การประเมินฟองอากาศขนาดเล็กในเส้นเลือดด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง
ในเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ให้การดูแลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

นายธนวัฒน์ ศุภนิตยานนท์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและการจัดการด้านสุขภาพ ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Echocardiography evaluation of vascular microbubbles in hyperbaric chamber attendants

Mr. Thanawat Supanitayanon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Health Research and Management
Department of Preventive and Social Medicine
Faculty of Medicine
Chulalongkorn University
Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประเมินฟองอากาศขนาดเล็กในเส้นเลือดด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงในเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ให้การดูแลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง
โดย	นายธนวัฒน์ ศุภนิตยานนท์
สาขาวิชา	การวิจัยและการจัดการด้านสุขภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์พรชัย สิทธิศรัณย์กุล

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะแพทยศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์โศภณ นภาธร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์นรินทร์ หิรัญสุทธิกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์พรชัย สิทธิศรัณย์กุล)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์สุนทร ศุภพงษ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(นาวาเอก นายแพทย์ธนษวัฒน์ ชัยกุล)

Chulalongkorn University

ธนวัฒน์ ศุภนิตยานนท์ : การประเมินฟองอากาศขนาดเล็กในเส้นเลือดด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงในเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ให้การดูแลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (Echocardiography evaluation of vascular microbubbles in hyperbaric chamber attendants) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศ. ดร. นพ.พรชัย สิทธิศรัณย์กุล, 62 หน้า.

บทนำ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความกดดันแฝงจากการลดความกดภายหลังการให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศและปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง

วิธีการศึกษา: เป็นการศึกษาแบบ Prospective Study กลุ่มตัวอย่างคือ เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่เข้าดูแลผู้ป่วยภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ จำนวน 30 ราย โดยรวมรวมข้อมูลจาก แบบสอบถาม ข้อมูลสุขภาพจากเวชระเบียน ผลการทดสอบสมรรถนะทางกายประจำปี และการบันทึกภาพด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography) วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาความถี่ ร้อยละ และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างระดับฟองอากาศกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยสถิติ Exact Probability Test และ Spearman's Correlation

ผลการศึกษา: เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศพบความกดดันแฝงจากการลดความกดภายหลังการให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงด้วย Echocardiography ตามเกณฑ์ของ Eftedal-Brubakk (EB Grading) ในระดับต่ำ (Grade 0-1) จำนวน 27 ราย คิดเป็นร้อยละ 90 ระดับปานกลาง (Grade 2) จำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.67 และระดับสูง (Grade 3-5) จำนวน 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 3.33 โดยพบฟองอากาศสูงที่สุด ณ เวลา 90 นาทีหลังการลดความกด และพบในท่าเคลื่อนไหว (งอเข่า 3 ครั้ง) มากกว่าขณะพัก โดยพบว่าดัชนีมวลกาย โรคประจำตัวที่ต้องรับประทานยารักษาต่อเนื่อง การทำงานงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันแวดล้อม มีความสัมพันธ์กับปริมาณความกดดันแฝงที่สูงในกลุ่มตัวอย่าง

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา: เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศมีความเสี่ยงจากโรคจากการลดความกดต่ำจากการประเมินด้วย Echocardiography อย่างไรก็ตามพบระดับความกดดันแฝงที่แตกต่างกันตางปัจจัยต่าง ๆ เช่น ดัชนีมวลกายสูง ประวัติการรับประทานยาเป็นประจำ และสมรรถนะทางกายต่ำ ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังป้องกันเพื่อลดโอกาสการเกิดโรคจากการลดความกด ซึ่งเป็นโรคที่มีความรุนแรงสูงและเกิดผลกระทบทางสุขภาพอย่างถาวรได้

ภาควิชา เวชศาสตร์ป้องกันและสังคม ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การวิจัยและการจัดการด้านสุขภาพ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5674034530 : MAJOR HEALTH RESEARCH AND MANAGEMENT
KEYWORDS: MICROBUBBLE / HYPERBARIC CHAMBER ATTENDANTS / MULTIPLACE HYPERBARIC CHAMBER / DECOMPRESSION STRESS

THANAWAT SUPANITAYANON: Echocardiography evaluation of vascular microbubbles in hyperbaric chamber attendants. ADVISOR: PROF.PORNCHAI SITHISARANKUL, MD, 62 pp.

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 was 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, 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 sequalae. Thus, working in such environment, health surveillance and health promotion should be emphasized in order to work properly and safely.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Preventive and Social Medicine	Student's Signature	.....
Field of Study:	Health Research and Management	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2014		

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ศ.ดร.นพ.พรชัย สิทธิศรัณย์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ด้วยความเคารพเป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาสละเวลาถ่ายทอดความรู้ ช่วยเหลือ และแนะนำแนวทางในการดำเนินการวิทยานิพนธ์ รวมถึงได้กรุณาตรวจแก้ไขและปรับปรุงให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนท่านคณาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณท่าน นาวาเอกนายแพทย์ธนษวัฒน์ ชัยกุล นาวาเอกนายแพทย์พัฒนชัย เฉลิมวรรณ์ ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาในการดำเนินการวิจัย รวมถึงการดำเนินการประเมินด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงในกลุ่มดังกล่าว และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้การช่วยเหลือ ประสานงานและให้ข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ ทุกท่าน ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการเข้าร่วมการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ได้ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยมาเป็นอย่างดีโดยตลอด ความดีของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอกราบบูชาแก่บิดา มารดา ครอบครัว และอาจารย์ของผู้วิจัยทุกท่าน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญ 1

คำถามวิจัย 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 6

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย 6

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย 6

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม 7

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

ความเป็นมาและแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดโรคจากการลดความกด 8

ความเป็นมาและแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินฟองอากาศขนาดเล็กภายในเส้นเลือด 10

การประเมินฟองอากาศขนาดเล็กด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง 11

ตารางการรักษาห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ 14

การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินฟองอากาศขนาดเล็กภายในเส้นเลือดของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ 16

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology) 18
การรวบรวมข้อมูล (Data Collection) 20
การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) 21
สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) 21
สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) 21
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 22
ข้อมูลด้านบุคคล 22
ข้อมูลด้านสุขภาพ 24
ข้อมูลด้านสมรรถนะทางกาย 26
ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงาน 27
ข้อมูลการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง 29
ผลการตรวจประเมินฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง 30
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ 32
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ 33
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสุขภาพและระดับฟองอากาศ 36
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสมรรถนะทางกายและระดับฟองอากาศ 39
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการทำงานและระดับฟองอากาศ 41
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง และระดับฟองอากาศ 45
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 47
สรุปผลการวิจัย 47
อภิปรายผลการวิจัย 49
ข้อเสนอแนะ 53

หน้า

ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ 53
ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการ 54
รายการอ้างอิง 55
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 การประเมินระดับฟองอากาศด้วย Ultrasonic imaging โดย Eftedal and Brubakk.. 12

ตารางที่ 2 การประเมินระดับฟองอากาศด้วย Ultrasonic imaging โดย Pollock NW 13

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฟองอากาศและระดับฟองอากาศในระบบ KM (Doppler) และ EB (Ultrasonic imaging) 13

ตารางที่ 4 ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของประชากรที่ศึกษา (n=30)..... 23

ตารางที่ 5 ข้อมูลปัจจัยด้านสุขภาพของประชากรที่ศึกษา (n=30)..... 24

ตารางที่ 6 ข้อมูลด้านสมรรถนะทางกายของประชากรที่ศึกษา* 26

ตารางที่ 7 ข้อมูลปัจจัยเกี่ยวกับการทำงานของประชากรที่ศึกษา (n=30) 27

ตารางที่ 8 ข้อมูลการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (n=30) 29

ตารางที่ 9 ผลการตรวจประเมินฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (n=30) 31

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 30 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)..... 34

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 60 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)..... 34

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 90 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)..... 34

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman’s correlation (n=30) 35

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสุขภาพและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 30 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30) 36

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสุขภาพและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 60 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30) 37

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสุขภาพและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 90 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30) 37

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสุขภาพและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman’s correlation (n=30) 38

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสมรรถนะทางกายและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman’s correlation (n=30) 40

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการทำงานและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 30 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30) 42

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการทำงานและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 60 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30) 42

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการทำงานและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 90 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30) 43

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman’s correlation (n=30) 43

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman’s correlation (n=30) 45

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่ 1 ตารางการบำบัดโรค กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ (D.U.A.M. Treatment Table) 15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง (Hyperbaric oxygen therapy) คือการบำบัดซึ่งให้ผู้ป่วยหายใจด้วยออกซิเจนบริสุทธิ์ 100% ภายใต้ความกดดันบรรยากาศที่มากกว่าระดับน้ำทะเล หรือมากกว่า 1 บรรยากาศสัมบูรณ์ ภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (Hyperbaric chamber)[1,2]

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงดังกล่าว เจ้าหน้าที่ผู้ให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงมีความเสี่ยงคล้ายคลึงกับผู้ป่วย โดยเป็นการเพิ่มความดันในบรรยากาศแวดล้อมตัวผู้ป่วย (Ambient pressure) ให้ผู้ป่วยได้รับประโยชน์จากแรงดันส่วนของก๊าซที่ผู้ป่วยหายใจเข้าไปในร่างกายและมีผลต่อเมตาบอลิสมของร่างกาย แต่ในทางกลับกันการเพิ่มความดันบรรยากาศดังกล่าวมีผลเชิงลบต่อร่างกายระหว่างกระบวนการรักษาได้หลายกรณี เช่น การบาดเจ็บจากการเปลี่ยนแปลงความดัน (Barotrauma) การเกิดโรคจากการลดความกด (Decompression sickness) ระหว่างลดความดันบรรยากาศเพื่อเสร็จสิ้นการรักษา เป็นต้น

การให้การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงนั้นมีประโยชน์หลายด้านต่อผู้ป่วย เช่น จากผลการรักษาด้านการเพิ่มความดันในบรรยากาศแวดล้อมตัวผู้ป่วย ทำให้การหายใจของผู้ป่วยได้รับก๊าซที่มีความดันส่วน (Partial pressure) ที่เพิ่มขึ้น และการได้รับออกซิเจนบริสุทธิ์ 100% ซึ่งจะมีผลด้านการรักษา (Therapeutic effect) ของโรคที่เกี่ยวข้องอีกด้วย โดยสมาคมเวชศาสตร์ใต้ทะเลและเวชศาสตร์ความดันบรรยากาศสูง (Undersea and Hyperbaric Medical Society) ได้กำหนดข้อบ่งชี้ของภาวะที่สามารถรักษาด้วยการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงไว้ 14 ชนิดดังนี้[3]

1. ภาวะการอุดตันของหลอดเลือดแดงจากอากาศและก๊าซ (Air or gas embolism)

2. ภาวะพิษจากก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (Carbon Monoxide poisoning) และภาวะพิษจากก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ร่วมกับภาวะพิษจากก๊าซไซยาไนด์ (Cyanide poisoning)

3. ภาวะกล้ามเนื้อตายจากกล้ามเนื้ออักเสบจากกลุ่มเชื้อโรคคลอสติเดียม (Clostridial Myositis and Clostridial Myonecrosis)

4. ภาวะการบาดเจ็บจากการบดทับ หรือการขาดเลือดที่อวัยวะปลายจากการบาดเจ็บ (Crush injury, Compartment Syndrome, and other Acute traumatic ischemias)

5. โรคจากการลดความกด (Decompression sickness)

6. ภาวะเส้นเลือดแดงตีบ (Arterial insufficiency) เช่น เส้นเลือดแดงเรตินาอุดตัน (Central Retinal Artery occlusion) บาดแผลที่ได้รับการคัดเลือก (Selected problem wounds)

7. ภาวะโลหิตจางรุนแรง (Severe anemia)

8. ภาวะฝีในสมอง (Intracranial abscess)

9. ภาวะการติดเชื้อและเนื้อตายของเนื้อเยื่อ (Necrotizing soft tissue infection)

10. ภาวะกระดูกและไขกระดูกอักเสบและตายที่ไม่ตอบสนองต่อการรักษาอื่น (Refractory Osteomyelitis)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

11. ภาวะการบาดเจ็บภายหลังการฉายรังสี (Delayed radiation injury, soft tissue and bony necrosis)

12. ภาวะอันตรายต่อการปลูกถ่ายอวัยวะหรือเนื้อเยื่อ (Compromised grafts and flaps)

13. การบาดเจ็บจากความร้อนเฉียบพลัน (Acute thermal injury)

14. ภาวะสูญเสียการได้ยินจากระบบประสาทชนิดเฉียบพลันโดยไม่มีสาเหตุชัดเจน (Idiopathic Sudden Sensorineural Hearing Loss)

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามประเภทของห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง ได้แก่ เครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดเดี่ยว (Monoplace hyperbaric chamber) และเครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่ง (Multiplace hyperbaric

chamber) หากพิจารณาถึงประโยชน์ของการรักษาแล้ว เครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่งมีประโยชน์สูงมากกว่า โดยที่จะทำให้แพทย์เวชศาสตร์ใต้น้ำ (Diving Medical Officer) และเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ (Diving Medical Technician) สามารถให้การพยาบาลได้ดีกว่าทั้งด้าน ความสามารถในการให้การพยาบาลผู้ป่วยหลายคนในเวลาเดียวกัน ความดันบรรยากาศที่สามารถเพิ่มได้สูงกว่าเครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดเดี่ยว และการเข้าถึงผู้ป่วยได้มากกว่า โดยสามารถให้การดูแลและรักษาในเครื่องปรับบรรยากาศได้พร้อมกันกับผู้ป่วย โดยไม่ต้องให้ผู้ป่วยแยกอยู่ในสภาวะโดดเดี่ยว (Isolated environment) ภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดเดี่ยวอีกด้วย

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงในเครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่งนั้น มีประโยชน์อย่างมากต่อผู้ป่วยดังกล่าว โดยเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศสามารถช่วยเหลือผู้ป่วยได้อย่างหลากหลายเช่น การใส่ hood บริเวณคอเพื่อครอบคลุมบริเวณศีรษะ การให้การดูแลในสภาวะฉุกเฉินหรือกรณีผู้ป่วยวิกฤต การดูแล สังเกตอาการอย่างใกล้ชิด และการตรวจร่างกายเพื่อติดตามการตอบสนองต่อการรักษา และการรักษาด้วยเครื่องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่ง มีความคุ้มทุนในการรักษาผู้ป่วยมากกว่าชนิดเดี่ยวอีกด้วย แต่ในทางกลับกันการรักษาดังกล่าวที่ซึ่งมีเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศเข้าไปดูแลผู้ป่วยในสภาวะแวดล้อมเดียวกับผู้ป่วยนั้น เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศจะต้องพบกับการเปลี่ยนแปลงทั้งทางฟิสิกส์และสรีรวิทยาของการรักษาดังกล่าวพร้อมไปกับผู้ป่วยที่รับการบำบัดดังกล่าว

ภัยคุกคาม (Hazard) ที่สำคัญต่อการรักษาด้วยการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงนั้น มีหลากหลายเช่น ความดันบรรยากาศ อุณหภูมิ เสียง และการยศาสตร์ แต่ภัยคุกคามที่สำคัญที่สุดและสามารถพบได้ในการให้บริการทางการแพทย์ดังกล่าว คือ ความดันบรรยากาศ จากการศึกษาพบว่าเมื่อมนุษย์อยู่ในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของความดันบรรยากาศแวดล้อม (Ambient pressure) ความดันที่เปลี่ยนแปลงดังกล่าว จะมีผลโดยตรงต่อมนุษย์ จากกฎของของไหลตามทฤษฎีของ ปาสคาล (Pascal's Law) พบว่า หากเพิ่มความดันให้กับของไหล ความดันจะกระจายกันต่อไปสู่ทุก ๆ ส่วนด้วยความดันเท่า ๆ กัน ในทางปฏิบัติพบว่าเมื่อมีการเพิ่มความดันของบรรยากาศแวดล้อมแล้ว ความดันจะถูกกระจายจากผิวหนัง เข้าสู่เนื้อเยื่อต่าง ๆ และกระจายไปตามร่างกายไปสู่การเพิ่มความดันที่ไปสู่ช่องอากาศที่จะสามารถถูกบีบอัดได้ ทำให้มีการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อที่อยู่

บริเวณข้างเคียงกับช่องอากาศในร่างกาย เช่น โพรงไซนัส หูชั้นกลาง ปอด ถุงลม กระเพาะ และลำไส้เป็นต้น[2]

นอกจากนี้ ภัยคุกคามที่เกิดขึ้นเกิดจากการเพิ่มขึ้นของความดันของก๊าซที่คนไข้และเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ หายใจเข้าระหว่างทำการรักษา ทำให้ความดันส่วนของก๊าซแต่ละชนิดเพิ่มขึ้นตามลำดับ อากาศปกติประกอบด้วย ก๊าซไนโตรเจนประมาณ 78% ก๊าซออกซิเจนประมาณ 21% และก๊าซอื่น ๆ[1] ในบรรยากาศประมาณ 1% โดยก๊าซไนโตรเจน นับเป็นก๊าซเฉื่อยที่ร่างกายไม่ได้ใช้ประโยชน์ แต่เมื่ออยู่ในสภาวะความดันบรรยากาศมากกว่า 1 บรรยากาศแล้ว ก๊าซไนโตรเจนจะละลายมากขึ้นในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นของความดันส่วน (Partial pressure) ตามความดันรวมของก๊าซที่เพิ่มขึ้นตามกฎของเฮนรี่ (Henry's Law) โดยความดันนี้จะทำให้อากาศที่แลกเปลี่ยนที่ปอดมีความดันส่วนของก๊าซไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นด้วย ในสภาวะดังกล่าว ก๊าซไนโตรเจนจะเข้าไปอิ่มตัวในเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยแยกกันตามความสามารถในการละลายของก๊าซไนโตรเจนในเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยเมื่อมีความดันบรรยากาศที่เพิ่มสูงและมีระยะเวลาที่รับความดันบรรยากาศนั้นนานเพียงพอ ไนโตรเจนจะเข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium)[2]

เมื่อมีการลดความกดดันเพื่อเป็นการเสร็จสิ้นการรักษา เจ้าหน้าที่จะทำการลดความกดดันบรรยากาศ เมื่อมีการลดความดันบรรยากาศแวดล้อม จะมีผลทำให้การสูญเสียสมดุลของไนโตรเจน โดยไนโตรเจนจะอยู่ในภาวะอิ่มตัวเกินสมดุล (Supersaturation) ร่างกายจำเป็นต้องขับไนโตรเจนจากในเนื้อเยื่อในร่างกายที่สูงกว่าบรรยากาศแวดล้อม โดยการแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านทางปอด หากการแลกเปลี่ยนดังกล่าวมีความผิดปกติ เช่น อัตราการลดความกดเร็วกว่าปกติ เจ้าหน้าที่มีโรคประจำตัว ออกกำลังกายอย่างหนักก่อนปฏิบัติหน้าที่ มีความเสี่ยงต่าง ๆ หรือมีความผิดปกติของระบบหัวใจและหลอดเลือดที่ทำให้มีการเคลื่อนของฟองอากาศขนาดเล็กของไนโตรเจน ข้ามจากฝั่งหลอดเลือดดำมายังฝั่งหลอดเลือดแดง โดยไม่ผ่านการกรองที่เส้นเลือดฝอยบริเวณปอด จะทำให้มีความกดดันแฝงจากการลดความกด (Decompression stress) ที่เพิ่มสูงขึ้นในร่างกาย ซึ่งจะนำมาสู่โอกาสที่เพิ่มขึ้นต่อการเกิดโรคจากการลดความกด (Decompression sickness)

อย่างไรก็ตาม ในการลดความกดดันบรรยากาศทุกครั้ง สามารถพบฟองอากาศขนาดเล็กภายในเนื้อเยื่อและเส้นเลือดต่าง ๆ ของร่างกายอยู่แล้ว หากแต่ร่างกายมีความสามารถเพียงพอในการ

ขจัดฟองอากาศเหล่านั้นได้โดยไม่ทำให้เกิดโรค จึงเรียกฟองอากาศที่ไม่ทำให้เกิดโรคเหล่านี้ว่า ฟองอากาศเงียบ (Silent bubble) ซึ่งจะสามารถเกิดได้จากหลายทฤษฎีการเกิดฟองอากาศจากการลดความกด (Decompression Theory) ซึ่งหากอยู่ในสภาวะที่ความกดดันแฝงจากการลดความกดไม่สูงนักและไม่มีความผิดปกติของร่างกาย เส้นเลือดฝอยบริเวณปอด (Pulmonary capillary) จะสามารถขจัดฟองอากาศเงียบเหล่านั้นได้ แต่หากความกดดันแฝงจากการลดความกดสูงมากเกินกว่าความสามารถของเส้นเลือดฝอยบริเวณปอดจะสามารถขจัดได้จะทำให้มีความเสี่ยงในการเกิดฟองอากาศที่ก่อโรค (Pathologic bubbles) ซึ่งจะนำมาสู่การเจ็บป่วยจากกลุ่มอาการโรคจากการลดความกด (Decompression illness) ตามมาได้[2,4]

ต่อมาได้มีการพัฒนาการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณฟองอากาศในเส้นเลือดตั้งแต่การศึกษาโดยใช้ Doppler จนถึงการศึกษาด้วย Echocardiography ในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน แต่ยังไม่เคยมีการศึกษาในกลุ่มประชากรเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศหลังการดูแลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงในหน่วยงานของกองทัพเรือและ/หรือหน่วยงานทางทหารทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ

คำถามวิจัย

ความกดดันแฝงจากการลดความกดที่พบจากการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงในเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ให้การดูแลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความกดดันแฝงจากการลดความกดภายหลังการให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ
2. เพื่อศึกษาความเสี่ยงจากการทำงานและปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดความกดดันแฝงจากการลดความกดจากการทำงานของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศสูงขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศในการศึกษาครั้งนี้เป็นเจ้าหน้าที่ซึ่งให้การพยาบาลผู้ป่วยภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงภายในกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ

นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1. การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง (Hyperbaric oxygen therapy) หมายถึง การบำบัดซึ่งให้ผู้ป่วยหายใจด้วยออกซิเจนบริสุทธิ์ 100% ภายใต้ความกดดันบรรยากาศที่มากกว่าระดับน้ำทะเล หรือมากกว่า 1 บรรยากาศสัมบูรณ์ ภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (Hyperbaric chamber)

2. ห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (Multiplace hyperbaric chamber) หมายถึง ห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงที่ผู้ให้และผู้รับบริการสามารถเข้าทำการบำบัดอาการเจ็บป่วยต่าง ๆ พร้อมกันตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป

3. ความกดดันแฝงจากการลดความกด (Decompression stress) หมายถึง ความกดดันที่พบภายในร่างกายที่เกิดตามหลังการลดความกดดันบรรยากาศแวดล้อม โดยตรวจได้จากปริมาณฟองอากาศในหลอดเลือดดำในการตรวจด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

4. ฟองอากาศเงียบ (Silent bubble) หมายถึง ฟองอากาศในหลอดเลือดดำเกิดจากการลดความกดที่ไม่ทำให้เกิดพยาธิสภาพ

5. ผู้ปฏิบัติงานภายใน (Inside tender) หมายถึง เจ้าหน้าที่ซึ่งปฏิบัติงานภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

6. เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ (Diving medical technician) หมายถึง เจ้าหน้าที่พยาบาลของกองทัพเรือซึ่งผ่านการอบรมหลักสูตรเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศและทำงานเกี่ยวข้องกับงานเวชศาสตร์ใต้น้ำและความกดบรรยากาศสูง

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

1. ปรับปรุงตารางการทำงานของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด

2. ค้นหาปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อความกดดันแฝงจากการลดความกดในเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ เพื่อการนำไปสู่การวางแผนและมาตรการป้องกัน เฝ้าระวัง เพื่อลดการเจ็บป่วยจากการปฏิบัติหน้าที่ในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ จะมีการนำเสนอผ่านความเห็นชอบจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และคณะกรรมการจริยธรรม กรมแพทย์ทหารเรือ

งานวิจัยนี้สามารถวิเคราะห์ปัญหาทางจริยธรรมที่เกี่ยวข้องตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ดังนี้

1. หลักการให้ความเคารพในบุคคล (Respect for Person) ในการเข้าร่วมในโครงการวิจัยครั้งนี้ข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลในการวิจัยของผู้เข้าร่วมวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับทั้งในกระบวนการเก็บข้อมูล การบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการรายงานข้อมูล ไม่มีการระบุชื่อ ที่อยู่ของผู้เข้าร่วมวิจัยในแบบบันทึกข้อมูลหรือแบบสอบถาม การวิเคราะห์ผลและรายงานผลการวิจัยจะนำเสนอในภาพรวมเป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์ทางวิชาการเท่านั้นและจะไม่กระทบต่อผู้เข้าร่วมวิจัยและสถานปฏิบัติงานที่ผู้เข้าร่วมวิจัยสังกัดอยู่ รวมถึงไม่มีการเปิดเผยข้อมูลหรือผลการตรวจแก่ผู้บังคับบัญชาทุกระดับชั้นแต่อย่างใด นอกจากนี้จะมีการให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการวิจัยจนผู้เข้าร่วมวิจัยมีความเข้าใจเป็นอย่างดี และให้อิสระในการตัดสินใจยินยอมเข้าร่วมในการวิจัย

2. หลักแห่งผลประโยชน์ (Beneficence) การวิจัยครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมวิจัยจะไม่ได้รับประโยชน์โดยตรงใดจากการเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้ แต่ผลการวิจัยจะก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อภาพรวมของงานเวชศาสตร์ใต้น้ำในด้านวิชาการและความปลอดภัยในการทำงาน ผู้เข้าร่วมวิจัยสามารถถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกเมื่อ และผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถติดต่อผู้วิจัยได้ตลอดเวลาหากต้องการข้อมูลเพิ่มเติม

3. หลักแห่งความยุติธรรม (Justice) ในการดำเนินโครงการนี้ ผู้วิจัยเลือกทุกคนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในหน่วยงานเดียวกันจะมีโอกาสในการได้รับเลือกเข้าโครงการฯ เท่ากัน มีเกณฑ์การคัดเข้าและออกจากการวิจัยอย่างชัดเจน ไม่มีผลประโยชน์ขัดกันในการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อประเมินฟองอากาศขนาดเล็กในเส้นเลือดด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงในเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งเป็นสาระสำคัญดังนี้

1. ความเป็นมาและแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดโรคจากการลดความกด

2. ความเป็นมาและแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินฟองอากาศขนาดเล็กภายในเส้นเลือด

3. การประเมินฟองอากาศขนาดเล็กด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

4. ตารางการรักษาห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ

5. การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินฟองอากาศขนาดเล็กภายในเส้นเลือดของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ความเป็นมาและแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดโรคจากการลดความกด

โรคจากการลดความกด (Decompression sickness) นับเป็นภาวะสำคัญที่สุดภาวะหนึ่งซึ่งจำเป็นต้องทำการรักษาด้วยการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูงภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง นอกจากนั้นโรคจากการลดความกดก็สามารถเกิดได้จากการบำบัดดังกล่าวได้เช่นกัน จากการศึกษาของ Cooper PD และคณะ พบว่า อัตราการเกิดโรคจากการทำงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่งของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศในโรงพยาบาล Royal Hobart Hospital เท่ากับ 0.76% เมื่อทำการรักษาด้วยตารางการรักษาปกติ ที่ความดันบรรยากาศ 243 kPa (เทียบเท่ากับ 45 Feet Sea Water (FSW) หรือ 2.4 บรรยากาศ) ซึ่งระบุว่า เป็นอัตราความเสี่ยงของโรคจากการประกอบอาชีพที่สูงเกินกว่าจะยอมรับได้ในการให้บริการทางการแพทย์ปกติ[5]

ปัจจัยเสี่ยงของโรคจากการลดความกด สามารถแยกออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ

1) จากปัจจัยบุคคล ได้แก่ ภาวะขาดน้ำ (Dehydration) ภาวะอ้วน (Obesity) การอ่อนล้า (Fatigue) อายุ (Age) เพศหญิง (Female) สมรรถนะทางกายที่ต่ำ (Poor physical condition) การออกกำลังกายหลังจากดำน้ำ (Exercise after diving) โรคประจำตัว (Pre-existing medical conditions) การเจ็บป่วยจากโรคจากการลดความกดครั้งก่อน (Previous DCS) เป็นต้น

2) จากปัจจัยการดำและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สภาวะแวดล้อมในการดำ (Diving conditions) การลดความกดอย่างไม่เพียงพอ (Inadequate decompression) ระยะพักน้ำไม่เพียงพอ (Inadequate surface interval) ดำน้ำในที่สูง (Altitude diving) เป็นต้น

จากข้อมูลของคู่มือการดำน้ำของกองทัพเรือสหรัฐ พบว่าอัตราการเกิดโรคจากการลดความกดหลังจากการดำน้ำ ร้อยละ 42 เริ่มมีอาการภายใน 1 ชั่วโมง ร้อยละ 60 เริ่มมีอาการภายใน 3 ชั่วโมง ร้อยละ 83 เริ่มมีอาการภายใน 8 ชั่วโมง และร้อยละ 98 เริ่มมีอาการภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากการขึ้นสู่ผิวน้ำหรือการลดความกดกลับมาที่ 1 บรรยากาศ[2]

อาการของโรคจากการลดความกดแยกออกเป็น 2 ชนิด

1. Type 1 Decompression sickness คือ กลุ่มอาการของระบบกล้ามเนื้อและกระดูก (Musculoskeletal) หรือกลุ่มอาการปวด (Pain-only symptoms) กลุ่มอาการทางผิวหนัง (Cutaneous symptoms) และกลุ่มอาการบวมหรือปวดของต่อมน้ำเหลือง (Swelling and pain in lymph nodes) โดยกลุ่มอาการที่พบมากที่สุดคือ กลุ่มอาการปวดบริเวณ ไหล่ ข้อศอก ข้อมือ มือ เข่า และ ข้อเท้า

2. Type 2 Decompression sickness แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มอาการ ดังนี้ 1) กลุ่มอาการของระบบประสาท (Neurological symptoms) เช่น อาการชา การรับสัมผัสที่เปลี่ยนแปลง อ่อนแรง อัมพฤกษ์ การเปลี่ยนแปลงการรู้สึกตัว หรือการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลง 2) กลุ่มอาการของหูชั้นใน (Inner ear symptoms) หรือเรียกว่า Staggers เช่น การได้ยินผิดปกติ การทรงตัวผิดปกติ 3) กลุ่มอาการระบบหัวใจและปอด (Cardiopulmonary symptoms) หรือเรียกว่า Chokes เช่น การหายใจผิดปกติ หอบเหนื่อย แน่นหน้าอก ไอเป็นเลือด ระบบหัวใจและปอดล้มเหลว เป็นต้น

ความเป็นมาและแนวคิดเกี่ยวกับการประเมินฟองอากาศขนาดเล็กภายในเส้นเลือด

การศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาตารางการดำอย่างปลอดภัยนั้น เดิมมุ่งประเด็นการศึกษาอยู่เพียงการพิจารณาว่าตารางการดำนั้น ๆ จะทำให้เกิดโรคหรือไม่ (Nishi, 2003) ต่อมาได้มีการมุ่งความสนใจไปยังฟองอากาศในเส้นเลือดว่าเป็นตัวแปรสำคัญในการศึกษาเกี่ยวกับระดับ (Grading) ของฟองอากาศในเชิงปริมาณมากกว่าการพิจารณาเพียงการเกิดโรคหรือไม่ (Nishi - Benette)[4]

ต่อมามีการทบทวนเกี่ยวกับกระบวนการตรวจหาฟองอากาศเพื่อบ่งถึงความกดดันแฝงจากการลดความกด โดยนักวิจัยหลายท่าน เช่น Evans (1975) Powell et al (1982) และ Nishi (1993) ต่อมามีการศึกษาค้นคว้าวิธีที่เหมาะสมให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด แต่วิธีที่นิยมและใช้ได้จริงในทางปฏิบัติมากที่สุดคือ 1) Doppler method และ 2) Ultrasonic imaging

จากการศึกษาของ Nishi พบว่า กระบวนการศึกษาด้วย Doppler นับเป็นวิธีแรกและเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด ซึ่งมีเทคนิคการทำที่ง่าย กะทัดรัด ค่าใช้จ่ายไม่สูง และสามารถใช้กับการศึกษาทางสนามได้ง่าย เมื่อเทียบกับการศึกษาด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasound) ซึ่งในอดีต มีขนาดใหญ่ ค่าใช้จ่ายสูง และซับซ้อนมากกว่า ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคลื่นเสียงความถี่สูงได้มีการพัฒนาไปมาก

จากการศึกษาของ Eftedal O. (Ultrasonic detection of decompression induced vascular microbubbles) พบว่าการค้นหาฟองอากาศด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงนั้นสามารถแบ่งระดับของฟองอากาศได้อย่างแม่นยำด้วยผู้ตรวจที่ไม่ได้ผ่านการฝึกอบรมพิเศษ ซึ่งแตกต่างจากการค้นหาด้วยเครื่อง Doppler ซึ่งระบุถึงความจำเป็นของการส่งผู้ตรวจเข้าฝึกอบรมพิเศษ เพื่อสามารถตรวจพบและแปลผลได้อย่างแม่นยำ ซึ่งเป็นผลให้การค้นหาฟองอากาศด้วยเครื่องคลื่นเสียงความถี่สูงมีประสิทธิภาพและลดโอกาสอคติที่เกิดจากผู้ตรวจ (Operator bias) อีกด้วย อย่างไรก็ตามผลการตรวจที่ได้ก็เป็นลักษณะภาพตัดขวาง (Cross-sectional) ของฟองอากาศในเส้นเลือดในบริเวณหนึ่ง ๆ และอาจจะไม่สามารถบ่งถึงฟองอากาศในเส้นเลือดหรือเนื้อเยื่อบริเวณอื่นของร่างกายได้อย่างชัดเจน[6]

ต่อมาได้มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาข้อมูลดังกล่าว เพื่อนำไปพัฒนาตารางการรักษาเพื่อผลสำเร็จสูงสุดและเป็นมาตรฐานทางการรักษาในหลายหน่วยงาน[7] รวมถึงเพื่อการพิจาณาเลือกตารางและเทคนิคในการรักษาที่ปลอดภัยที่สุดสำหรับเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ[8]

การประเมินฟองอากาศขนาดเล็กด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

การบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography) เป็นการตรวจทางรังสีวิทยาโดยใช้เทคโนโลยีเดียวกับการตรวจด้วยเครื่อง Ultrasound เป็นการส่งสัญญาณเสียงผ่านหัวส่ง (Transducer) แล้วรับสัญญาณเสียงซึ่งสะท้อนกลับจากอวัยวะภายในต่าง ๆ รวมทั้งฟองอากาศที่พบในเส้นเลือดกลับ โดยแปลผลเป็นคลื่นไฟฟ้าและแสดงบนหน้าจอ การแสดงผลของ Ultrasound จะมี 3 ชนิดดังนี้ 1) A-mode 2) M-mode 3) B-mode โดย B-mode (Brightness mode) นิยมใช้มากที่สุดทางการแพทย์ โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นรูปแบบของภาพ 2 มิติ โดยความถี่ที่ใช้ในการศึกษาจะอยู่ระหว่าง 1 ถึง 10 MHz[4]

จากการศึกษาของ Pollock NW (2007) พบว่าการศึกษาด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงชนิด 2 มิติ (Two-dimensional ultrasonic imaging) นั้นมีข้อได้เปรียบเหนือการศึกษาด้วยเครื่อง Doppler อย่างชัดเจนคือ เครื่อง Echocardiogram สามารถตรวจบริเวณหัวใจห้องซ้าย (Left ventricle) และได้ข้อมูลชัดเจนและน่าเชื่อถือมากกว่าเครื่อง Doppler[9]

Pollock NW (2007) พบว่าการตรวจไม่พบฟองอากาศในหลอดเลือดดำ (Absence of venous gas embolism) มีความสัมพันธ์กับการไม่เกิดโรคจากการลดความกด (Absence of decompression sickness) มากกว่า การที่ตรวจพบฟองอากาศในหลอดเลือดดำ (Presence of venous gas embolism) แล้วมีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคจากการลดความกด (Presence of decompression sickness) โดยพบว่าหากไม่พบฟองอากาศแล้ว Negative predictive value จะมีค่า 0.98 แต่หากพบฟองอากาศในระดับ III และ IV ตามเกณฑ์ของ Spencer แล้วจะพบ Positive predictive value 0.39 ต่อการเกิดโรคดังกล่าว[9]

Brubakk (1989) ได้กำหนดระดับของความถี่ของสัญญาณ Ultrasound ในการตรวจหาฟองอากาศในส่วนต่าง ๆ ของร่างกายดังนี้ Precordial (3 - 5 MHz ช่วงความยาวคลื่น 523 - 314 micrometer) Transesophageal heart (5 - 7.5 MHz ช่วงความยาวคลื่น 314 - 209 micrometer) และบริเวณ Periphery (10 MHz ช่วงความยาวคลื่น 157 micrometer)

ตำแหน่งที่นิยมทำการศึกษามากที่สุดคือบริเวณของหัวใจห้องล่างขวา (Right ventricle and right ventricular outflow tract) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง ช่องระหว่างกระดูกซี่โครงช่องที่ 2 และ 3

ด้านซ้ายต่อกระดูกหน้าอก (2nd and 3rd left intercostal space just left of the sternum) โดยฟองอากาศจะเห็นเป็นลักษณะจุดสว่างสีขาว (Bright spots) โดยเทคนิคที่จะช่วยให้สามารถเห็นฟองอากาศชัดเจนที่สุดคือให้ผู้ถูกตรวจอยู่ในท่า Left lateral decubitus

Reinertsen et al (1998) และ Vik et al (1990,1993) ได้ทำการค้นหาฟองอากาศบริเวณหัวใจผ่านทาง Transesophageal แต่ทำในเฉพาะสัตว์ทดลองเท่านั้น นอกจากนี้ Rubissow and Mackay (1971) ได้ทำการศึกษาฟองอากาศในเนื้อเยื่อส่วนปลาย (Peripheral tissue) ในหนูทดลองและต่อมามีความพยายามในการศึกษาในคน แต่วิธีการดังกล่าวไม่เป็นที่นิยมนักเนื่องจากยากลำบากและมีค่าใช้จ่ายที่สูง

การประเมินระดับฟองอากาศ เนื่องจากเดิมการศึกษาด้วยวิธี Ultrasonic imaging นั้นมีค่าใช้จ่ายสูงและมีการศึกษาที่ไม่มากนัก จึงมีระบบการประเมินเพียง 2 ระบบ คือ ระบบของ Boussuges et al (1998) และ ระบบของ Eftedal and Brubakk (1997)[10] โดยที่นิยมใช้มากกว่าคือระบบ EB grading (Eftedal and Brubakk grading) จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าระบบดังกล่าวสามารถบอกถึงระดับของฟองอากาศได้อย่างแม่นยำถึงแม้ผู้ตรวจไม่ได้ผ่านการอบรมพิเศษ

ตารางที่ 1 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

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2 การประเมินระดับฟองอากาศด้วย Ultrasonic imaging โดย Pollock NW

Grade	Description
0	No observable bubbles
I	Occasional bubbles
II	At least one bubble every four cardiac cycles
III	At least one bubble every cardiac cycles
IV	At least one bubble/cm^3 in every image
V	At least two bubbles/cm^3 in every image
VI	At least 80% of visible lumen obscured by bubble cloud single bubbles cannot be discriminated

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนฟองอากาศและระดับฟองอากาศในระบบ KM (Doppler) และ EB (Ultrasonic imaging)

KM Grade	EB Grade	Bubble count (bubbles / cm^3)
0	0	0
I-	1	0.01
I	1	0.05
I+	1	0.1
II-	2	0.15
II	2	0.2
II+	2	0.3
III-	3	0.5
III	3	1
III+	4	2
IV-	4	5
IV	5	10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ถึงแม้จำนวนของฟองอากาศและระดับของฟองอากาศจากการแบ่งระดับตามเกณฑ์ข้างต้นจะเป็นเพียงการบ่งถึงฟองอากาศที่ผ่านเส้นเลือดดำหนึ่ง ๆ ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ แต่ก็เป็นข้อมูลที่เพียงพอต่อการบ่งถึงความเสี่ยงของการเกิดโรคจากการลดความกดที่เพิ่มขึ้น[11]

จากการศึกษาของ Brattebe et al ในกลุ่มเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ทำงานภายใต้ตารางการรักษาที่ความกดดัน 2.4 บรรยากาศ เป็นระยะเวลา 150 นาที พบว่าโรคจากการลดความกดเป็นโรคที่มีอุบัติการณ์เพียง 0.76% แต่อย่างไรก็ตาม โรคดังกล่าวนับเป็นโรคที่มีความรุนแรงและทำให้เกิดบาดเจ็บและทุพพลภาพถาวรได้ นอกจากนี้ Pirone CJ ได้ประเมินการสูญเสียทางเศรษฐศาสตร์ว่า หากมีการบาดเจ็บและทุพพลภาพต่อเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศจะทำให้เกิดความสูญเสียถึง 50,000 USD ต่อราย[12]

ข้อมูลที่ได้มีความจำเป็นต่อการศึกษาหาความกดดันแฝงจากการลดความกด (Decompression stress) จากการค้นหาฟองอากาศในหลอดเลือดดำ เพื่อนำมาอนุมานความเสี่ยงของการเกิดโรคจากการลดความกดที่อาจเกิดขึ้น เพื่อนำไปสู่การป้องกันการเจ็บป่วยดังกล่าวต่อไป

จากการศึกษาของ Conkin et al (1998) พบว่า ระดับของฟองอากาศที่เพิ่มขึ้นจะเพิ่มอุบัติการณ์ของการเกิดโรคจากการลดความกด (Decompression sickness) ตามลำดับความรุนแรงของฟองอากาศที่เพิ่มขึ้นค่อนข้างชัดเจน โดยพบว่า Bubble Grade 1 พบร้อยละ 1.5% Grade 2 พบร้อยละ 11% Grade 3 พบร้อยละ 9% Grade 4 พบร้อยละ 19% และ Grade 5 พบร้อยละ 48%[13]

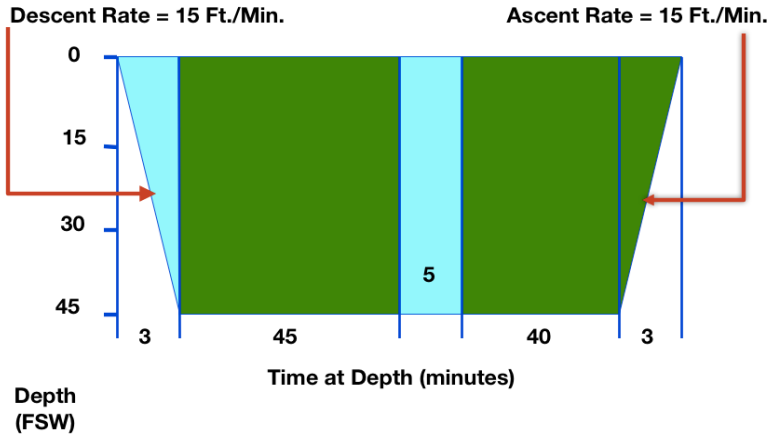
ตารางการรักษาห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ

ข้อบ่งชี้ของการบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง โดยสมาคมเวชศาสตร์ใต้ทะเลและเวชศาสตร์ความดันบรรยากาศสูง (Undersea and Hyperbaric Medical Society) ที่ซึ่งกำหนดภาวะต่าง ๆ ที่มีข้อบ่งชี้ในการบำบัดดังกล่าวทั้งสิ้น 14 ภาวะ

กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ ได้กำหนดข้อบ่งชี้ดังกล่าวเป็นข้อบ่งชี้ของหน่วยงาน จากข้อมูลพบว่าในปี พ.ศ. 2551 มีจำนวนผู้เข้ารับการรักษาด้วยข้อบ่งชี้ต่าง ๆ ทั้งสิ้น

181 ราย ประกอบด้วย การรักษาและป้องกันบาดแผลกระดูกตายจากการฉายรังสี (Osteoradionecrosis and its prophylaxis) 50% กระเพาะปัสสาวะอักเสบจากการฉายรังสี (Radiation necrosis) 13% แผลเบาหวาน (DM ulcer) 10% แผลหายยากชนิดอื่น ๆ (Other non-healing ulcers) 7% ภาวะกระดูกและไขกระดูกอักเสบและตายเรื้อรัง (Chronic osteomyelitis) 4% โรคจากการลดความกด (Decompression illness) 3% การติดเชื้อเนื้อเยื่อต่าง ๆ (Soft tissue infection) 3% แผลเนื้อเยื่อตายจากการฉายรังสีอื่น ๆ (Other soft tissue radiation necrosis) 3% การบาดเจ็บจากการบดทับ (Crush injury) 1% อื่น ๆ 6%

จากคู่มือ US Navy Diving Manual Revision 6 ได้กำหนดมาตรฐานตารางการรักษาในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง ด้วยตารางการรักษา HBO Treatment Table ดังแผนภูมิที่ 1



แผนภูมิที่ 1 ตารางการบำบัดโรค กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ (D.U.A.M. Treatment Table)

โดยระบุให้มีการเพิ่มความกดจาก 1 บรรยากาศ (0 Feet sea water) ไปยังประมาณ 2.4 บรรยากาศ (45 Feet sea water) ในอัตรา 15 ฟุตต่อนาที โดยทำการรักษาด้วยการให้ออกซิเจนบริสุทธิ์ 100% ที่ความลึก 45 FSW นาน 45 นาที หลังจากนั้นให้ผู้ป่วยหายใจด้วยอากาศปกติ 5

นาที และหายใจต่อด้วยออกซิเจนบริสุทธิ์อีก 40 นาที หลังจากนั้นเจ้าหน้าที่จะทำการลดความกดด้วยอัตรา 15 ฟุตต่อนาที มายังความดันบรรยากาศปกติที่ 1 บรรยากาศ โดยขณะที่ทำการลดความกดนั้นทั้งผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศจะหายใจด้วยออกซิเจนบริสุทธิ์จนเสร็จสิ้นการรักษา

จากข้อมูลพบว่าข้อบ่งชี้ส่วนใหญ่ของการบำบัดด้วยออกซิเจนความดันสูง (ยกเว้นโรคจากการลดความกด ภาวะฟองอากาศอุดตันเส้นเลือดแดงเฉียบพลัน ภาวะความเป็นพิษของคาร์บอนมอนนอกไซด์ชนิดรุนแรง ฯลฯ) สามารถใช้ตารางการรักษาเดียวกันได้ ทำให้บทบาทของการรักษาด้วยห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่ง มีประโยชน์ที่เพิ่มมากขึ้น เพิ่มความปลอดภัยในการดูแลผู้ป่วยได้มากขึ้น และเพิ่มความคุ้นทุนในการรักษาด้วยวิธีดังกล่าว ทำให้มีการใช้วิธีการรักษาดังกล่าวมากกว่าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดเดี่ยวมาก

ตารางการรักษาของกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กำหนดให้มีการรักษาด้วยห้องปรับแรงดันบรรยากาศชนิดหลายที่นั่งวันละ 3 ครั้ง ระหว่างเวลา 1) 0830น - 1000น 2) 1200น - 1330 น และ 3) 1400น - 1530น ทุกวันจันทร์ถึงวันศุกร์ โดยเว้นวันหยุดราชการ โดยจะมีเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศทำงานหมุนเวียนกันหลายตำแหน่ง โดยตามข้อบังคับของสมาคมเวชศาสตร์ใต้ทะเลและเวชศาสตร์ความดันบรรยากาศสูง ได้แบ่งหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ ออกเป็น 7 ตำแหน่ง ดังนี้ 1) ผู้ควบคุมเครื่อง 1 (Operator 1) 2) ผู้ควบคุมเครื่อง 2 (Operator 2) 3) พยาบาลหมุนเวียน (Circulate) 4) ผู้ปฏิบัติการภายใน (Inside tender) 5) ผู้ควบคุมการดำ (Dive supervisor) โดยจะสับเปลี่ยนหมุนเวียนตามเหมาะสม โดยมีข้อกำหนด ห้ามเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศปฏิบัติงานภายใต้ความดันในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงซ้ำในระยะเวลา 24 ชั่วโมง และหากมีร่างกายไม่สมบูรณ์หรือมีอาการเจ็บป่วย

การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินฟองอากาศขนาดเล็กภายในเส้นเลือดของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ

Cooper PD และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาความปลอดภัยในการทำงานของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง โดยใช้การตรวจด้วยเครื่อง Doppler ที่โรงพยาบาล Royal Hobart Hospital เมื่อทำการรักษาด้วยตารางการรักษาปกติ ที่ความดันบรรยากาศ 243 kPa

(เทียบเท่ากับ 45 FSW หรือ 2.4 บรรยากาศ) และแปลผลด้วยระบบ Kisman-Masurel (KM scoring system) พบว่า ความกดดันแฝงจากการลดความกด (Decompression stress) ในประชากรที่ศึกษาทั้งสิ้น 28 ราย ร้อยละ 68 อยู่ในระดับต่ำ (KM Grades 0-I) ร้อยละ 22 อยู่ในระดับปานกลาง (KM Grades II) และร้อยละ 10 อยู่ในระดับสูง (KM Grades III-IV)[5]

แก้วตา กิจกำแหง และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับภาวะแทรกซ้อนจากการปฏิบัติงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง ของบุคลากรสังกัดหน่วยเวชศาสตร์ใต้น้ำ กองทัพเรือ โดยมุ่งเน้นที่การตรวจการได้ยินและการมองเห็น พบว่าหลังจากเริ่มทำงานและมีการตรวจสุขภาพประจำปีซ้ำเทียบกับการตรวจสุขภาพก่อนทำงาน กลุ่มตัวอย่างมีความผิดปกติของการได้ยินเพิ่มมากขึ้น ร้อยละ 28.9 และร้อยละ 38.3 ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และมีความผิดปกติของการมองเห็นเพิ่มมากขึ้น ร้อยละ 48.8 และร้อยละ 17.2 ในปีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ[14]

Eftedal OS (2007) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของเกณฑ์การประเมินระดับฟองอากาศระหว่างเกณฑ์ของ Doppler โดย Spencer Scale ซึ่งได้จากการฟังเสียงของสัญญาณ Doppler เท่านั้น และ Ultrasonic imaging โดย Eftedal and Brubakk Scale ซึ่งได้จากผลภาพของการทำ ultrasound พบว่าทั้งสองระบบมีคุณลักษณะใกล้เคียงกันและสามารถเทียบเคียงกันได้จริง และได้ทำการศึกษาการดำน้ำ 204 ครั้ง พบว่าการค้นหาฟองอากาศในเส้นเลือดนั้นมีความไวสูง (Highly sensitive) แต่ความจำเพาะไม่สูง (Not specific) ในการเป็นตัวพยากรณ์ความกดดันแฝงจากการลดความกด

Flook V (1999) พบว่าจำนวนของฟองอากาศในเส้นเลือดสามารถตรวจพบได้มากที่สุดในช่วง 90 - 120 นาที หลังจากมีการลดความกดดันบรรยากาศ และระดับของฟองอากาศที่ตรวจพบจะคงอยู่ได้ 2 - 3 ชั่วโมง ซึ่งระยะเวลาที่สามารถตรวจพบฟองอากาศได้นั้นขึ้นอยู่กับ ความรุนแรงของการลดความกดทั้งระยะเวลาและความดัน รวมถึงระดับกิจกรรมที่ปฏิบัติระหว่างอยู่ภายใต้ความกดดันบรรยากาศสูง

Chulalongkorn University

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาชนิด Prospective study โดยทำขึ้นที่กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ ซึ่งเป็นหน่วยบริการหลักทางด้านงานเวชศาสตร์ใต้น้ำและความกดบรรยากาศสูง มีห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงจำนวน 2 เครื่อง ปัจจุบันหน่วยงานดังกล่าวประกอบด้วย ห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดเดี่ยว 2 เครื่อง และห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่งจำนวน 1 เครื่อง มีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

ประชากรกลุ่มเป้าหมาย คือ เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่มีการเข้าดูแลผู้ป่วยภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงอย่างต่อเนื่อง

เกณฑ์นำเข้า (Inclusion Criteria) คือ เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศทุกนายที่ปฏิบัติหน้าที่ภายในกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ และมีการเข้าดูแลผู้ป่วยภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงอย่างต่อเนื่อง

เกณฑ์คัดออก (Exclusion Criteria) คือ ผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจร่างกายโดยแพทย์เวชศาสตร์ใต้น้ำ ไม่ผ่านการทดสอบร่างกายประจำปี มีโรคประจำตัวที่ขัดต่อการทำงานในความดันบรรยากาศสูง เช่น ภาวะปอดแตกที่ยังไม่ได้รับการรักษา (Untreated pneumothorax) ใช้ยาบางชนิด เช่น Doxorubicin, Cisplatinum, Disulfiram, Mafenide acetate มีประวัติหอบหืด มีภาวะติดเชื้อทางเดินหายใจส่วนบน โรคกลัวที่แคบ (Claustrophobia) มีไข้สูง ประวัติการผ่าตัดทรวงอก เป็นต้น

การคำนวณขนาดตัวอย่าง ใช้วิธีการเจาะจงเลือกศึกษาของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่กำลังปฏิบัติหน้าที่จริงภายในกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ (Total survey) โดยจากการศึกษาพบว่ามีจำนวนทั้งสิ้น 30 ราย

ผู้ทำวิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยจากทะเบียนประวัติ ประวัติการทดสอบร่างกายปีล่าสุด รวมถึงประวัติการทำงานต่าง ๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์กับผลการตรวจต่อไป

การประเมินฟองอากาศขนาดเล็กในเส้นเลือดด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง จะกำหนดให้แพทย์ผู้ทำการตรวจที่ได้รับการคัดเลือกจำนวน 1 คน เตรียมพร้อมในการตรวจ โดยจะเริ่มหลังจากเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศเสร็จจากการบำบัดผู้ป่วยภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงตามตารางการรักษาปกติ โดยให้เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศเดินไปยังห้องสวนหัวใจ รพ.สมเด็จพระปิ่นเกล้า โดยการเดินด้วยความเร็วปกติเท่านั้น (ระยะเวลาเฉลี่ยไม่เกิน 5 นาที) และไม่มีการขึ้น-ลงบันไดแต่อย่างใดเนื่องจากห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงและห้องสวนหัวใจอยู่บริเวณชั้น 1 ของรพ.สมเด็จพระปิ่นเกล้า (ภายในอาณาเขต รพ.เดียวกัน)

แพทย์ผู้ทำการตรวจจะทำการตรวจด้วยเครื่อง Echocardiogram รุ่น ACUSON SC2000 (Siemens Healthcare USA) หลังจากผู้เข้าร่วมวิจัยออกจากห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงครบ 30 นาที และทำการตรวจต่อเนื่องอีก 3 ครั้ง ณ เวลา 60 นาที 90 นาที และ 120 นาที ตามลำดับ โดยให้ผู้ร่วมวิจัยนอนในท่าตะแคงซ้าย (Left lateral decubitus) และทำการตรวจด้วยเครื่อง Echocardiogram โดยกำหนดให้มีการตรวจ 4 ชนิด แบ่งตามตำแหน่งของการตรวจและกิจกรรมของผู้เข้ารับการตรวจ ดังนี้

- Precordium, at rest

- Precordium, three knee squats

- Both Subclavian veins, at rest

- Both Subclavian veins, three hand clenches

สำหรับท่าพักผู้เข้าร่วมวิจัยจะอยู่ในท่าตะแคงซ้ายให้แพทย์ตรวจ สำหรับการตรวจบริเวณ Precordium ขณะเคลื่อนไหว ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยงอเข่าทั้ง 2 ข้างพร้อมกันต่อเนื่อง 3 ครั้ง (ขณะตะแคงซ้าย) และสำหรับการตรวจบริเวณ Subclavian veins ขณะเคลื่อนไหว ให้ผู้เข้าร่วมวิจัยกำมือแน่นและคลายมือ 3 ครั้งในข้างเดียวกับที่ทำการตรวจ หลังจากเสร็จแล้วผู้เข้าร่วมวิจัยนอนตะแคงซ้ายในท่าพักเพื่อรับการตรวจต่อทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยบันทึกค่าที่ตรวจพบสูงสุดในแต่ละส่วนของร่างกาย โดยเก็บภาพของผลการตรวจเพื่อให้ผู้ตรวจทานสามารถตรวจทานอีกรอบได้ และลงบันทึกระดับของฟองอากาศตามระบบของ Eftedal and Brubakk เพื่อการแปลผลเทียบกับจำนวนของฟองอากาศ เป็นระดับของความกดดันแฝงจากการลดความกด (Decompression stress) โดยจะทำการเก็บภาพนิ่ง และ/หรือ ภาพเคลื่อนไหวของฟองอากาศในเส้นเลือด เพื่อทำการพิจารณาซ้ำจากภาพดังกล่าวที่ได้ทำการเก็บไว้ในครั้งแรก และจะทำการส่งภาพจากการตรวจทั้งหมดให้แพทย์ผู้ทำการตรวจอีก 2 ราย พิจารณาและให้คะแนนผลการตรวจจากภาพดังกล่าว และจะทำการเฉลี่ยคะแนนจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ราย ก่อนทำการบันทึกต่อไป

การรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลเพื่อการวิจัยจากเอกสาร ต่างๆที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2. ขอหนังสือจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและกรมแพทย์ทหารเรือถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อขออนุญาตทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ทำการฝึกอบรมแพทย์ผู้ใช้เครื่องมือและผู้ตรวจทานผลการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

4. ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้าในการศึกษา

5. ดำเนินการเก็บข้อมูล จากแบบสอบถาม ประวัติการรักษาและข้อมูลส่วนบุคคล และการตรวจบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงหลังจากการทำงานปกติของผู้เข้าร่วมการวิจัย

6. ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล

7. การตรวจสอบผลการตรวจและส่งผลให้ผู้ตรวจทานลงความเห็นของผล

8. วิเคราะห์และสรุปผล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis)

นำข้อมูลที่รวบรวมมาได้ทั้งหมดที่สมบูรณ์ครบถ้วน มาวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for Social Science)

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)

ข้อมูลปัจจัยด้านบุคคล วิเคราะห์ด้วยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่ และร้อยละ เพื่ออธิบายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา เช่น อายุ เพศ ความสูง น้ำหนัก ดัชนีมวลกาย ประวัติการสูบบุหรี่และดื่มแอลกอฮอล์ โรคประจำตัว ระดับสมรรถนะทางกาย การออกกำลังกาย การขาดน้ำ การเข้าห้องปรับฯครั้งล่าสุด การทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มความดันบรรยากาศ ประวัติการเป็นโรคจากการลดความกด เป็นต้น

สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics)

1. ใช้สถิติ Exact Probability test ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปัจจัยด้านบุคคลต่างๆ

2. ใช้สถิติ Spearman’s Correlation ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยด้านบุคคลต่าง ๆ กับระดับความกดดันแฝงจากการลดความกด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความกดดันแผ่งจากการลดความกดภายหลังการให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ และศึกษาความเสี่ยงจากการทำงานและปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดความกดดันแผ่งดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้น โดยสามารถแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนตามลำดับการดำเนินการดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม ประวัติด้านสุขภาพต่าง ๆ ผลการทดสอบสมรรถนะทางกายประจำปีตามมาตรฐานกองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม และประวัติด้านการทำงาน

ส่วนที่ 2 เป็นการตรวจวัดปริมาณฟองอากาศขนาดเล็กในเส้นเลือดด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography) เพื่อนำไปประเมินความกดดันแผ่งจากการลดความกด (Decompression stress) ที่เกิดหลังจากการให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

ส่วนที่ 3 เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อหาปัจจัยเสี่ยง และปัจจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีผลทำให้ความกดดันแผ่งดังกล่าวสูงขึ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 1

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิจัยโดยใช้วิธีการเจาะจงเลือกศึกษาของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่กำลังปฏิบัติหน้าที่จริงภายในกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ (Total survey) จำนวนทั้งสิ้น 30 ราย

ข้อมูลด้านบุคคล

ข้อมูลด้านบุคคลของกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 30 ราย มีอายุเฉลี่ย 38.9 ปี ผู้ที่มีอายุน้อยที่สุดคือ 25 ปี และผู้ที่มีอายุมากที่สุดคือ 55 ปี กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย 28 ราย คิดเป็นร้อยละ 93.3 และเพศหญิง 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.7 เป็นชั้นยศ หากแบ่งแยกตามชั้นยศของกลุ่มตัวอย่างพบว่า กลุ่มตัวอย่างอยู่ในชั้นยศนายทหารประทวน (จ่าตรีถึงพันจ่าเอก) จำนวน 15 ราย คิดเป็นร้อยละ 50 และนายทหารชั้นสัญญาบัตร จำนวน 15 ราย คิดเป็นร้อยละ 50 ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 24.4 กิโลกรัม/ตารางเมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.72 และค่าปริมาณไขมันในร่างกายจากการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเฉลี่ย 4 ตำแหน่ง (Biceps, Triceps, Subscapular และ Suprailiac) 20.24% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.71

ตารางที่ 4 ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลของประชากรที่ศึกษา (n=30)

ปัจจัยด้านบุคคล	จำนวนคน (ร้อยละ) ค่าเฉลี่ย ± SD
เพศ	
ชาย	28 (93.3)
หญิง	2 (6.7)
อายุ	
21-30 ปี	3 (10.0)
31-40 ปี	14 (46.7)
41-50 ปี	10 (33.3)
51-60 ปี	3 (10.0)
สถานภาพสมรส	
โสด	6 (20.0)
สมรส	24 (80.0)
ระดับการศึกษาสูงสุด	
มัธยมศึกษา อนุปริญญา	4 (13.4)
ปริญญาตรี	25 (83.3)
สูงกว่าปริญญาตรี	1 (3.3)
ยศ	
จ่าตรี - พันจ่าเอก	15 (50.0)
เรือตรี - เรือเอก	6 (20.0)
นาวาตรี - นาวาเอก	9 (30.0)
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	71.1 ± 10.57

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยด้านบุคคล	จำนวนคน (ร้อยละ) ค่าเฉลี่ย ± SD
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	170.5 ± 6.25
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/ตารางเมตร)	24.4 ± 2.72
ปริมาณไขมันในร่างกาย (%)	20.24 ± 4.71

ข้อมูลด้านสุขภาพ

จากข้อมูลด้านสุขภาพพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีปัญหาด้านสุขภาพมากที่สุดด้วยเรื่อง ไขมันในเลือดผิดปกติ 20 ราย คิดเป็นร้อยละ 66.7 รับประทานยาเป็นประจำ 4 ราย คิดเป็นร้อยละ 13.3 ในกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ มีจำนวนทั้งสิ้น 22 ราย คิดเป็นร้อยละ 73.3 ในกลุ่มตัวอย่างพบอัตราการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ค่อนข้างสูง โดยมีจำนวน 21 ราย คิดเป็นร้อยละ 70 ที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นประจำ อย่างไรก็ตามกลุ่มตัวอย่างมีการออกกำลังกายเป็นประจำอยู่ในระดับสูง โดยพบว่ามีเพียง 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 3.3 ที่ไม่ออกกำลังกาย มี 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 20 ที่ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ

ตารางที่ 5 ข้อมูลปัจจัยด้านสุขภาพของประชากรที่ศึกษา (n=30)

ปัจจัยด้านสุขภาพ	จำนวนคน (ร้อยละ) ค่าเฉลี่ย ± SD
โรคประจำตัว	
ไขมันในเลือดผิดปกติ	20 (66.7)
โรคของกล้ามเนื้อและกระดูก	9 (30.0)
โรคตับ	3 (10.0)
โรคเบาหวาน	1 (3.3)
โรคความดันโลหิตสูง	1 (3.3)
โรคหัวใจและหลอดเลือด	1 (3.3)
รับประทานยาเป็นประจำ	4 (13.3)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ปัจจัยด้านสุขภาพ	จำนวนคน (ร้อยละ) ค่าเฉลี่ย ± SD
สูบบุหรี่	
ไม่เคยสูบ	22 (73.3)
เคยสูบ แต่เลิกแล้ว	3 (10.0)
ปัจจุบันยังคงสูบ	5 (16.7)
ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์	
ไม่ดื่ม	9 (30.0)
ดื่มน้อยกว่า ½ ขวดแบนต่อสัปดาห์	17 (56.7)
ดื่มตั้งแต่ ½ ขวดแบน ถึง 1 ขวดแบนต่อสัปดาห์	1 (3.3)
ดื่มตั้งแต่ 1 ขวดแบน ถึง 1 ขวดกลมต่อสัปดาห์	1 (3.3)
ดื่มมากกว่า 1 ขวดกลมต่อสัปดาห์	2 (6.7)
การออกกำลังกาย	
ไม่ออกกำลังกาย	1 (3.3)
ออกกำลังกายไม่สม่ำเสมอ	6 (20.0)
ออกกำลังกายน้อยกว่าสัปดาห์ละ 3 ครั้ง	8 (26.7)
ออกกำลังกายสัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาทีสม่ำเสมอ	10 (33.3)
ออกกำลังกายสัปดาห์ละมากกว่า 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที สม่ำเสมอ	4 (13.3)
ออกกำลังกายทุกวัน ครั้งละ 30 นาที	1 (3.3)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลด้านสมรรถนะทางกาย

จากข้อมูลผลการทดสอบสมรรถนะทางกายประจำปี 2557 ข้าราชการกองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีผลการทดสอบสมรรถนะทางกายอยู่ในระดับสูง

จากผลการทดสอบการวิ่ง 2.4 กิโลเมตร จากกลุ่มตัวอย่าง 26 ราย พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก 13 ราย คิดเป็นร้อยละ 50 ผลการทดสอบการว่ายน้ำ 450 เมตร จากกลุ่มตัวอย่าง 24 ราย ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมีจำนวน 15 ราย คิดเป็นร้อยละ 62.5 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 4.2 ไม่พบกลุ่มตัวอย่างทดสอบการว่ายน้ำในเกณฑ์ต่ำและต่ำมาก หากข้าราชการในกลุ่มตัวอย่างเป็นระดับนายทหารสัญญาบัตร (ชั้นยศตั้งแต่เรือตรีขึ้นไป) สามารถเลือกทำการทดสอบได้ว่าจะเลือกทดสอบเฉพาะวิ่งหรือว่ายน้ำ หรือสามารถเลือกทดสอบทั้งวิ่งและว่ายน้ำได้

ข้อมูลจากการทดสอบดึงข้อ (Pull-up) พบว่ากลุ่มตัวอย่าง มีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างมาก โดยอยู่ในเกณฑ์ดีมากเพียง 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 3.3 อยู่ในเกณฑ์ดี 7 ราย คิดเป็นร้อยละ 23.3 อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง 11 ราย คิดเป็นร้อยละ 36.7 อยู่ในเกณฑ์ต่ำ 3 ราย คิดเป็นร้อยละ 10 และอยู่ในเกณฑ์ต่ำมาก 8 ราย คิดเป็นร้อยละ 26.7 จากการทดสอบวิดพื้น (Push-up) พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ อยู่ในเกณฑ์ดีมากโดยมีจำนวน 22 ราย คิดเป็นร้อยละ 73.3 จากการทดสอบลุกนั่ง (Curl-up) พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก 18 ราย คิดเป็นร้อยละ 60 อย่างไรก็ตามในการทดสอบลุกนั่งดังกล่าว พบกลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดสอบได้อยู่ในเกณฑ์ต่ำมากทั้งสิ้น 5 ราย คิดเป็นร้อยละ 16.7

ตารางที่ 6 ข้อมูลด้านสมรรถนะทางกายของประชากรที่ศึกษา*

ผลการทดสอบสมรรถนะทางกาย	ต่ำมาก	ต่ำ	ปานกลาง	ดี	ดีมาก
วิ่ง (Running) 2.4 กิโลเมตร (n=26)	0 (0)	2 (7.7)	4 (15.4)	7 (26.9)	13 (50.0)
ว่ายน้ำ (Swimming) 450 เมตร (n=24)	0 (0)	0 (0)	1 (4.2)	15 (62.5)	8 (33.3)
ดึงข้อ (Pull-up) 1 นาที (n=30)	8 (26.7)	3 (10.0)	11 (36.7)	7 (23.3)	1 (3.3)
วิดพื้น (Push-up) 1 นาที (n=30)	0 (0)	3 (10.0)	2 (6.7)	3 (10.0)	22 (73.3)
ลุกนั่ง (Curl-up) 1 นาที (n=30)	5 (16.7)	0 (0)	3 (10.0)	4 (13.3)	18 (60.0)

*จำนวนตัวอย่างไม่เท่ากันในแต่ละการทดสอบ

ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงาน

ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงาน ได้แก่ ระยะเวลารับราชการ ระยะเวลาทำงานในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำ แผนก ตำแหน่งหน้าที่ในการบริหารงาน ความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง การทำงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและการลดความดันแวดล้อม ประวัติการได้รับการวินิจฉัยโรคจากการลดความกดบรรยากาศ ความรู้สึกอ่อนล้าหลังการทำงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

จากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระยะเวลารับราชการ 19.93 ± 7.63 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาการทำงานในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำ 9.69 ± 7.65 ปี ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานในแผนกห้องตรวจโรค (OPD) จำนวน 9 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 และรองลงมาคือ แผนกห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง จำนวน 8 ราย คิดเป็นร้อยละ 26.7 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เข้าทำงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงเฉลี่ย 2 ครั้ง/สัปดาห์ ซึ่งมีจำนวน 13 ราย คิดเป็นร้อยละ 43.3 รองลงมาคือ 1 ครั้ง/สัปดาห์ จำนวน 11 ราย คิดเป็นร้อยละ 36.7

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ทำงานในราชการเท่านั้น มีกลุ่มตัวอย่างเพียง 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 20 ที่ทำงานอื่น (นอกราชการ) ที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันแวดล้อมอื่น ๆ นอกเหนือจากการทำงานที่กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ

มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 รายที่เคยได้รับการวินิจฉัยโรคจากการลดความกดบรรยากาศ คิดเป็นร้อยละ 10 จากประวัติพบว่าทั้ง 3 รายได้รับการวินิจฉัยโรคจากการลดความกดชนิดที่ 1 (Decompression sickness type 1) อย่างไรก็ตามกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ปฏิเสธความรู้สึกอ่อนล้าหลังการทำงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 7 ข้อมูลปัจจัยเกี่ยวกับการทำงานของประชากรที่ศึกษา (n=30)

ปัจจัยเกี่ยวกับการทำงาน	จำนวนคน (ร้อยละ) ค่าเฉลี่ย ± SD
ระยะเวลารับราชการ (ปี)	19.93 ± 7.63
ระยะเวลาการทำงานในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำ (ปี)	9.69 ± 7.65
แผนก	
ห้องตรวจโรค (OPD)	9 (30.0)
ห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	8 (26.7)
ธุรการ	5 (16.7)

ปัจจัยเกี่ยวกับการทำงาน	จำนวนคน (ร้อยละ) ค่าเฉลี่ย ± SD
เวชศาสตร์การบิน	2 (6.7)
อื่น ๆ	6 (20.0)
ตำแหน่งหน้าที่ในการบริหารงาน	
มี	14 (46.7)
ไม่มี	16 (53.3)
ความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (ครั้ง/สัปดาห์)	
<1 ครั้ง/สัปดาห์	3 (10.0)
1 ครั้ง/สัปดาห์	11 (36.7)
2 ครั้ง/สัปดาห์	13 (43.3)
3 ครั้ง/สัปดาห์	3 (10.0)
> 3 ครั้ง/สัปดาห์	0 (0)
ทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันแวดล้อม	6 (20.0)
เคยได้รับวินิจฉัยโรคจากการลดความกดบรรยากาศ	3 (10.0)
มีความรู้สึกอ่อนล้าหลังการทำงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	
ไม่เห็นด้วย	6 (20.0)
เห็นด้วยเล็กน้อย	16 (53.3)
เห็นด้วยปานกลาง	8 (26.7)
เห็นด้วยมาก	0 (0)
เห็นด้วยมากที่สุด	0 (0)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง

ข้อมูลการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง ได้แก่ ข้อมูลจำนวนผู้ป่วยที่ทำการดูแล ประวัติมีความผิดปกติระหว่างการทำการพยาบาลหรือไม่ การออกกำลังกายครั้งล่าสุดก่อนให้การพยาบาล และการให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงครั้งล่าสุดก่อนครั้งที่ทำการศึกษา

จากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างพบว่า ในการศึกษาครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างให้การพยาบาลผู้ป่วยเฉลี่ย 8.2 ± 1.35 ราย ต่อครั้ง ส่วนใหญ่ไม่มีความผิดปกติระหว่างการพยาบาลในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง มีเพียง 1 รายที่มีอาการปวดโพรงไซนัส (Sinus squeeze) เล็กน้อย ระหว่างทำการเพิ่มความดันบรรยากาศ โดยจากการตรวจร่างกายไม่พบความผิดปกติอื่น และอาการดีขึ้นก่อนทำการพยาบาลเสร็จสิ้น

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ออกกำลังกายครั้งสุดท้ายระหว่าง 12 - 24 ชั่วโมง ก่อนให้การพยาบาล มีจำนวน 18 ราย คิดเป็นร้อยละ 60 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างนิยมออกกำลังกายหลังปฏิบัติงานในหน้าที่เสร็จสิ้นช่วงเย็น อย่างไรก็ตามจากข้อมูลพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ปฏิบัติงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงครั้งสุดท้ายมากกว่า 72 ชั่วโมง ซึ่งมีจำนวน 21 ราย คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมาคือ 24 - 72 ชั่วโมง จำนวน 9 ราย คิดเป็นร้อยละ 30 โดยไม่มีกลุ่มตัวอย่างที่เข้าปฏิบัติงานในห้องปรับฯ ต่อเนื่องโดยเว้นระยะห่างน้อยกว่า 24 ชั่วโมง เนื่องจากระยะเวลาพักน้ำ (Surface interval) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง นับเป็นหนึ่งในข้อบังคับของการปฏิบัติงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงของกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 8 ข้อมูลการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (n=30)

การให้การพยาบาลด้วยห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	จำนวนคน (ร้อยละ) ค่าเฉลี่ย ± SD
จำนวนผู้ป่วยที่ทำการดูแล (คน)	8.2 ± 1.35
มีความผิดปกติระหว่างทำการให้การพยาบาล	
มี (Sinus Squeeze)	1 (3.3)
ไม่มี	29 (96.7)
การออกกำลังกายครั้งล่าสุดก่อนให้การพยาบาล	
<12 ชั่วโมง	1 (3.3)

การให้การพยาบาลด้วยห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	จำนวนคน (ร้อยละ) ค่าเฉลี่ย ± SD
12-24 ชั่วโมง	18 (60.0)
24-72 ชั่วโมง	1 (3.3)
>72 ชั่วโมง	2 (6.7)
ไม่ออกกำลังกายในสัปดาห์สุดท้าย	8 (26.7)
การปฏิบัติงานในห้องปรับฯครั้งล่าสุดก่อนให้การพยาบาล	
<12 ชั่วโมง	0 (0)
12-24 ชั่วโมง	0 (0)
24-72 ชั่วโมง	9 (30.0)
>72 ชั่วโมง	21 (70.0)

ส่วนที่ 2

ผลการตรวจประเมินฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

จากข้อมูลผลการตรวจประเมินฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography) ของกลุ่มตัวอย่างหลังการปฏิบัติหน้าที่ภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง โดยทำการศึกษาวิจัยโดยเครื่อง Echocardiogram รุ่น ACUSON SC2000 (Siemens Healthcare USA) ณ เวลา 30 นาที 60 นาที 90 นาที และ 120 นาที ตำแหน่ง Precordium ทั้งขณะพัก (At rest) และขณะเคลื่อนไหว (Three knee squats) แต่เนื่องจากการทำ Echocardiography ที่ตำแหน่ง Subclavian veins ไม่สามารถทำได้เนื่องจากเครื่อง Echocardiogram ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ หัว Probe ดังกล่าวชำรุดเสียหายและอยู่ในระหว่างการดำเนินการของบประมาณในการจัดซ่อม และ/หรือ เปลี่ยนหัว Probe

จากข้อมูลพบว่ากลุ่มตัวอย่างพบฟองอากาศตั้งแต่นาทีที่ 30 หลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติหน้าที่ภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง อย่างไรก็ตามระยะเวลายาวนานที่สุดที่ยังสามารถพบฟองอากาศคือ 90 นาที โดยขณะที่ทำการตรวจซ้ำเมื่อเวลา 120 นาที หลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติหน้าที่ไม่พบฟองอากาศในกลุ่มตัวอย่าง โดยพบระดับฟองอากาศสูงสุดระดับ 4 (Grade 4) จำนวน 1

ราย คิดเป็นร้อยละ 3.3 ณ เวลา 90 นาทีขณะเคลื่อนไหว ส่วนใหญ่ฟองอากาศอยู่ในระดับต่ำ (Grade 0 - 1) ในทุกช่วงเวลา

หากแยกพิจารณาระหว่างท่าทางเปรียบเทียบขณะพัก (At rest) และขณะเคลื่อนไหว (Three knee squats) พบว่า ณ เวลาเดียวกันหลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติหน้าที่ภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง จะพบความแตกต่างของปริมาณฟองอากาศอย่างชัดเจน โดยพบว่า ณ 30 นาที กลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 ราย พบฟองอากาศในระดับต่ำ (Grade 0 - 1) แต่ขณะเคลื่อนไหว พบฟองอากาศในระดับต่ำ 28 ราย และระดับปานกลาง 2 ราย ณ 60 นาที ไม่พบฟองอากาศในกลุ่มตัวอย่าง (Grade 0) จำนวน 29 ราย และพบฟองอากาศระดับ 1 (Grade 1) จำนวน 1 ราย โดยไม่พบฟองอากาศในระดับอื่น แต่ขณะเคลื่อนไหว พบฟองอากาศในระดับที่สูงกว่า โดยพบฟองอากาศในระดับสูง (Grade 3) จำนวน 1 ราย

การศึกษาต่อเนื่องที่ระยะเวลาต่อมา ณ 90 นาทีขณะพัก พบฟองอากาศในระดับต่ำ (Low : Grade 0 - 1) จำนวน 30 ราย คิดเป็นร้อยละ 100 โดยแบ่งออกเป็นระดับ 0 จำนวน 28 ราย คิดเป็นร้อยละ 93.3 และ ระดับ 1 จำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.7 โดยไม่พบฟองอากาศในระดับปานกลางและระดับสูง เมื่อเปรียบเทียบกับ ฟองอากาศ ณ 90 นาทีขณะเคลื่อนไหว พบฟองอากาศในระดับต่ำ (Low : Grade 0 - 1) รวม 29 ราย คิดเป็นร้อยละ 96.7 พบฟองอากาศในระดับสูง (Grade 4) จำนวน 1 ราย ซึ่งเป็นระดับสูงสุดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ อย่างไรก็ตามในตัวอย่างรายนี้เมื่อติดตามการตรวจด้วย Echocardiography ณ เวลา 120 นาที ไม่พบฟองอากาศทั้งขณะพักและขณะเคลื่อนไหว นอกจากนี้การทำ Echocardiography ณ ระยะเวลา 120 นาที ของกลุ่มตัวอย่างที่เหลือทั้งหมดไม่พบฟองอากาศใด ๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 9 ผลการตรวจประเมินฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (n=30)

ผลการตรวจประเมินฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง	Grade 0	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5
ระดับฟองอากาศโดย Eftedal and Brubakk						
30 mins: Precordium at Rest	29 (96.7)	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
30 mins: Precordium with 3 knee squats	25 (83.3)	3 (10.0)	2 (6.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
60 mins: Precordium at Rest	29	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

ผลการตรวจประเมินฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง	Grade 0	Grade 1	Grade 2	Grade 3	Grade 4	Grade 5
	(96.7)					
60 mins: Precordium with 3 knee squats	25 (83.3)	4 (13.3)	0 (0)	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)
90 mins: Precordium at Rest	28 (93.3)	2 (6.7)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
90 mins: Precordium with 3 knee squats	25 (83.3)	4 (13.3)	0 (0)	0 (0)	1 (3.3)	0 (0)
120 mins: Precordium at Rest	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
120 mins: Precordium with 3 knee squats	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

ส่วนที่ 3

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์

วัตถุประสงค์รองของการวิจัยครั้งนี้คือ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลด้านต่าง ๆ กับผลการตรวจประเมินฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography) ได้แก่ ข้อมูลด้านบุคคล ข้อมูลด้านสุขภาพ ข้อมูลด้านสมรรถนะทางกาย ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงาน ข้อมูลการรักษาด้วยห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง โดยหาระดับความสัมพันธ์ในรูปแบบของสถิติ Exact Probability Test ในการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของปัจจัยด้านบุคคลต่างๆ และใช้สถิติ Spearman's Correlation ในการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ปัจจัยด้านบุคคลต่าง ๆ กับระดับความกดดันแฝงจากการลดความกด โดยการนำเสนอในส่วนของความสัมพันธ์ในส่วนของปัจจัยต่าง ๆ ในกลุ่มตัวอย่าง และปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อระดับฟองอากาศด้วยการบันทึกภาพด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (Echocardiography)

เนื่องจากข้อมูลระดับฟองอากาศจากการศึกษาครั้งนี้ส่วนใหญ่พบในระดับต่ำ (ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 0 และ 1 ตามเกณฑ์ของ Eftedal and Brubakk) ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดกลุ่มข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์โดยแยกตามชนิดของระดับฟองอากาศดังนี้

- กลุ่มที่ไม่พบฟองอากาศ (ระดับ 0) เทียบกับกลุ่มที่พบฟองอากาศ (ระดับ 1 ถึง 5)

- กลุ่มที่พบฟองอากาศระดับน้อย (ระดับ 0 ถึง 1) เทียบกับกลุ่มที่พบฟองอากาศระดับปานกลาง (ระดับ 2) และเทียบกับกลุ่มที่พบฟองอากาศระดับมาก (ระดับ 3 ถึง 5)

จากการวิเคราะห์พบว่า เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาเป็นกลุ่มที่สัมผัสความเพิ่มและลดความดันบรรยากาศแวดล้อมในระดับต่ำ ซึ่งเป็นสภาพการปฏิบัติงานประจำวันที่มี Protocol ในการปฏิบัติอย่างเคร่งครัดและเป็นระดับความกดดันที่ไม่สูงนัก จึงมีระดับฟองอากาศโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ ผู้วิจัยจึงขอนำเสนอตาราง Exact Probability Test ในรูปแบบของตารางที่แบ่งระดับฟองอากาศตามจริงตั้งแต่ระดับ 0 ถึง 5 เพื่อง่ายต่อความเข้าใจและสามารถแยกความแตกต่างระหว่างระดับได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Exact Probability Test พบว่าปัจจัยด้านบุคคล เช่น เพศ และสถานภาพสมรส ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับฟองอากาศ ณ เวลาใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าตัวอย่างเพศหญิงทั้ง 2 รายในกลุ่มตัวอย่างมีระดับฟองอากาศในระดับ 0 ในทุกช่วงเวลา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Spearman’s correlation พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับระดับฟองอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ ระดับการศึกษาสูงสุดและดัชนีมวลกาย โดยพบว่าระดับการศึกษาสูงสุดสัมพันธ์ในทางบวกในระดับต่ำกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 90 นาทีขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ρ=0.381, p=0.038) และพบว่าดัชนีมวลกายสัมพันธ์ในทางบวกในระดับต่ำกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 90 นาทีขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ρ=0.371, p=0.044) กล่าวคือระดับการศึกษาที่สูงขึ้นทำให้มีระดับฟองอากาศที่สูงขึ้นด้วย อาจเกิดจากการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนตัวอย่างค่อนข้างน้อย อย่างไรก็ตามอาจเกิดได้จากการที่กลุ่มตัวอย่างที่มีการศึกษาสูงกว่า มักมีอายุที่สูงกว่า มีลักษณะงานบริหารมากกว่า มีลักษณะการดำเนินชีวิตที่สบายกว่า (Sedentary lifestyle) จึงอาจเป็นเหตุให้มีระดับฟองอากาศที่สูงขึ้นได้ ส่วนปัจจัยอายุ ยศ และปริมาณไขมันในร่างกายไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับฟองอากาศ

นอกจากนี้จากข้อมูลพบความสัมพันธ์ในทางบวกระดับปานกลางมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างปริมาณไขมันในร่างกายและยศที่ระดับ .01 (ρ=0.563, p=0.001) กล่าวคือเมื่อยศสูงขึ้นจะพบปริมาณไขมันในร่างกายที่ปริมาณสูงขึ้นด้วย จากลักษณะการให้การพยาบาลในห้องปรับบรรยากาศนั้นเป็นงานที่ใช้แรงกายสูง จึงมีการมอบหมายให้นายทหารชั้นผู้น้อยกว่าเป็นผู้ปฏิบัติงานหลัก จึงทำให้ผู้ที่มียศสูงมีอัตราการทำงานที่ใช้แรงกายสูงลดลง (Decreased physical demand) และกลุ่ม

ตัวอย่างที่มีอายุสูงขึ้นมักมีหน้าที่ในงานบริหารหน่วยงานร่วมด้วย ทำให้มีการทำงานที่เป็นลักษณะนั่งโต๊ะ (Sedentary lifestyle) มากขึ้น จนอาจเป็นสาเหตุของปริมาณไขมันในร่างกายที่สูงขึ้น

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 30 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)

ปัจจัยส่วนบุคคล	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 30 นาทีขณะพัก						P-value	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 30 นาทีขณะเคลื่อนไหว						P-value
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5	
เพศ														
ชาย	27(93.10)	1(100.00)	0	0	0	0	1.000[a]	23(92.00)	3(100.00)	2(100)	0	0	0	0.902[a]
หญิง	2(6.90)	0	0	0	0	0		2(8.00)	0	0	0	0	0	
สถานภาพ														
โสด	6(20.69)	0	0	0	0	0	1.000[a]	5(20.00)	1(33.33)	0	0	0	0	0.659[a]
สมรส	23(79.31)	1(100.00)	0	0	0	0		20(80.00)	2(66.67)	2(100.00)	0	0	0	

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 60 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)

ปัจจัยส่วนบุคคล	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 60 นาทีขณะพัก						P-value	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 60 นาทีขณะเคลื่อนไหว						P-value
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5	
เพศ														
ชาย	27(93.10)	1(100.00)	0	0	0	0	1.000	23(92.00)	4(100.00)	1(100)	0	0	0	0.902
หญิง	2(6.90)	0	0	0	0	0		2(8.00)	0	0	0	0	0	
สถานภาพ														
โสด	5(17.20)	1(100.00)	0	0	0	0	0.200	5(20.00)	1(25.00)	0	0	0	0	0.855
สมรส	24(82.80)	0	0	0	0	0		20(80.00)	3(75.00)	0	1(100.00)	0	0	

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 90 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)

ปัจจัยส่วนบุคคล	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 90 นาทีขณะพัก						P-value	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 90 นาทีขณะเคลื่อนไหว						P-value
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5	
เพศ														
ชาย	26(92.86)	2(100.00)	0	0	0	0	1.000	23(92.00)	4(100.00)	0	0	1(100.00)	0	0.902
หญิง	2(7.14)	0	0	0	0	0		2(8.00)	0	0	0	0	0	
สถานภาพ														
โสด	5(17.90)	1(50.00)	0	0	0	0	0.366	5(20.00)	1(25.00)	0	0	0	0	0.855
สมรส	23(82.10)	1(50.00)	0	0	0	0		20(80.00)	3(75.00)	0	0	1(100.00)	0	

ตารางที่ 13 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman's correlation (n=30)

Spearman (Ordinal / Rank)	ระดับการศึกษาสูงสุด	ยศ	ดัชนีมวลกาย	ปริมาณไขมันในร่างกาย	30 นาที ขณะพัก	30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	60 นาที ขณะพัก	60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	90 นาที ขณะพัก	90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	120 นาที ขณะพัก	120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	ระดับฟองอากาศสูงสุด
ระดับการศึกษา	N/A												
ยศ	0.187	N/A											
ดัชนีมวลกาย	0.025	0.145	N/A										
ปริมาณไขมันในร่างกาย	0.241	0.563**	0.132	N/A									
30 นาที ขณะพัก	0.050	0.025	0.097	-0.022	N/A								
30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.312	0.297	-0.153	-0.229	0.255	N/A							
60 นาที ขณะพัก	0.050	-0.162	0.225	0.042	-0.034	-0.078	N/A						
60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.354	0.215	0.058	0.022	0.231	0.617**	0.231	N/A					
90 นาที ขณะพัก	0.381*	0.036	0.371*	0.159	-0.050	0.128	0.695**	0.767**	N/A				
90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.354	0.221	0.058	0.059	0.176	0.551*	0.176	0.992**	0.773**	N/A			
120 นาที ขณะพัก	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
ระดับฟองอากาศสูงสุด	0.357	0.287	-0.014	-0.027	0.134	0.780**	0.134	0.955**	0.652**	0.941**	N/A	N/A	N/A

*p<.05 **p<.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสุขภาพและระดับฟองอากาศ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Exact Probability Test พบว่าทั้งปัจจัยด้านสุขภาพที่มีความสัมพันธ์กับระดับฟองอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ ประวัติการทานยาเป็นประจำ โดยพบว่าการมีประวัติทานยาเป็นประจำมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 60 นาทีขณะเคลื่อนไหว (p=0.028) และระดับฟองอากาศ ณ เวลา 90 นาทีขณะเคลื่อนไหว (p=0.028) โดยไม่สัมพันธ์กับระดับฟองอากาศ ณ เวลาใด ๆ ขณะพัก กล่าวคือ กลุ่มตัวอย่างที่มีประวัติการทานยารักษาโรคประจำตัวอย่างต่อเนื่อง อาจบ่งถึงภาวะที่โรคประจำตัวเป็นกลุ่มโรคที่มีความสำคัญและ/หรือมีผลกระทบต่อสุขภาพ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างที่เจ็บป่วยด้วยโรคที่ไม่รุนแรงและมีความจำเป็นต้องทานยาต่อเนื่อง เช่น โรคของกล้ามเนื้อและกระดูก เป็นต้น การที่จำเป็นต้องทานยารักษาโรคเป็นประจำ อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้มีฟองอากาศเพิ่มมากขึ้น ณ เวลาดังกล่าว

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Spearman’s correlation พบว่าปัจจัยด้านสุขภาพ เช่น การสูบบุหรี่ การดื่มแอลกอฮอล์ การออกกำลัง ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับฟองอากาศ ณ เวลาใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้พบความสัมพันธ์ ทั้งนี้จากข้อมูลพบความสัมพันธ์ในทางบวกระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการดื่มแอลกอฮอล์และการสูบบุหรี่ที่ระดับ .05 (ρ=0.424, p=0.019)

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสุขภาพและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 30 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)

ปัจจัยด้านสุขภาพ	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 30 นาทีขณะพัก							ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 30 นาทีขณะเคลื่อนไหว						
	0	1	2	3	4	5	P-value	0	1	2	3	4	5	P-value
โรคประจำตัว														
มี	22(75.90)	1(100.00)	0	0	0	0	1.000	18(72.00)	3(100.00)	2(100)	0	0	0	0.401
ไม่มี	7(24.10)	0	0	0	0	0		7(28.00)	0	0	0	0	0	
ทานยาเป็นประจำ														
มี	4(13.80)	0	0	0	0	0	1.000	3(12.00)	1(33.33)	0	0	0	0	0.500
ไม่มี	25(86.20)	1(100.00)	0	0	0	0		22(88.00)	2(66.67)	2(100.00)	0	0	0	

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสุขภาพและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 60 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)

ปัจจัยด้านสุขภาพ	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 60 นาทีขณะพัก						P-value	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 60 นาทีขณะเคลื่อนไหว						P-value
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5	
โรคประจำตัว														
มี	22(75.90)	1(100.00)	0	0	0	0	1.000	18(72.00)	4(100.00)	0	1(100.00)	0	0	0.401
ไม่มี	7(24.10)	0	0	0	0	0		7(28.00)	0	0	0	0	0	
ทานยาเป็นประจำ														
มี	4(13.80)	0	0	0	0	0	1.000	3(12.00)	0	0	1(100.00)	0	0	0.028
ไม่มี	25(86.20)	1(100.00)	0	0	0	0		22(88.00)	4(100.00)	0	0	0	0	

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านสุขภาพและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 90 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)

ปัจจัยด้านสุขภาพ	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 90 นาทีขณะพัก						P-value	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 90 นาทีขณะเคลื่อนไหว						P-value
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5	
โรคประจำตัว														
มี	21(75.00)	2(100.00)	0	0	0	0	1.000	18(72.00)	4(100.00)	1(100)	0	1(100.00)	0	0.401
ไม่มี	7(25.00)	0	0	0	0	0		7(28.00)	0	0	0	0	0	
ทานยาเป็นประจำ														
มี	3(10.70)	1(50.00)	0	0	0	0	0.253	3(12.00)	0	0	0	1(100.00)	0	0.028
ไม่มี	25(89.30)	1(50.00)	0	0	0	0		22(88.00)	4(100.00)	0	0	0	0	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสุขภาพและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman's correlation (n=30)

Spearman (Ordinal / Rank)	การสูบบุหรี่	การดื่มแอลกอฮอล์	การออกกำลัง	30 นาที ขณะพัก	30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	60 นาที ขณะพัก	60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	90 นาที ขณะพัก	90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	120 นาที ขณะพัก	120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	ระดับฟองอากาศสูงสุด
การสูบบุหรี่	N/A											
การดื่มแอลกอฮอล์	0.424*	N/A										
การออกกำลัง	-0.031	0.344	N/A									
30 นาที ขณะพัก	-0.106	-0.180	-0.058	N/A								
30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	-0.003	-0.173	0.149	0.255	N/A							
60 นาที ขณะพัก	-0.106	<0.001	-0.182	-0.034	-0.078	N/A						
60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	-0.002	-0.157	-0.082	0.231	0.617**	0.231	N/A					
90 นาที ขณะพัก	0.023	<0.001	-0.172	-0.050	0.128	0.695**	0.767**	N/A				
90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.030	-0.125	-0.079	0.176	0.551*	0.176	0.992**	0.773**	N/A			
120 นาที ขณะพัก	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
ระดับฟองอากาศสูงสุด	0.062	-0.111	0.022	0.134	0.780**	0.134	0.955**	0.652**	0.941**	N/A	N/A	N/A

*p<.05 **p<.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสมรรถนะทางกายและระดับฟองอากาศ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Spearman's correlation พบว่าปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์กับระดับฟองอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ การวิ่ง 2.4 กิโลเมตรและการวิดพื้น 1 นาที โดยพบว่าการวิ่ง 2.4 กิโลเมตรสัมพันธ์ในทางลบในระดับปานกลางกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 90 นาทีขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ρ=-0.508, p=0.008) และสัมพันธ์ในทางลบในระดับปานกลางกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 90 นาทีขณะเคลื่อนไหว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ρ=-0.416, p=0.035) และพบว่าการวิดพื้น 1 นาทีสัมพันธ์ในทางลบในระดับปานกลางกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 60 นาทีขณะเคลื่อนไหว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ρ=-0.506, p=0.004) สัมพันธ์ในทางลบในระดับต่ำกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 90 นาทีขณะพัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ρ=-0.396, p=0.031) สัมพันธ์ในทางลบในระดับปานกลางกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 90 นาทีขณะเคลื่อนไหว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ρ=-0.511, p=0.004) และสัมพันธ์ในทางลบในระดับปานกลางกับระดับฟองอากาศสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ρ=-0.505, p=0.004) กล่าวคือผลการทดสอบสมรรถนะด้านการวิ่ง 2.4 กิโลเมตรและการวิดพื้น 1 นาทีที่ดีขึ้นทำให้พบระดับฟองอากาศที่ลดลง ซึ่งเข้าได้กับหลักความเป็นจริงที่ว่า หากร่างกายมีสมรรถนะทางกายสูง ร่างกายมีการใช้ Oxygen ได้อย่างดี การทำงานของระบบการหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ทำงานอย่างปกติ จะทำให้มีการกำจัดฟองอากาศอย่างมีประสิทธิภาพและทำให้เกิดโอกาสเกิดโรคจากการลดความกดได้ด้วย นอกจากนี้จากผลการทำ Echocardiography ของกลุ่มตัวอย่างทุกรายไม่พบความผิดปกติของผนังหัวใจ เช่น Patent Foramen Ovalae, Septal wall defect หรือ AV shunt ใด ๆ จึงไม่มีเหตุที่ทำให้ฟองอากาศข้ามฝั่งจากฝั่งเส้นเลือดดำมายังเส้นเลือดแดงโดยไม่ได้รับการกำจัดฟองอากาศที่บริเวณ Pulmonary Capillary ทำให้ระดับสมรรถนะทางกายที่สูงจะมีผลทำให้พบฟองอากาศในระดับต่ำ

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสมรรถนะทางกายและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman's correlation (n=30)

Spearman (Ordinal / Rank)	วิ่ง 2.4 กิโลเมตร	ว่ายน้ำ 450 เมตร	ดึงข้อ 1 นาที	วิดพื้น 1 นาที	ลุกนั่ง 1 นาที	30 นาที ขณะพัก	30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	60 นาที ขณะพัก	60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	90 นาที ขณะพัก	90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	120 นาที ขณะพัก	120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	ระดับฟองอากาศสูงสุด
วิ่ง 2.4 กิโลเมตร	N/A													
ว่ายน้ำ 450 เมตร	0.388	N/A												
ดึงข้อ 1 นาที	0.232	0.441*	N/A											
วิดพื้น 1 นาที	0.464*	0.060	0.498**	N/A										
ลุกนั่ง 1 นาที	0.332	0.488*	0.584**	0.567**	N/A									
30 นาที ขณะพัก	-0.040	0.125	0.052	0.100	0.125	N/A								
30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.044	0.198	-0.283	-0.317	-0.080	0.255	N/A							
60 นาที ขณะพัก	-0.248	-0.113	0.052	-0.087	0.125	-0.034	-0.078	N/A						
60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	-0.388	-0.055	-0.257	-0.506**	-0.256	0.231	0.617**	0.231	N/A					
90 นาที ขณะพัก	-0.508**	-0.163	-0.149	-0.396*	-0.180	-0.050	0.128	0.695**	0.767**	N/A				
90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	-0.416*	-0.070	-0.266	-0.511**	-0.291	0.176	0.551*	0.176	0.992**	0.773**	N/A			
120 นาที ขณะพัก	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Spearman (Ordinal / Rank)	วิ่ง 2.4 กิโลเมตร	ว่ายน้ำ 450 เมตร	ดึงข้อ 1 นาที	วิดพื้น 1 นาที	ลุกนั่ง 1 นาที	30 นาที ขณะพัก	30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	60 นาที ขณะพัก	60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	90 นาที ขณะพัก	90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	120 นาที ขณะพัก	120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	ระดับฟองอากาศสูงสุด
ระดับฟองอากาศสูงสุด	-0.307	-0.004	-0.330	-0.505**	-0.257	0.134	0.780**	0.134	0.955**	0.652**	0.941**	N/A	N/A	N/A

*p<.05 **p<.01

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการทำงานและระดับฟองอากาศ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Exact Probability Test พบว่าทั้งปัจจัยด้านการทำงานที่มีความสัมพันธ์กับระดับฟองอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือ การทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันสิ่งแวดล้อม โดยพบว่าการทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 60 นาทีขณะเคลื่อนไหว (p=<0.001) ระดับฟองอากาศ ณ เวลา 90 นาทีขณะพัก (p=0.001) และระดับฟองอากาศ ณ เวลา 90 นาทีขณะเคลื่อนไหว (p=<0.001) โดยไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหน้าที่ในงานบริหารและประวัติการได้รับการวินิจฉัยโรคจากการลดความกดกับระดับฟองอากาศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามจากข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างมีเพียง 2 รายที่ทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันสิ่งแวดล้อม จึงอาจทำให้ความสัมพันธ์ที่พบอาจเปลี่ยนแปลงในกรณีที่ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวนเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Spearman's correlation พบว่าปัจจัยด้านการทำงาน เช่น ระยะเวลารับราชการ ระยะเวลาการทำงานในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำ แผนก ความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับฟองอากาศ ณ เวลาใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้จากข้อมูลพบความสัมพันธ์ในทางลบระดับปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงและระยะเวลาการทำงานในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำที่ระดับ .05 (ρ=-0.446, p =0.013) กล่าวคือเมื่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานภายในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำมายาวนานมาขึ้น จะมียศและอาวุโสที่สูงขึ้น จะมีการปรับเปลี่ยนงานให้เป็นลักษณะงานบริหารมากขึ้นและจะมีความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงที่ลดลง

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการทำงานและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 30 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)

ปัจจัยด้านสุขภาพ	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 30 นาทีขณะพัก						P-value	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 30 นาทีขณะเคลื่อนไหว						P-value
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5	
ตำแหน่งหน้าที่ในงานบริหาร														
มี	13(44.80)	1(100.00)	0	0	0	0	0.467	10(40.00)	2(66.67)	2(100)	0	0	0	0.200
ไม่มี	16(55.20)	0	0	0	0	0		15(60.00)	1(33.33)	0	0	0	0	
ทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันสิ่งแวดล้อม														
มี	2(6.90)	0	0	0	0	0	0.964	1(4.00)	1(33.33)	0	0	0	0	0.051
ไม่มี	27(93.10)	1(100.00)	0	0	0	0		24(96.00)	2(66.67)	2(100.00)	0	0	0	
เคยได้รับการวินิจฉัยโรคจากการลดความกด														
มี	3(10.34)	0	0	0	0	0	1.000	3(12.00)	0	0	0	0	0	0.717
ไม่มี	26(89.66)	1(100.00)	0	0	0	0		22(88.00)	3(100.00)	2(100.00)	0	0	0	

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการทำงานและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 60 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)

ปัจจัยด้านสุขภาพ	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 60 นาทีขณะพัก						P-value	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 60 นาทีขณะเคลื่อนไหว						P-value
	0	1	2	3	4	5		0	1	2	3	4	5	
ตำแหน่งหน้าที่ในงานบริหาร														
มี	14(48.28)	0	0	0	0	0	1.000	10(40.00)	3(75.00)	0	1(100)	0	0	0.237
ไม่มี	15(51.72)	1(100.00)	0	0	0	0		15(60.00)	1(25.00)	0	0	0	0	
ทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันสิ่งแวดล้อม														
มี	2(6.90)	0	0	0	0	0	0.964	1(4.00)	0	0	1(100.00)	0	0	<0.001
ไม่มี	27(93.10)	1(100.00)	0	0	0	0		24(96.00)	0	0	0	0	0	
เคยได้รับการวินิจฉัยโรค														

จากการลดความกด														
มี	3(10.34)	1(100.00)	0	0	0	0	1.000	3(12.00)	0	0	0	0	0	0.717
ไม่มี	26(89.66)	0	0	0	0	0		22(88.00)	4(100.00)	0	1(100.00)	0	0	

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านการทำงานและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือด ณ เวลา 90 นาทีขณะพักและขณะเคลื่อนไหวโดยการวิเคราะห์โดย Exact Probability Test (n=30)

ปัจจัยด้านสุขภาพ	ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 90 นาทีขณะพัก							ระดับฟองอากาศ (Grading) ณ เวลา 90 นาทีขณะเคลื่อนไหว						
	0	1	2	3	4	5	P-value	0	1	2	3	4	5	P-value
ตำแหน่งหน้าที่ในงานบริหาร														
มี	13(46.43)	1(50.00)	0	0	0	0	1.000	10(40.00)	3(75.00)	0	0	1(100)	0	0.237
ไม่มี	15(53.57)	1(50.00)	0	0	0	0		15(60.00)	1(25.00)	0	0	0	0	
ทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันสิ่งแวดล้อม														
มี	1(3.57)	1(50.00)	0	0	0	0	0.001	1(4.00)	0	0	0	1(100.00)	0	<0.001
ไม่มี	27(96.43)	1(50.00)	0	0	0	0		24(96.00)	4(100.00)	0	0	0	0	
เคยได้รับการวินิจฉัยโรคจากการลดความกด														
มี	3(10.71)	0	0	0	0	0	1.000	3(12.00)	0	0	0	0	0	0.717
ไม่มี	25(89.29)	2(100.00)	0	0	0	0		22(88.00)	4(100.00)	0	0	1(100.00)	0	

ตารางที่ 22 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการทำงานและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman’s correlation (n=30)

Spearman (Ordinal / Rank)	ระยะเวลาการทำงานในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำ	แผนก	ความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	การมีความรู้สึกอ่อนล้าหลังทำงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	30 นาที ขณะพัก	30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	60 นาที ขณะพัก	60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	90 นาที ขณะพัก	90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	120 นาที ขณะพัก	120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	ระดับฟองอากาศสูงสุด
ระยะเวลาการทำงานในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำ	N/A												
แผนก	0.457	N/A											
ความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	-0.446*	0.362	N/A										
การมีความรู้สึกอ่อนล้าหลังทำงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	-0.055	0.142	0.204	N/A									
30 นาที ขณะพัก	0.230	0.298	-0.179	-0.291	N/A								
30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.299	0.145	-0.221	-0.304	0.255	N/A							
60 นาที ขณะพัก	-0.196	0.056	0.104	0.255	-0.034	-0.078	N/A						
60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.077	0.223	-0.200	-0.276	0.231	0.617**	0.231	N/A					
90 นาที ขณะพัก	-0.207	0.275	-0.054	-0.026	-0.050	0.128	0.695**	0.767**	N/A				
90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.040	0.145	-0.201	-0.288	0.176	0.551*	0.176	0.992**	0.773**	N/A			

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Spearman (Ordinal / Rank)	ระยะเวลาการทำงานในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำ	แผนก	ความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	การมีความรู้สึกอ่อนล้าหลังทำงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง	30 นาที ขณะพัก	30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	60 นาที ขณะพัก	60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	90 นาที ขณะพัก	90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	120 นาที ขณะพัก	120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	ระดับฟองอากาศสูงสุด
120 นาที ขณะพัก	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
ระดับฟองอากาศสูงสุด	0.095	0.015	-0.230	-0.321	0.134	0.780**	0.134	0.955**	0.652**	0.941**	N/A	N/A	N/A

*p<.05 **p<.01

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงและระดับฟองอากาศ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Exact Probability Test ไม่พบว่ามีปัจจัยจากการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงใดที่มีความสัมพันธ์กับระดับฟองอากาศ ณ เวลาใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดย Spearman's correlation พบว่าปัจจัยจากการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง เช่น การออกกำลังกายครั้งสุดท้ายก่อนให้การพยาบาล และการปฏิบัติงานให้องปรับฯครั้งล่าสุดก่อนให้การพยาบาล ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับฟองอากาศ ณ เวลาใด ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงและระดับฟองอากาศ (Grading) ในเส้นเลือดโดยการวิเคราะห์โดย Spearman's correlation (n=30)

Spearman (Ordinal / Rank)	การออกกำลังกายครั้งล่าสุดก่อนให้การการพยาบาล	การปฏิบัติงานในห้องปรับฯครั้งล่าสุดก่อนให้การพยาบาล	30 นาที ขณะพัก	30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	60 นาที ขณะพัก	60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	90 นาที ขณะพัก	90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	120 นาที ขณะพัก	120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	ระดับฟองอากาศสูงสุด
การออกกำลังกาย	N/A										

Spearman (Ordinal / Rank)	การออกกำลังกายครั้งล่าสุดก่อนให้การการพยาบาล	การปฏิบัติงานในห้องปรับฯครั้งล่าสุดก่อนให้การพยาบาล	30 นาที ขณะพัก	30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	60 นาที ขณะพัก	60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	90 นาที ขณะพัก	90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	120 นาที ขณะพัก	120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	ระดับฟองอากาศสูงสุด
ครั้งล่าสุดก่อนให้การการพยาบาล											
การปฏิบัติงานในห้องปรับฯครั้งล่าสุดก่อนให้การพยาบาล	0.042	N/A									
30 นาที ขณะพัก	0.050	0.016	N/A								
30 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.367	0.124	0.255	N/A							
60 นาที ขณะพัก	0.050	0.015	-0.034	-0.078	N/A						
60 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.170	0.143	0.231	0.617**	0.231	N/A					
90 นาที ขณะพัก	-0.153	0.235	-0.050	0.128	0.695**	0.767**	N/A				
90 นาที ขณะเคลื่อนไหว	0.170	0.215	0.176	0.551*	0.176	0.992**	0.773**	N/A			
120 นาที ขณะพัก	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
120 นาที ขณะเคลื่อนไหว	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
ระดับฟองอากาศสูงสุด	0.318	0.129	0.134	0.780**	0.134	0.955**	0.652**	0.941**	N/A	N/A	N/A

*p<.05 **p<.01

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การบำบัดด้วยออกซิเจนแรงดันสูง (Hyperbaric oxygen therapy) เป็นการรักษาที่มีประโยชน์หลายด้านต่อผู้ป่วย อย่างไรก็ตามการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ให้การพยาบาลภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงดังกล่าวก็มีความเสี่ยงต่อโรคจากการทำงาน (Occupational disease) ที่เกิดขึ้นต่อเจ้าหน้าที่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาชนิด Prospective cohort study ในกลุ่มเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ปฏิบัติหน้าที่ ณ กองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ จำนวน 30 ราย เพื่อประเมินระดับฟองอากาศขนาดเล็กในเส้นเลือด (Microbubbles) เพื่อแสดงถึงความกดดันแฝงจากการลดความกด (Decompression stress) ในกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว

ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างพบว่า เริ่มพบฟองอากาศตั้งแต่นาทีที่ 30 จนถึงนาทีที่ 90 หลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติหน้าที่ภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง จากข้อมูลการศึกษาของ Cooper และคณะ สามารถเริ่มพบฟองอากาศครั้งแรก (Bubble onset) ได้ตั้งแต่นาทีที่ 18 หลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติหน้าที่ (Post decompression) อย่างไรก็ตามจากระเบียบวิธีการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้เริ่มทำการศึกษาหลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติหน้าที่ ตั้งแต่ 30 นาทีเป็นต้นไปและศึกษาซ้ำทุก 30 นาที (นาทีที่ 30, 60, 90 และ 120 ตามลำดับ) เนื่องจากเจ้าหน้าที่ต้องเดินไปยังห้องสวนหัวใจ รพ.สมเด็จพระปิ่นเกล้า (ภายในอาณาเขต รพ.เดียวกัน) และมีความจำเป็นต้องใช้เวลาในการเตรียมเครื่องมือและผู้เข้ารับการตรวจ จึงเหมาะสมกับการศึกษาตั้งแต่นาทีที่ 30 เป็นต้นไป อย่างไรก็ตามไม่พบฟองอากาศในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 30 ราย ณ การศึกษาที่นาทีที่ 120 หลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติหน้าที่

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 93.3) อายุระหว่าง 31-40 ปี (ร้อยละ 46.7) จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (ร้อยละ 83.3) ชั้นยศจ่าตรี-พันจ่าเอก (ร้อยละ 50) มีน้ำหนักเฉลี่ย 71.1 ± 10.57 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 170.5 ± 6.25 เซนติเมตร ดัชนีมวลกาย 24.4 ± 2.72 กิโลกรัม/ตารางเมตร ปริมาณไขมันในร่างกาย 20.24 ± 4.71 % โรคประจำตัวที่พบมากที่สุดคือ ภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ (ร้อยละ 66.7) รับประทานยาเป็นประจำ ร้อยละ 13.3 ส่วนใหญ่ปฏิเสธประวัติการสูบบุหรี่ (ร้อยละ 73.3) แต่มีประวัติการดื่มสุราสม่ำเสมอแต่ปริมาณไม่มาก ส่วนใหญ่ดื่มน้อยกว่าครึ่งขวด

แบนต่อสัปดาห์ (ร้อยละ 56.7) ประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายสม่ำเสมอ (ร้อยละ 50)

จากข้อมูลด้านสมรรถนะทางกายพบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมากตามมาตรฐานกองทัพเรือ กระทรวงกลาโหม โดยหากพิจารณาแยกตามชนิดของการทดสอบสมรรถนะทางกายดังนี้ การวิ่ง 2.4 กิโลเมตร พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ 50) การว่ายน้ำ 450 เมตร พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ 33.3) การดึงข้อใน 1 นาที พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (ร้อยละ 36.7) การวิดพื้นใน 1 นาที พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ 73.3) การลุกนั่งใน 1 นาที พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดีมาก (ร้อยละ 60)

จากข้อมูลด้านการทำงานพบว่าส่วนใหญ่รับราชการมาแล้วประมาณ 20 ปี (19.93 ± 7.63) ปี และทำงานอยู่ในหน่วยงานเวชศาสตร์ใต้น้ำประมาณ 10 ปี (9.69 ± 7.65) ปี ทำงานในแผนกห้องตรวจโรคมากที่สุด (ร้อยละ 30) ส่วนใหญ่มีความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงความดันสูง 2 ครั้ง/สัปดาห์ (ร้อยละ 43.3) ส่วนใหญ่ไม่ทำงานอื่นที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันแวดล้อม นอกจากนี้พบกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 ราย (ร้อยละ 10) ที่เคยได้รับการวินิจฉัยโรคจากการลดความกดบรรยากาศในอดีต และส่วนใหญ่เห็นด้วยเล็กน้อยว่าตนมีความรู้สึกอ่อนล้าหลังการทำงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง (ร้อยละ 53.3)

จากข้อมูลด้านการรักษาด้วยห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง กลุ่มตัวอย่างดูแลผู้ป่วยเฉลี่ย 8.2 ± 1.35 คน ต่อการรักษาผู้ป่วยในห้องปรับความดันบรรยากาศสูง 1 ครั้ง พบความผิดปกติระหว่างให้การรักษาพยาบาลเพียง 1 ราย (ร้อยละ 3.3) ส่วนใหญ่ออกกำลังกาย 12-24 ชั่วโมงก่อนให้การพยาบาล (ร้อยละ 60) และส่วนใหญ่มีประวัติการปฏิบัติงานในห้องปรับฯครั้งสุดท้ายก่อนให้การพยาบาลมากกว่า 72 ชั่วโมง (ร้อยละ 70) ซึ่งเชื่อว่าไม่มีความกดดันแฝงจากการลดความกดคงค้าง (Residual decompression stress) จากการปฏิบัติงานครั้งก่อนหน้า

กลุ่มตัวอย่างพบฟองอากาศสูงสุดตามเกณฑ์ของ Eftedal-Brubakk (EB Grading) ในระดับต่ำ (Grade 0-1) จำนวน 27 ราย คิดเป็นร้อยละ 90 ระดับปานกลาง (Grade 2) จำนวน 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 6.67 และระดับสูง (Grade 3-5) จำนวน 1 ราย คิดเป็นร้อยละ 3.33 โดยเมื่อเปรียบเทียบจากข้อมูลของการศึกษาของ Cooper และคณะ (2009) ซึ่งได้ทำการศึกษาความปลอดภัยในการทำงานของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง ด้วยเครื่อง Doppler ที่โรงพยาบาล Royal Hobart Hospital เมื่อทำการรักษาด้วยตารางการรักษาปกติ ที่ความลึก 45 FSW เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้พบว่า การศึกษาดังกล่าวพบฟองอากาศสูงสุดตามเกณฑ์ของ Kisman-Masurel (KM Grading) ในระดับต่ำ (Grade 0-I) ร้อยละ 68 ระดับปานกลาง (Grade II) ร้อยละ 22 และระดับสูง (Grade III-IV) ร้อยละ 10 เมื่อเปรียบเทียบการศึกษาในครั้งนี้โดย Echocardiography และการศึกษาของ Cooper และคณะโดย Doppler พบว่าระดับความดันแฝง

ในการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่า อาจอภิปรายถึงปัจจัยที่ทำให้ได้ผลการศึกษาที่แตกต่างกัน เช่น กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ทำงานในหน่วยทหาร มีสุขภาพและสมรรถนะทางกายในภาพรวมสูงกว่า มีการออกกำลังกายเป็นประจำ ส่วนใหญ่เป็นเพศชายซึ่งปกติแล้วจะมีปริมาณไขมันในร่างกายต่ำกว่าเพศหญิงทำให้ปริมาณฟองอากาศสะสมในเนื้อเยื่อไขมันซึ่งจะมีการปลดปล่อยฟองอากาศช้ากว่าเนื้อเยื่อชนิดอื่นหลายชนิดทำให้ตรวจพบได้มากขึ้นและยาวนานขึ้น จึงทำให้เพศหญิงมีโอกาสเกิดระดับฟองอากาศและโรคจากการลดความกดที่สูงกว่า ทั้งนี้ความแม่นยำและความเที่ยงตรงของผู้ตรวจอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้มีความแตกต่างของข้อมูล แต่อย่างไรก็ตามระดับฟองอากาศจากการตรวจวัดด้วย Echocardiography ที่ได้ข้อมูลคุณภาพสูงทั้งภาพและเสียง มีความแม่นยำสูงกว่าการตรวจวัดด้วย Doppler ซึ่งได้ข้อมูลเฉพาะด้านเสียงเท่านั้นและมีความจำเป็นที่ต้องใช้ความเชี่ยวชาญสูงและต้องผ่านการฝึกอบรมพิเศษเท่านั้น

ในการศึกษาครั้งนี้ มีการศึกษาในตัวอย่าง 1 ราย ที่พบระดับฟองอากาศที่สูงผิดปกติ โดยพบระดับฟองอากาศตามลำดับเวลาการศึกษาดังนี้ ณ 30 นาทีขณะพักพบระดับ 4 ขณะเคลื่อนไหวพบระดับ 4 ณ 60 นาทีขณะพักพบระดับ 4 ขณะเคลื่อนไหวพบระดับ 5 ณ 90 นาทีขณะพักพบระดับ 3 ขณะเคลื่อนไหวพบระดับ 4 ณ 120 นาทีขณะพักพบระดับ 3 ขณะเคลื่อนไหวพบระดับ 4 และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมที่ 150 นาที ไม่พบฟองอากาศแต่อย่างใด ทั้งนี้เมื่อตรวจสอบประวัติของการปฏิบัติงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงความดันสูงของเจ้าหน้าที่ดังกล่าวพบว่า ไม่ได้มีการหายใจด้วยออกซิเจนบริสุทธิ์ (100% Oxygen) ตามที่ระบุในตารางปฏิบัติงานปกติ ซึ่งนับเป็นการฝ่าฝืนกฎระเบียบ (Protocol violation) ของกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน และผิดระเบียบวิจัย ผู้วิจัยจึงได้ทำการตัดข้อมูลดังกล่าวออกจากการพิจารณา ทั้งนี้ได้มีการนัดหมายให้เจ้าหน้าที่ดังกล่าวกลับมาศึกษาซ้ำหลังการปฏิบัติงานปกติในอีก 1 สัปดาห์หลังจากการศึกษาครั้งดังกล่าว พบว่าไม่พบฟองอากาศใด ๆ (Grade 0) ตลอดการศึกษาทั้งนาทีที่ 30, 60, 90 และ 120 นาที

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาอุบัติการณ์ความกดดันแฝงในกลุ่มเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ ถึงแม้หากพิจารณาจากรูปแบบการวิจัย จะเป็นการศึกษาชนิด Prospective cohort study ก็ตามแต่ข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษาด้วยการทำ Echocardiography นั้นเป็นเพียงลักษณะการสำรวจลักษณะของฟองอากาศในเส้นเลือดบริเวณ Precordium ณ จุดเวลาใดจุดเวลาหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถบ่งถึงปริมาณฟองอากาศบริเวณเส้นเลือดอื่นของร่างกายหรือเนื้อเยื่อบริเวณอื่นที่ไม่ใช่เส้นเลือด และจากประเด็นของทั้ง Inter- และ Intra-individual variability อาจไม่สามารถสะท้อนถึงระดับฟองอากาศหลังการปฏิบัติหน้าที่ทุกครั้งของเจ้าหน้าที่แต่ละราย ข้อมูลที่ได้รับเป็นเพียงข้อมูล

เบื้องต้นซึ่งต้องมีการนำข้อมูลระดับฟองอากาศเพื่ออนุมานไปสู่ระดับความกดดันแฝงในร่างกายซึ่งจะเป็นตัวชี้วัดถึงความเสี่ยงโอกาสการเกิดโรคจากการลดความกด (Decompression sickness) ได้

ทั้งนี้จากข้อจำกัดทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน ทำให้ยังไม่มีกระบวนการตรวจที่เป็นมาตรฐาน (Gold standard) แต่เชื่อว่าการตรวจด้วย Echocardiography เป็นการศึกษาที่ได้มาซึ่งข้อมูลที่เชื่อถือได้มากที่สุด สามารถตรวจพบและแปลผลได้อย่างแม่นยำโดยแพทย์ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการทำ Echocardiogram ทั่วไป โดยไม่ต้องผ่านการอบรมพิเศษเพื่อการตรวจหาฟองอากาศขนาดเล็ก (Microbubbles) โดยเฉพาะและเกิดอคติที่เกิดจากผู้ตรวจ (Operator bias) ต่ำ

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดให้มีการทบทวนผลการตรวจด้วย Echocardiography โดยการที่ได้มีการบันทึกภาพเคลื่อนไหวจากเครื่อง Echocardiogram ระหว่างที่ผู้ตรวจดำเนินการตรวจแบบ Real-time เพื่อการทบทวนซ้ำหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการตรวจทั้งหมด ซึ่งเป็นการทบทวนโดยปิดบังชื่อและรหัสของกลุ่มตัวอย่างทุกราย เพื่อลดโอกาสการเกิด operator bias จาก Learning curve ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสัมประสิทธิ์แคปปาเท่ากับ 0.71 อย่างไรก็ตาม ภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากการบันทึกดังกล่าวมีคุณภาพภาพ (Resolution) ที่ต่ำลงเล็กน้อยกว่าการตรวจ Real-time และค่าสัมประสิทธิ์แคปปาอยู่ในระดับสูง ผู้วิจัยจึงใช้ข้อมูลจากการตรวจแบบ Real-time ในการวิเคราะห์

จากข้อมูลระดับฟองอากาศสูงสุดของการศึกษาครั้งนี้พบว่าระดับฟองอากาศโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าการศึกษาโดย Cooper และคณะ อย่างไรก็ตามสามารถแยกปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้องของความแตกต่างของผลการวิจัย คือ การศึกษาโดย Cooper และคณะเป็นการศึกษาในลักษณะการทำงานในโรงพยาบาลพลเรือน (Civilian hospital) ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ซึ่งเป็นการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างในหน่วยงานราชการทหาร (Military unit) ซึ่งปฏิบัติงานในลักษณะหน่วยขึ้นตรงกับกรมแพทย์ทหารเรือ เพียงแต่ที่ตั้งทางกายภาพอยู่ในพื้นที่ของโรงพยาบาล กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย อายุน้อย สุขภาพแข็งแรง ผลการทดสอบสมรรถนะทางกายสูง ความถี่ในการเข้าห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงส่วนใหญ่เข้าเพียง 1-2 ครั้งต่อสัปดาห์ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวล้วนทำให้มีความเสี่ยงต่อการมีระดับความกดดันแฝงที่ตรวจพบอยู่ในระดับต่ำกว่า อย่างไรก็ตามหากพิจารณาในด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในห้องปรับความดันบรรยากาศสูงของกลุ่มตัวอย่างถือว่ามีความปลอดภัยสูง หรือยอมรับได้ตามเกณฑ์ของ DCIEM ที่นิยามให้ต้องมีความกดดันแฝงในระดับต่ำและปานกลางมากกว่าร้อยละ 50 ของเจ้าหน้าที่ทั้งหมด

จากการวิเคราะห์ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างเพศและระดับฟองอากาศ เมื่อเปรียบเทียบกับการวิจัยอื่นพบว่า เพศหญิงมีความสัมพันธ์กับการมีโอกาสเกิดฟองอากาศมากขึ้นและโอกาสเกิดโรคจากการลดความกดมากขึ้น โดยสามารถอธิบายได้จากการที่โดยเฉลี่ยเพศหญิงจะมีปริมาณไขมันในร่างกายที่สูงกว่า ทำให้การกำจัดไนโตรเจนในร่างกายดำเนินไปช้า

กว่าซึ่งทำให้เพิ่มโอกาสการเกิดโรคดังกล่าวเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ ซึ่งเจ้าหน้าที่ส่วนใหญ่ (28 จาก 30 ราย) เป็นเพศชายและมีเพศหญิงเพียง 2 ราย ทำให้การกระจายของข้อมูลไม่เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ อาจทำให้การสรุปความแตกต่างระหว่างเพศมีความคลาดเคลื่อนได้สูง นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไขมันในร่างกายมีความสัมพันธ์กับยศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวได้ว่าเมื่ออายุมากขึ้น (ยศที่เพิ่มขึ้น) จะทำให้กลุ่มตัวอย่างมีปริมาณไขมันที่เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นจึงควรมีการเฝ้าระวังสุขภาพโดยเฉพาะเรื่องภาวะอ้วนในกลุ่มประชากรที่อายุสูงขึ้นอาจเพิ่มความเสี่ยงในการให้การพยาบาลในห้องปรับฯ

กลุ่มตัวอย่างพบความสัมพันธ์ระหว่างการดื่มแอลกอฮอล์และการสูบบุหรี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กล่าวได้ว่ากลุ่มตัวอย่างมีแนวโน้มที่จะสูบบุหรี่หากมีการดื่มสุรา ซึ่งเข้าได้กับวัฒนธรรมขององค์กรซึ่งเป็นหน่วยงานของกระทรวงกลาโหม เรียกได้ว่าวัฒนธรรมทหาร ซึ่งควรมุ่งประเด็นดังกล่าวเพื่อการสร้างเสริมสุขภาพของกำลังพลกลุ่มดังกล่าวให้มีสุขภาพที่แข็งแรง และหลีกเลี่ยงจากปัจจัยเสี่ยงทั้งการสูบบุหรี่และดื่มสุราไปในเวลาเดียวกัน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสมรรถนะทางกายและระดับฟองอากาศ พบว่า การวิ่ง 2.4 กิโลเมตรและการวิดพื้น 1 นาที พบความสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับระดับฟองอากาศ ณ เวลา 60 นาทีขณะเคลื่อนไหว และ 90 นาทีทั้งขณะพักและขณะเคลื่อนไหว กล่าวคือ เมื่อมีสมรรถนะทางกายที่สูงขึ้นทั้งด้านการวิ่งและการวิดพื้น พบว่าจะมีระดับฟองอากาศที่ต่ำลง จากข้อมูลดังกล่าวสนับสนุนสมมติฐานที่ว่าสมรรถนะทางกายที่สูงขึ้น ทำให้ร่างกายมี Cardiopulmonary reserve ที่สูงขึ้น และสามารถกำจัดฟองอากาศส่วนเกินบริเวณ Pulmonary capillary ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้โอกาสเกิดโรคจากการลดความกดลดลง ซึ่งสนับสนุนให้มีการมุ่งเน้นความสำคัญในการสร้างเสริมให้กลุ่มประชากรที่ทำงานลักษณะดังกล่าว มีสมรรถนะร่างกายที่แข็งแรง ซึ่งเชื่อว่าลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคจากการลดความกดดังกล่าว

หากพิจารณาถึงการศึกษา ณ ห้วงเวลาเดียวกัน พบฟองอากาศในเส้นเลือดขณะที่มีการเคลื่อนไหวโดยการงอเข่าทั้ง 2 ข้างติดกัน 3 ครั้ง (Three knee squats) สูงกว่าขณะพัก (Resting) ซึ่งเข้าได้กับสมมติฐานว่าฟองอากาศที่เกิดขึ้นโดยไม่ทำให้เกิดโรค (Non-pathologic bubbles) หรือฟองอากาศเงียบ (Silent bubbles) มักติดอยู่ตามอวัยวะต่าง ๆ เช่น ข้อขนาดใหญ่ หรือตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ซึ่งจะหลุดลอยออกมาในกระแสเลือดได้หากมีการเคลื่อนไหวหรือออกกำลังกายรุนแรง (Strenuous exercise) จึงควรมีข้อกำหนดในการหลีกเลี่ยงการออกกำลังกายหลังการเข้าปฏิบัติหน้าที่ในห้องปรับความดันบรรยากาศสูง

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยไม่สามารถชี้แจงถึงระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการพบฟองอากาศครั้งแรก (Onset of bubbles) จากข้อจำกัดทางเทคนิค เนื่องจากเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ ต้องดูแล

ผู้ป่วยต่อเนื่องจากเสร็จสิ้นการรักษา เช่น ถอด Hood ที่ครอบศีรษะผู้ป่วย ให้การช่วยเหลือผู้ป่วยออกจากห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง เปลี่ยนเครื่องแต่งกาย เดินจากกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบินไปยังห้องสวนหัวใจ รพ.สมเด็จพระปิ่นเกล้า (ภายในอาณาเขต รพ.เดียวกัน) จึงกำหนดให้มีการเริ่มตรวจครั้งแรก ณ 30 นาทีหลังเสร็จสิ้นการให้การพยาบาลดังกล่าว นอกจากจากการศึกษาไม่พบฟองอากาศในเส้นเลือดของกลุ่มตัวอย่างทุกราย ณ 120 นาทีหลังเสร็จสิ้นการให้การพยาบาลดังกล่าว อาจเกิดจากการที่ร่างกายโดยเส้นเลือดฝอยบริเวณปอด (Pulmonary capillary) สามารถกำจัดฟองอากาศขนาดเล็กดังกล่าวได้หมดไป หรืออาจจะมีปริมาณลดลงมากแล้ว แต่ไม่สามารถยืนยันได้ว่าอวัยวะอื่นของร่างกายไม่พบฟองอากาศแล้ว และฟองอากาศดังกล่าวหากตรวจต่อเนื่องเกิน 120 นาทีก็ยังมีโอกาสในการกลับมาพบฟองอากาศในเส้นเลือดบริเวณ Precordium ซ้ำได้

กรณีของการพบฟองอากาศระดับ 5 (สูงสุด) ในตัวอย่าง 1 ราย ที่ไม่ได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดในการหายใจด้วยออกซิเจนบริสุทธิ์ (100% Oxygen) ตามที่ระบุในตารางปฏิบัติงานปกตินั้น นับเป็นข้อมูล outlier ไม่ได้ถูกนำเข้ามาวิเคราะห์ในการวิจัยครั้งนี้ แต่เป็นข้อมูลที่เน้นย้ำให้เห็นถึงความเสี่ยงในมาตรการความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ ให้ปฏิบัติตามในการลดการสะสมของก๊าซไนโตรเจน (Denitrogenation) ซึ่งจะนำมาสู่ปริมาณฟองอากาศและความกดดันแฝงที่สูงและนำไปสู่การเจ็บป่วยจากโรคจากการลดความกดได้

ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบกลุ่มตัวอย่างมีอาการที่เข้าได้กับโรคจากการลดความกด (Decompression sickness) อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาโดย Cooper และคณะซึ่งทำการศึกษาระหว่างเดือนเมษายน พ.ศ.2544 จนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 กับเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศในโรงพยาบาล Royal Hobart Hospital รวมจำนวนการเข้าปฏิบัติงานทั้งสิ้น 1,887 ครั้ง ด้วยเครื่อง Doppler ไม่พบอุบัติการณ์โรคดังกล่าวเช่นกัน อย่างไรก็ตามจากข้อมูลในอดีตพบอัตราอุบัติการณ์โรคดังกล่าวเท่ากับร้อยละ 0.76 หากสามารถค้นหากระบวนการที่เหมาะสมในการศึกษาวิจัยในวงกว้างจะสามารถเพิ่มโอกาสในการพบระดับฟองอากาศในกลุ่มประชากรที่มีอาการของโรค (Overt clinical phase) ได้มากขึ้น

จุดเด่นของการศึกษาครั้งนี้ คือ ทำให้ทราบข้อมูลต่าง ๆ ของเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศว่ามีความเสี่ยงในการทำงานในฐานะเป็นผู้ให้บริการด้านสุขภาพแก่ผู้ป่วยและมีโอกาสสัมผัสความเสี่ยงดังกล่าวในการปฏิบัติงานในสภาวะปกติ และทำให้ทราบถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของความดันแฝงจากการลดความกด เป็นการมุ่งประเด็นไปสู่ความสำคัญของมาตรการความปลอดภัยในการปฏิบัติหน้าที่ดังกล่าว โดยการศึกษาเพื่อค้นหาความกดดันแฝงหลังการให้การพยาบาลผู้ป่วยในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงนี้เป็นการศึกษาแรกในประเทศไทย และเป็นการศึกษาที่มุ่งเน้นที่กลุ่มประชากรจำเพาะ คือ กำลังพลของกองทัพเรือ

จุดอ่อนของการศึกษาครั้งนี้ คือ ข้อจำกัดด้านเทคนิคและอุปกรณ์เนื่องจาก เครื่อง Echocardiogram ที่ใช้ทำการศึกษานั้น หัว Probe ที่ต้องการศึกษาระดับฟองอากาศในเส้นเลือด Left และ Right Subclavian veins ไม่สามารถใช้การได้และอยู่ในระหว่างการดำเนินการขอ งบประมาณในการจัดซ่อม และ/หรือ เปลี่ยนหัว Probe ดังกล่าว นอกจากนี้ประเด็นด้าน Operator dependence ก็เป็นอีกประเด็นที่ทำให้มีความคลาดเคลื่อนในการอ่านและแปรผล อย่างไรก็ตามทาง ผู้ตรวจได้มีการ Review ผลการศึกษาโดยปกปิดชื่อ ลำดับ และผลการอ่านในครั้ง real-time ซึ่งได้ค่า Kappa เท่ากับ 0.71 ซึ่งทำให้เชื่อว่าหากมีประเด็นของความคลาดเคลื่อนดังกล่าวจาก Learning curve อาจเกิดได้แต่ในระดับที่ไม่สูงนัก อย่างไรก็ตามหากมีการ review โดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญหลาย ท่านอาจทำให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น และหากสามารถให้แพทย์ผู้ตรวจฝึกอบรมเพิ่มเติม ด้านการตรวจหาฟองอากาศขนาดเล็ก (Microbubbles) จะทำให้เพิ่มความน่าเชื่อถือของข้อมูลมาก ยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

1. เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มีกลุ่มจำนวนตัวอย่างค่อนข้างต่ำ และเป็นการตรวจประเมินในกลุ่ม เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงที่เป็นตารางการรักษาที่มีความปลอดภัยสูงจึง พบปริมาณฟองอากาศน้อย จึงควรนำแนวการศึกษาดังกล่าวไปศึกษาในกลุ่มที่มีการปฏิบัติงาน เกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันแวดล้อมที่สูงกว่านี้ เช่น กลุ่มพนักงานเคซอง (Caisson's worker) หรือนักดำน้ำที่ปฏิบัติงานลึกและใช้ระยะเวลายาวนาน รวมถึงประชากรเจ้าหน้าที่ห้องปรับ บรรยากาศที่ปฏิบัติงานภายใต้ตารางที่มีความลึกและระยะเวลายาวนานกว่านี้ ซึ่งมีโอกาสเสี่ยง มากกว่ากลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้
2. ควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง เช่นมีการศึกษาซ้ำในกลุ่มตัวอย่างอื่นที่ปฏิบัติงานในลักษณะเดียวกัน เช่น โรงพยาบาลที่มีเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่ปฏิบัติงานใน Multiplace hyperbaric chamber อื่น ๆ
3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านความปลอดภัยของตารางการดูแลผู้ป่วยอื่น ๆ ที่อาจมีความเสี่ยงสูง กว่า เช่น US Navy treatment table 5, 6, หรือ 6A เป็นต้น รวมถึงการเฝ้าระวังด้านความ ปลอดภัยของตารางการรักษาอื่น ๆ รวมถึงการปรับเปลี่ยนตารางโดยแพทย์เวชศาสตร์ใต้น้ำ ให้เกิด ความเสี่ยงจากการเกิดความกดดันแฝงจากการลดความกดน้อยที่สุด
4. ควรมีการนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาดังกล่าว ไปเสนอแนวทางป้องกันและกำหนดมาตรฐานในการ ฝึกอบรม รวมถึงการปฏิบัติหน้าที่ด้วยความปลอดภัย หลีกเลี่ยงการปฏิบัติและปัจจัยต่าง ๆ ที่สามารถ

ปรับเปลี่ยนได้ (Modifiable factors) เช่นการควบคุมอาหารเพื่อลดปริมาณไขมันในร่างกาย เป็นต้น เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการทำงานของเจ้าหน้าที่

5. ควรมีการศึกษาในกลุ่มผู้ปฏิบัติหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูง หรือการทำงานใต้น้ำที่มีการสัมผัสระดับความกดดันที่สูงขึ้น (High exposure groups) ด้วยวิธี Echocardiography ดังกล่าว จะทำให้สามารถพบฟองอากาศในระดับที่สูงกว่าการศึกษาในครั้งนี้ และทำให้การหาความสัมพันธ์กับปัจจัยต่าง ๆ ชัดเจนมากยิ่งขึ้นและพบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากยิ่งขึ้นด้วย

ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติการ

1. ควรมีการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ (Health Risk Assessment) ในกลุ่มเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศในมิติอื่นเพิ่มเติม เช่น แบบประเมินความพร้อมทางสุขภาพของตนเองก่อนเข้าปฏิบัติหน้าที่

2. ควรนำการศึกษาดังกล่าวเป็นการนำไปสู่การเฝ้าระวังสุขภาพ (Health surveillance) ของกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวและผู้ปฏิบัติหน้าที่ใกล้เคียงกับการดังกล่าวเช่น หน่วยสงครามพิเศษทางเรือ (นสร. หรือ SEALs) นักประดาน้ำกองทัพเรือ (Navy divers) นักถอดทำลายอัมภัณฑ์ (Navy EODs) หรือนักดำน้ำพลเรือนอื่น ๆ ที่ทำงานในการสัมผัสการเพิ่มและลดความดันบรรยากาศในลักษณะใกล้เคียงกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

1. ศูนย์เวชศาสตร์ความกดดันบรรยากาศสูง รพ.สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ กรมแพทย์ทหารเรือ. การรักษาด้วยออกซิเจนความกดดันสูง (Hyperbaric Oxygen Therapy / HBOT) [cited 2013 October 4]. Available from: http://164.115.23.147/www/srkhos/service/hbo/meaning.html.

2. 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.

3. Undersea and Hyperbaric Medicine Society. Indications for Hyperbaric Oxygen Therapy [2013 September 12]. Available from: http://membership.uhms.org/?page=Indications.

4. Nishi RY, Brubakk AO, Eftedal OS. Bubble detection. Bennett & Elliott's Physiology and Medicine of Diving 5th ed2003.

5. 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.

6. Chappell M. Modelling and Measurement of Bubbles in Decompression Sickness. 2006.

7. 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.

8. 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.

9. Pollock NW. Use of ultrasound in decompression research. Diving Hyperb Med. 2007;37:68-71.

10. Brubakk AO, Neuman TS. Bubble Detection. Physiology and Medicine of Diving. Great Britain: MPG Books Ltd, Botmin, Cornwall; 2003.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

11. Eftedal OS. Ultrasonic detection of decompression induced vascular microbubbles. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology; 2007.
12. Sheffield PJ, Pirone CJ. Decompression sickness in inside attendants. Hyperbaric facility safety - A practical guide 1999. p. 643-62.
13. 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.
14. แก้วตา กิจกำแหง. การศึกษาอุบัติการณ์ภาวะแทรกซ้อนจากการปฏิบัติงานห้องปรับบรรยากาศความกดดันสูง ของบุคลากรสังกัดหน่วยเวชศาสตร์ใต้น้ำ กองทัพเรือ. รายงานการวิจัย. กรมแพทย์ทหารเรือ; 2551.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก

แบบสอบถาม

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย X ในช่อง ☐ ที่ตรงกับคำตอบที่ท่านเลือกหรือตอบคำถามในช่องว่างและกรุณาตอบแบบสอบถามทุกข้อที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้

ส่วน 1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเกี่ยวกับทางทำงาน

1. อายุ.....ปี (เกิดวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....)

2. น้ำหนักของท่านในปัจจุบัน.....กิโลกรัม

3. ส่วนสูงของท่านในปัจจุบัน.....เซนติเมตร

4. เพศ.....

5. สถานภาพสมรส

☐ 1. โสด (ข้ามไปข้อ 6)

☐ 2. คู่

☐ 3. หย่า, แยกกันอยู่

จำนวนบุตรในปัจจุบัน..... คน

6. ระดับการศึกษาสูงสุด

☐ 1. ประถมศึกษา ☐ 2. มัธยมศึกษาตอนต้น

☐ 3. มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ☐ 4. อนุปริญญา/ปวท./ปวส.

☐ 5. ปริญญาตรี ☐ 6. สูงกว่าปริญญาตรี

☐ 7. ไม่ได้ศึกษา ☐ 8. อื่นๆ (โปรดระบุ.....)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. ยศ

☐ 1. จ.ต. - จ.อ. ☐ 2. พ.จ.ต. - พ.จ.อ.

☐ 3. ร.ต. - ร.อ. ☐ 4. น.ต. - น.ท.

☐ 5. น.อ. - น.อ. (พ)

8. ระยะเวลารับราชการทั้งหมด..... ปี (รวมระยะเวลาขณะศึกษาในโรงเรียนทหาร)

9. ระยะเวลาการทำงานในหน่วยงานเกี่ยวข้องกับงานด้านเวชศาสตร์ใต้น้ำและความกดบรรยากาศสูง ..... ปี ..... เดือน

10. ท่านผ่านการอบรมหลักสูตรเวชศาสตร์ใต้น้ำ รุ่น..... เมื่อปี พ.ศ.....

11. ท่านทำงานในแผนกใด (เลือกแผนกที่ท่านทำงานมากที่สุดในวันทำงานปกติ)

☐ 1. ห้องตรวจโรค (OPD) ☐ 2. ห้องปรับบรรยากาศ

☐ 3. ธุรการ ☐ 4. เวชศาสตร์การบิน

☐ 5. ช่าง ☐ 6. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

12. ท่านมีตำแหน่งหน้าที่ในการบริหารงานในแผนกของท่านหรือไม่

☐ 1. ไม่มี ☐ 2. มี

13. ท่านปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ ที่เข้าทำการดูแลผู้ป่วยภายในห้องปรับแรงดันบรรยากาศสูงชนิดหลายที่นั่ง สัปดาห์ละ..... ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันโดยเฉลี่ย..... ชั่วโมง ..... วัน

14. ท่านทำงานอื่นที่มีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดความดันแวดล้อม เช่น ดำน้ำ เดินทางด้วยเครื่องบิน เจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศที่หน่วยงานอื่น หรือ ดำน้ำสันทนาการที่ทำเป็นประจำหรือไม่

☐ 1. ไม่ใช่ ☐ 2. ใช่ (โปรดระบุ.....)

15. หากข้อ 14. ตอบใช่ กรุณาระบุระยะเวลาตั้งแต่เสร็จสิ้นจากกิจกรรมดังกล่าวจนถึงการเริ่มการดูแลผู้ป่วยในห้องปรับฯ โดยเฉลี่ย

☐ 1. น้อยกว่า 8 ชั่วโมง ☐ 2. 8 ถึง 24 ชั่วโมง

☐ 3. 24 ถึง 48 ชั่วโมง ☐ 4. มากกว่า 48 ชั่วโมง

16. ท่านเคยได้รับวินิจฉัยโรคจากการลดความกดบรรยากาศ (Decompression sickness) หรือไม่

☐ 1. ไม่เคย ☐ 2. เคย (โปรดระบุ .....)

17. ท่านเคยมีอาการสงสัยโรคจากการลดความกดบรรยากาศ (Decompression sickness) หรือไม่

☐ 1. ไม่เคย ☐ 2. เคย (โปรดระบุ .....)

18. ท่านเคยมีอาการเจ็บป่วยหรือบาดเจ็บจากการทำงานในห้องปรับความดันบรรยากาศสูง (Hyperbaric chamber) หรือไม่

☐ 1. ไม่เคย ☐ 2. เคย (โปรดระบุ .....)

19. ท่านรู้สึกอ่อนล้าจากกปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ (inside tender) หรือไม่

☐ 1. ไม่เป็นจริง ☐ 2. เป็นจริงเล็กน้อย

☐ 3. เป็นจริงปานกลาง ☐ 4. เป็นจริงมาก

☐ 5. เป็นจริงมากที่สุด

20. ท่านรู้สึกว่าตำแหน่งเจ้าหน้าที่ห้องปรับบรรยากาศ เป็นตำแหน่งที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคจากการประกอบอาชีพสูง

☐ 1. ไม่เห็นด้วย ☐ 2. เห็นด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

<u>ส่วน 2</u> ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพ

1. ท่านมีประวัติการเจ็บป่วย หรือต้องพบแพทย์ด้วยโรคหรืออาการต่อไปนี้หรือไม่

1. โรคเบาหวาน	☐ 1. มี	☐ 2. ไม่มี	☐ 3. ไม่ทราบ
2. โรคความดันโลหิตสูง	☐ 1. มี	☐ 2. ไม่มี	☐ 3. ไม่ทราบ
3. โรคตับ	☐ 1. มี	☐ 2. ไม่มี	☐ 3. ไม่ทราบ
4. โรคอัมพาต	☐ 1. มี	☐ 2. ไม่มี	☐ 3. ไม่ทราบ
5. โรคหัวใจและหลอดเลือด	☐ 1. มี	☐ 2. ไม่มี	☐ 3. ไม่ทราบ
6. ไขมันในเลือดผิดปกติ	☐ 1. มี	☐ 2. ไม่มี	☐ 3. ไม่ทราบ
7. โรคไต / การทำงานของไตผิดปกติ	☐ 1. มี	☐ 2. ไม่มี	☐ 3. ไม่ทราบ
8. โรคของกล้ามเนื้อหรือกระดูก	☐ 1. มี	☐ 2. ไม่มี	☐ 3. ไม่ทราบ

9. โรคเกี่ยวกับระบบประสาท ☐ 1. มี ☐ 2. ไม่มี ☐ 3. ไม่ทราบ

10. โรคอื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

2. บิดาหรือมารดาของท่านมีประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคหรืออาการต่อไปนี้หรือไม่

☐ 1. เบาหวาน ☐ 2. ความดันโลหิตสูง

☐ 3. โรคเกาท์ ☐ 4. ไตวายเรื้อรัง

☐ 5. กล้ามเนื้อหัวใจตาย ☐ 6. เส้นเลือดสมอง, อัมพาต

☐ 7. โรคหอบหืด ☐ 8. โรคปอดแตก

☐ 9. ไม่ทราบ ☐ 10. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

3. พี่น้อง (สายตรง) ของท่านมีประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคหรืออาการต่อไปนี้หรือไม่

☐ 1. เบาหวาน ☐ 2. ความดันโลหิตสูง

☐ 3. โรคเกาท์ ☐ 4. ไตวายเรื้อรัง

☐ 5. กล้ามเนื้อหัวใจตาย ☐ 6. เส้นเลือดสมอง, อัมพาต

☐ 7. โรคหอบหืด ☐ 8. โรคปอดแตก

☐ 9. ไม่ทราบ ☐ 10. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

4. ท่านรับประทานยาเป็นประจำหรือไม่

☐ 1. ไม่ใช่

☐ 2. ใช่ โปรดระบุ.....

5. ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่หรือไม่

☐ 1. ไม่เคยสูบ (หากตอบข้อนี้ ข้ามไปทำข้อที่ 6 ต่อไป)

☐ 2. ปัจจุบันเลิกสูบมานาน..... เดือน / ปี (หากตอบข้อนี้ ข้ามไปทำข้อที่ 6 ต่อไป)

☐ 3. ปัจจุบันยังคงสูงอยู่ สูบมาแล้วนาน..... เดือน / ปี

6. ท่านสูบบุหรี่ เฉลี่ย..... มวน ต่อวัน

7. ปัจจุบันท่านดื่มสุรา หรือ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือไม่ และถ้าดื่มท่านดื่มโดยเฉลี่ยเท่าไหร่

☐ 1. ไม่ดื่ม

☐ 2. ดื่มน้อยกว่า ครึ่งขวดแบนต่อสัปดาห์

☐ 3. ดื่มตั้งแต่ครึ่งขวดแบน ถึง 1 ขวดแบนต่อสัปดาห์

☐ 4. ดื่มตั้งแต่ 1 ขวดแบน ถึง 1 ขวดกลมต่อสัปดาห์

☐ 5. ดื่มมากกว่า 1 ขวดกลมต่อสัปดาห์

8. ผลกระทบจากการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

☐ 1. ไม่เคยมี ☐ 2. ด้านอุบัติเหตุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

☐ 3. การทำงาน ☐ 4. สุขภาพ

☐ 5. ครอบครัว ☐ 6. สังคม

☐ 7. อารมณ์ ☐ 8. อื่น ๆ (โปรดระบุ.....)

9. ท่านออกกำลังกาย / เล่นกีฬา

☐ 1. ไม่ออกกำลังกายเลย

☐ 2. ออกกำลังกาย<u>น้อยกว่าสัปดาห์ละ 3 ครั้ง</u>

☐ 3. ออกกำลังกาย<u>สัปดาห์ละ 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที สม่ำเสมอ</u>

☐ 4. ออกกำลังกาย<u>สัปดาห์ละมากกว่า 3 ครั้ง ครั้งละ 30 นาที สม่ำเสมอ</u>

☐ 5. ออกกำลังกาย<u>ทุกวัน ครั้งละ 30 นาที</u>

☐ 6. ออกกำลังกายไม่แน่นอน

10.ประเภทการออกกำลังกาย (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ 1. วิ่ง ☐ 2. เดิน

☐ 3. เล่นกีฬา ระบุ..... ☐ 4. อื่น ๆ โปรดระบุ.....

11. ท่านมีการออกกำลังกายหลังจากปฏิบัติหน้าที่ในห้องปรับบรรยากาศความดันสูงหรือไม่ ในช่วง 7 วันที่ผ่านมา

☐ 1. ไม่มี ☐ 2. มี โปรดระบุ.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายแพทย์ธนวัฒน์ ศุภนิตยานนท์ เกิดเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2526 สำเร็จการศึกษาปริญญาแพทยศาสตร์บัณฑิต จากวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า ในปีการศึกษา 2550 จบหลักสูตรปริญญาโทเวชศาสตร์ทางทะเล จากมหาวิทยาลัยกาดิซ ราชอาณาจักรสเปน ในปี 2553 ปฏิบัติงานในตำแหน่ง แพทย์เวชศาสตร์ใต้น้ำ แพทย์เวชศาสตร์ทางทะเล ประจำกองเวชศาสตร์ใต้น้ำและการบิน กรมแพทย์ทหารเรือ และเข้ารับการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวิจัยและจัดการด้านสุขภาพ ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2555

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University