Undersea Hyperb Med 2004;31:417-29.
๙. Pollock NW. Use of ultrasound in decompression research. Diving Hyperb Med 2007;37:68-71.
๑๐. Brubakk AO, Neuman TS. Bubble detection. Physiology and medicine of diving. Great Britain: MPG Books Ltd, Botmin, Cornwall; 2003.
๑๑. Eftedal OS. Ultrasonic detection of decompression induced vascular microbubbles. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology; 2007.
๑๒. Sheffield PJ, Pirone CJ. Decompression sickness in inside attendants. Hyperbaric facility safety - A practical guide 1999. p. 643-62.
๑๓. Jones AD, Miller BG, Colvin AP, Flook V. Evaluation of doppler monitoring for the control of hyperbaric exposure in tunneling. UK: Institute of Occupational Medicine, 2007.
๑๔. แก้วดา กิจกำแหง. การศึกษาอุบัติการณ์ภาวะแทรกซ้อนจากการปฏิบัติงานห้องปรับบรรยากาศความกดดันสูงของบุคลากรสังกัดหน่วยเวชศาสตร์ใต้น้ำ กองทัพเรือ. รายงานการวิจัย. กรมแพทย์ทหารเรือ; ๒๕๕๑.

Abstract

Echocardiography evaluation of vascular microbubbles in hyperbaric chamber attendants

Thanawat Supanitayanon*, Pornchai Sithisarankul**, Thanasawat Chaiyakul*, Pattanachai Chalermwan***

* Division of Underwater and Aviation Medicine, Naval Medical Department

** Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University

*** Department of Internal Medicine, Somdechphrapinklao Hospital, Naval Medical Department

Introduction: The objectives of this study were to evaluate the decompression stress of hyperbaric chamber attendants at post decompression phase and to determine the factors related to higher decompression stress in the study population.

Method: This was a prospective study of 30 diving medical technicians undergoing Hyperbaric oxygen therapy (HBO) in multiplace hyperbaric chamber for the routine treatment of patients at Division of Underwater and Aviation Medicine, Royal Thai Naval Medical Department. Data were collected by self-administered questionnaire, health records reviews, results of annual physical fitness tests, and series of echocardiography after a routine HBO treatment. The data were analyzed using descriptive statistics; frequency, percentage and inferential statistics; Exact probability test and Spearman's correlation.

Result: Result of the decompression stress post-decompression, by Eftedal-Brubakk classification, 27 cases (90%) were in low level (Grade 0-1), 2 cases (6.67%) were in intermediate level (Grade 2), while 1 case (3.33%) was in high level (Grade 3-5). The highest bubbles were observed at 90 minutes post-decompression during movement (3 knee squats). Body Mass Index (BMI), requirement of routine medication, additional pressure-related works elsewhere were correlated with higher decompression stress.

Discussion and Conclusion: Hyperbaric chamber attendants exposed to the decompression stress at low level, considerably "acceptable".

Some factors i.e. BMI, medication, low physical fitness were correlated with high decompression stress that could lead to the substantial degree of clinical decompression sickness, a rare condition but can possibly pose severe consequences and permanent health sequelae. Thus, working in such environment, health surveillance and health promotion should be emphasized in order to work properly and safely.

Key words: Microbubble, Hyperbaric chamber attendants, Multiplace hyperbaric chamber, Decompression stress