การเปรียบเทียบค่าดัชนีมวลกายเบื้องต้นที่สัมพันธ์ต่อการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงในนักเรียนหลักสูตรการฝึกทหารของกองทัพเรือ

Comparison of Initial BMI in Moderate to Severe Heat-related Illness among Royal Thai Navy Task Force Trainees

ศุภกาญจน์ ผิวเกษแก้ว* สัมมน โฉมฉาย** ณรงค์ภณ ทุมวิภาต** ดุสิต สุจิรารัตน์***
Supagarn Phivgategaew,* Summon Chomchai,** Narongpon Dumavibhat,** Dusit Sujirarat***
* นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิทยาการระบาด) คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร
* Student in Master of Science Program in Epidemiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok
** คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร
** Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, Bangkok
*** คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพมหานคร
*** Faculty of Public Health, Mahidol University, Bangkok
* Corresponding Author: phivgategaew.d@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาทำนายการเกิดการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงด้วยค่าดัชนีมวลกาย และปัจจัยส่วนบุคคลแบบติดตามไปข้างหน้าในหลักสูตรการฝึกทหารของกองทัพเรือ ผู้เข้าร่วมการศึกษา จำนวน 209 คน ใช้ข้อมูลจากการตรวจร่างกาย และผลทางห้องปฏิบัติการ วัดขนาดร่างกาย ประเมินพฤติกรรมเสี่ยงก่อนเริ่มต้นการเรียนการสอน บันทึกอุณหภูมิและความชื้นเพื่อประเมินสภาพอากาศ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ Poisson regression เพื่อวัดขนาดของความสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง

เมื่อสิ้นสุดการศึกษา มีผู้ป่วยที่มีการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง 8 ราย คิดเป็นอัตราอุบัติการณ์เป็น 0.7803 รายต่อ 1,000 วันติดตาม (95%CI = 0.3902-1.5604) ดัชนีมวลกายที่มากกว่า 23 kg/m^2 ส่งผลต่อการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง 2.835 เท่า เมื่อเทียบกับ

Received: December 07, 2018; Revised: February 20, 2019; Accepted: March 29, 2019

ดัชนีมวลกายที่น้อยกว่า 23 kg/m^2 แต่ไม่พบระดับนัยสำคัญ (RR = 2.835, 95%CI = 0.677-11.861) ทั้งนี้ พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญของเส้นรอบเอว ไขมันใต้ผิวหนัง และพื้นที่ผิวหนัง เมื่อควบคุมอายุแล้ว พบว่า มีขนาดความสัมพันธ์เป็น 1.172 เท่า (95%CI = 1.042-1.318), 1.257 (95%CI = 1.007-1.569) และ 1.069 เท่า (95%CI = 1.006-1.135) ตามลำดับ จากการศึกษาพบความสัมพันธ์ของปัจจัยส่วนบุคคลต่อการเจ็บป่วยแต่ยังไม่สามารถใช้เป็นเครื่องมือเฝ้าระวังได้เนื่องจากจำนวนเหตุการณ์น้อย จึงมีข้อเสนอแนะให้เก็บข้อมูลในระยะยาวเพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาทำเครื่องมือเฝ้าระวังการเจ็บป่วยในนักเรียนหลักสูตรทหารของกองทัพเรือได้

คำสำคัญ : ดัชนีมวลกาย ขนาดของร่างกาย การเจ็บป่วยจากความร้อน กองทัพเรือ การศึกษาติดตามกลุ่มไปข้างหน้า

Abstract

The aim of the study was to compare initial body mass index (BMI) and individual factors that contributed moderate to severe heat-related illness among Royal Thai Navy Task Force undergoing training. Cohort study was conducted with 209 samples. Anthropometric data, risk behavior, and medical record were collected prior to start of the training course. Temperature and relative humidity were observed along the study. Poisson regression statistic estimated the relative rate ratio (RR) with 95% confidence interval (CI).

Among the 209 samples, 8 events were found to have moderate to severe heat-related illness. Incidence density rate was 0.7803 per 1000 person-days (95%CI = 0.3902-1.5604). From the medical record, body mass index over 23 kg/m^2 influenced insignificant risk of event (RR = 2.835, 95%CI = 0.677-11.861). Multivariate poisson regression adjusted by age found a relationship between waist circumference (RR = 1.172, 95%CI = 1.042-1.318), body fat (RR = 1.257, 95%CI = 1.007-1.569), and body surface area (RR = 1.069, 95%CI = 1.006-1.135), respectively.

There was relatively too small event to define dose-response relationship. Longitudinal data might be useful to determine more factors that influenced heat-related illness and develop risk score among Royal Thai Navy Task Force.

Keywords : body mass index, anthropometrics, heat-related illness, Royal Thai Navy, cohort study

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุบัติการณ์ของการเจ็บป่วยจากความร้อนมักพบรายงานในกลุ่มคนงานเหมือง นักกีฬา และทหาร โดยมีสาเหตุที่สำคัญ คือ กระบวนการเผาผลาญของร่างกายและสิ่งแวดล้อม ทำให้ร่างกายมีการสะสมความร้อน เช่น อากาศที่ร้อนไม่มีลม ความชื้นสูง และการมีกิจกรรมทางกายมาก ความร้อนในร่างกายจะถูกระบายออกได้ยากมากขึ้นในสภาพอากาศที่เลวร้ายดังกล่าว

รายงานจากการแข่งขันฟุตบอลฤดูกาลในทางตอนใต้ของสหรัฐอเมริกา Cooper และคณะ[1] ได้รายงานการเจ็บป่วยจากความร้อน พบว่า ร้อยละ 79 เป็นการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับน้อย และร้อยละ 21 เป็นการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลาง (Heat exhaustion) ในประเทศไทยนั้นมีการสำรวจโดยใช้รหัส ICD-10 (T67.0-67.9) รายงานข้อมูลจากโรงพยาบาลทั่วประเทศ ยกเว้นพื้นที่กรุงเทพมหานคร ช่วงปี พ.ศ. 2553 - 2556[2] พบว่า มีการเจ็บป่วยจากความร้อนถึง 3,963 ครั้ง และพบการเสียชีวิตถึง 9 ราย อุบัติการณ์การเจ็บป่วยคิดเป็น 1.7 ครั้ง ต่อ 100,000 ผู้รับบริการผู้ป่วยนอกต่อปี ทั้งนี้ในภาคเหนือและภาคใต้มีอุบัติการณ์สูงที่สุด คือ 5.3 และ 5.1 ครั้ง ต่อประชากร 100,000 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอาชีพเกษตรกรรม (ร้อยละ 35.7) ทั้งนี้การรายงานพบในกลุ่มผู้สูงอายุเป็นสัดส่วนที่สูงซึ่งเกิดจากการเสื่อมของผิวหนัง นอกจากนี้ในกลุ่มผู้มีสุขภาพดียังสามารถพบได้เช่นกัน เช่น นักกีฬา แรงงาน และทหาร โดยเฉพาะกลุ่มทหารมักพบรายงานอุบัติการณ์ของการเจ็บป่วยและเสียชีวิตจากความร้อนระดับรุนแรงทุกปี การเจ็บป่วยจากความร้อน (Heat related illness หรือ heat illness) นั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ Classical heat illness และ Exertional heat illness ทั้งนี้ Classical heat illness สามารถพบได้ทั่วไปในเด็กและผู้สูงอายุเนื่องจากความไม่สมบูรณ์หรือเสื่อมของผิวหนังทำให้การระบายความร้อนออกทางผิวหนังได้ลดลง และ Exertional heat illness นั้น สามารถพบได้ในบุคคลที่มีภาวะสุขภาพดีและมักเกี่ยวข้องกับการมีกิจกรรมทางกาย ความรุนแรงของการเจ็บป่วยจากความร้อนนั้นมีตั้งแต่เล็กน้อย ปานกลาง ถึงรุนแรง การเจ็บป่วยจากความร้อนเล็กน้อย (Mild heat illness) ได้แก่ Heat cramp, Heat edema, Heat rash และ Heat syncope เป็นต้น ซึ่งอาการเล็กน้อยเหล่านี้มักหายไปได้เองเมื่อหยุดพักหรือให้นอนราบ การเจ็บป่วยจากความร้อนปานกลาง (Moderate heat illness) ได้แก่ Heat exhaustion ซึ่งมีการสูญเสียเหงื่อและเกลือแร่ มีอาการของภาวะขาดสมดุลเกลือแร่ หรือ มีอาการของสูญเสียปริมาตรน้ำเลือดทำให้การไหลเวียนของร่างกายบกพร่อง อุณหภูมิแกนกาย (Core temperature) อาจปกติหรือสูงก็ได้ ในระยะนี้หากได้รับการรักษาที่ไม่ทันท่วงทีอาจนำไปสู่การเจ็บป่วยระดับรุนแรงต่อไปได้ ผู้รับบริการที่มีภาวะนี้จำเป็นต้องรักษาตัวในโรงพยาบาลเพื่อให้สารน้ำและเกลือแร่ การเจ็บป่วยจากความร้อนระดับรุนแรง (Severe heat illness) ได้แก่ โรคลมร้อน หรือ Heat stroke ซึ่งจะมีการสูญเสียหน้าที่ของอวัยวะ ระดับความรู้สึกตัว การรับรู้ จนถึงหมดสติหรือไม่รู้สึกตัวได้ ความร้อนในกายที่สูงทำให้โปรตีนในร่างกายสูญเสียหน้าที่ เช่น เอนไซม์ เยื่อบุต่างๆ ระยะนี้อุณหภูมิแกนกายจะสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส อาจพบอวัยวะภายในทำงานล้มเหลวร่วมด้วย เช่น ตับวาย ไตวาย และ Disseminated Intravascular Coagulation (DIC) เป็นต้น

ในปี ค.ศ. 1988 - 1996 พบรายงานการเจ็บป่วยด้วยโรคลมร้อน (Exertional heat stroke) ในทหารสหรัฐที่ประจำการในประเทศอิสราเอลถึง 82 ราย[3] ทั้งนี้ ร้อยละ 50 พบในการประจำการ 6 เดือนแรก หรือร้อยละ 21 พบในสัปดาห์แรกของการประจำการ และยังได้ตั้งข้อสังเกตไว้ว่าร้อยละ 60 ของผู้ที่มีการเจ็บป่วยด้วยโรคลมร้อนหรือการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับรุนแรงมีภาวะน้ำหนักตัวเกิน (BMI > 22 kg/m^2) การศึกษาแบบ Case control ในนาวิกโยธินสหรัฐอเมริกาช่วงปี ค.ศ. 1988 - 1992 เปรียบเทียบพลทหารที่มีการเจ็บป่วยจากความร้อนทุกระดับ[4] พบว่ามีค่า BMI (25.3 kg/m^2, SD = 0.4) สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ป่วย (24.9 kg/m^2, SD = 0.15) เล็กน้อย แต่ไม่มีนัยสำคัญ (p-value = 0.30) นอกจากนี้การศึกษาของ Bedno และคณะ[5] ในทหารบกสหรัฐอเมริกา พบอุบัติการณ์การเจ็บป่วยจากความร้อนทุกระดับในกลุ่มคนที่มีภาวะอ้วนไขมันเกิน ร้อยละ 1.57 และในกลุ่มที่มีไขมันปกติ ร้อยละ 0.43 เมื่อคำนวณหาขนาดความสัมพันธ์ พบว่า กลุ่มอ้วนไขมันเกินมีความเสี่ยงต่อการเกิดการเจ็บป่วยจากความร้อนมากกว่ากลุ่มไขมันปกติถึง 3.66 เท่า อย่างมีนัยสำคัญ (95%CI = 1.96-6.85) การพบการเจ็บป่วยจากความร้อนมากในช่วงต้นของการเข้าประจำการอันเนื่องมาจากร่างกายยังไม่มีการปรับตัวต่อความร้อนที่เพิ่มขึ้นผิดปกติ (Heat stress) มีการศึกษาการปรับตัวของร่างกายเมื่อมีกิจกรรมทางกายอย่างต่อเนื่องจะมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพและปริมาตรเลือดเพื่อให้ร่างกายสามารถขับความร้อนออกได้อย่างสมดุล (Heat acclimatization) พบการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นสูงสุดใน 3 - 5 วันแรก ในบางรายอาจใช้เวลาถึง 2 สัปดาห์ ในการเปลี่ยนแปลงระบบการทำงานของร่างกายเพื่อให้เกิดสมดุลความร้อนโดยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของการตอบสนองต่อความร้อนและการไหลเวียนเลือดของร่างกาย เมื่อร่างกายไม่เผชิญกับการมีกิจกรรมต่อเนื่องนั้นๆ การเปลี่ยนแปลงนั้นจะคงอยู่ได้ 1 เดือน ก่อนกลับเข้าสู่ภาวะปกติ

การศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 12 ปี (พ.ศ. 2538 - 2550) ของวิทยาลัยแพทยศาสตร์พระมงกุฎเกล้า[6] รายงานพบโรคลมร้อนสูงสุดในเดือนพฤษภาคม ร้อยละ 35.7 โรคลมร้อนที่พบมีอาการของอวัยวะภายในทำงานผิดปกติและมีอาการทางสมองร่วมด้วย ร้อยละ 75 จำเป็นต้องใช้เครื่องช่วยหายใจ ร้อยละ 85.7 ได้รับการบำบัดด้วยการฟอกเลือดล้างไต รวมถึงการล้างไตทางหน้าท้อง อัตราการเสียชีวิตในโรงพยาบาลเป็นร้อยละ 7.1 ระยะเวลานอนโรงพยาบาลเฉลี่ย 10.5 วัน ผู้ป่วยโรคลมร้อนทุกรายมีสภาพจิตใจเปลี่ยนไป ผู้ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลบางรายมีความผิดปกติทางระบบประสาทอย่างถาวร

สัดส่วนของการเจ็บป่วยจากความร้อนในการฝึกทางทหารของกองทัพเรือเหตุการณ์มักพบในช่วงเวลา 14.00 - 18.00 น. ถึง ร้อยละ 36.1 ในปี พ.ศ. 2559 ข้อมูลจากนักเรียนหลักสูตรการรบพิเศษ แขนงการลาดตระเวนสะเทินน้ำสะเทินบกและจู่โจม นาวิกโยธิน (RECON) และหลักสูตรส่งทางอากาศนาวิกโยธิน พบว่า กลุ่มที่เจ็บป่วยด้วยโรคลมร้อนมีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย 23.68 ± 2.41 kg/m^2 เทียบกับกลุ่มที่ไม่ป่วยซึ่งมีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายเป็น 22.41 ± 2.1 kg/m^2 เส้นรอบเอวกลุ่มที่เจ็บป่วยด้วยโรคลมร้อน (82.8 ± 6.38 cm) มีขนาดใหญ่กว่ากลุ่มที่ไม่ป่วย (75.94 ± 5.82 cm) ในหลายการศึกษาไขมันใต้ผิวหนังเป็นตัวแปรสำคัญเกี่ยวข้องกับความสามารถในการขับความร้อนออกจากร่างกายด้วยการขับเหงื่อ อย่างไรก็ดี การศึกษาส่วนใหญ่เป็นการศึกษาจากชาวตะวันตก ซึ่งมีการสะสมของไขมันใต้ผิวหนังแตกต่างจากชาวเอเชีย ลักษณะพฤติกรรมการ

รับประทานอาหาร ตามวัฒนธรรมที่แตกต่างกัน ทำให้มีการสะสมไขมันที่แตกต่างกันตามรูปแบบโครงสร้างที่ต่างกัน กล่าวคือ ชาวเอเชียจะมีช่วงลำตัวที่กว้างกว่าและมีความสูงไม่มากเมื่อเทียบกับชาวตะวันตก เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนของการสะสมของไขมันช่วงกลางลำตัวและไขมันที่สะสมตามแขนขานั้น ชาวเอเชียจะมีอัตราส่วนที่สูงกว่าหรือมีการสะสมของไขมันในช่วงลำตัวมากกว่าชาวตะวันตก นอกจากนี้เมื่อศึกษาการสะสมไขมันช่วงลำตัวยังพบว่า ชาวเอเชียจะมีอัตราส่วนของไขมันที่เกาะติดตามอวัยวะภายใน (Visceral adipose tissue) กับไขมันใต้ผิวหนัง (Subcutaneous adipose tissue) ที่สูงกว่าชาวตะวันตกอีกด้วย[7,8] ไขมันใต้ผิวหนังช่วงลำตัวที่มากนั้นอาจเป็นอุปสรรคต่อการขับความร้อนได้มาก เนื่องจากลำตัวเป็นพื้นที่ที่มีการเกิดเหงื่อมากที่สุด

การสูญเสียบุคลากรในระหว่างการฝึกจากการเจ็บป่วยด้วยโรคเกี่ยวกับความร้อน รวมไปถึงการสูญเสียงบประมาณทั้งการฝึกและการรักษา ทางกรมแพทย์ทหารเรือจึงได้วางแผนยุทธศาสตร์ในปี พ.ศ. 2559 - 2562 ยุทธศาสตร์ที่ 1 เตรียมความพร้อมด้านสุขภาพให้กำลังพลกองทัพเรือ และให้บริการทางการแพทย์สนับสนุนการปฏิบัติการทางทหารของกองทัพเรือ โดยมีตัวชี้วัดหนึ่ง คือ กำลังพลทหารเรือไม่พบการเสียชีวิตด้วยโรคลมร้อน

ปัจจุบันในสถานการณ์ที่โลกมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การสะสมความร้อนในร่างกายทั้งได้รับจากสิ่งแวดล้อมมากขึ้น อีกทั้งการเผาผลาญพลังงานของร่างกายขณะมีกิจกรรมทำให้เกิดความร้อนทำให้เกิดการเจ็บป่วยจากความร้อนชนิด Exertional heat illness ได้มากขึ้น การฝึกทางทหารนั้นเป็นการฝึกที่มีกิจกรรมทางกายอย่างมากเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ความทนของร่างกาย จึงเป็นการฝึกร่างกายที่หนักอย่างเลี่ยงไม่ได้ หากมีการประเมินความเสี่ยงทางร่างกายต่อการเจ็บป่วยจากความร้อนได้ จะสามารถทำให้เกิดการเฝ้าระวังเฉพาะรายเพื่อลดความสูญเสียจากการเจ็บป่วย ลดความรุนแรงของโรคด้วยการประเมินกลุ่มเสี่ยงและติดตามใกล้ชิด รวมถึงการวางแผนเพื่อให้การสนับสนุนสายแพทย์ในการให้การดูแลอย่างทันเหตุการณ์ในช่วงเวลาที่มีความเสี่ยงสูง

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาอุบัติการณ์ของการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงในการฝึกทางทหารของกองทัพเรือ

2. เพื่อเปรียบเทียบดัชนีมวลกายที่สัมพันธ์กับการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงในการฝึกทางทหารของกองทัพเรือ

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ ที่ทำงาน ภูมิลำเนา การดื่มแอลกอฮอล์ การสูบบุหรี่ สัดส่วนของร่างกาย (ดัชนีมวลกาย ไขมันใต้ผิวหนัง เส้นรอบเอว และพื้นที่ผิวหนัง) ยาเสพติด พฤติกรรมการออกกำลังกาย การเจ็บป่วยจากความร้อนในอดีต การเคยได้รับฝึกมาก่อน การปรับตัวของร่างกาย VO_2max เมตาบอลิซึมในกิจกรรมทางกายที่ปฏิบัติเป็นประจำ และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ดัชนีความร้อนของสิ่งแวดล้อม ฤดูกาล มีความสัมพันธ์กับการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง

4. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพต่างๆ ของนักเรียนหลักสูตรทางทหารของกองทัพเรือในระหว่างการฝึก 1 เดือนแรก

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็น Cohort study ทำการติดตามนักเรียนหลักสูตรทางทหารของกองทัพเรือที่มีการเรียนตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป ได้แก่ หลักสูตร

การรบพิเศษ แขนงการลาดตระเวนสะเทินน้ำสะเทินบกและจู่โจม นาวิกโยธิน (RECON) หลักสูตรนักทำลายใต้น้ำจู่โจม (SEAL) และหลักสูตรประดาน้ำชั้นต้น (DIVER) โดยการศึกษาติดตามไปข้างหน้า เนื่องจากกลุ่มนักเรียนหลักสูตรนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา กล่าวคือ นักเรียนสามารถลาออกจากการเป็นนักเรียนหลักสูตรได้ทุกเมื่อ ซึ่งเป็นการสูญเสียจำนวนตัวอย่างที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเก็บข้อมูล การใช้ Person-time หรือเวลาในการคำนวณทำให้ได้ความสัมพันธ์ที่แท้จริง จึงมีการคำนวณกลุ่มตัวอย่างและเพิ่มจำนวนตัวอย่างชดเชยการสูญเสียของตัวอย่างระหว่างการติดตาม (Loss to follow up) ร้อยละ 40 กำหนดคุณสมบัติดังนี้ เป็นนักเรียนใน 3 หลักสูตรดังกล่าวและไม่ได้รับประทานยา กลุ่ม beta-blockers, calcium channel blocker, diuretics, phenothiazines, tricyclic antidepressants, MAO inhibitors, methyldopa, และ vasoconstrictors ไม่เจ็บป่วยด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด และไม่เคยได้รับการผ่าตัดสมองส่วนไฮโปทาลามัส การติดตามแต่ละหลักสูตรเป็นระยะเวลา 90 วัน ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่ ตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2561 ได้อาสาสมัครทั้งหมดจาก 3 หลักสูตร 209 ราย ประกอบด้วย อาสาสมัครจากหลักสูตรการรบพิเศษ แขนงการลาดตระเวนสะเทินน้ำสะเทินบกและจู่โจม นาวิกโยธิน (RECON) 81 ราย หลักสูตรนักทำลายใต้น้ำจู่โจม (SEAL) 76 ราย และหลักสูตรประดาน้ำชั้นต้น (DIVER) 52 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ส่วนที่ 1 บันทึกการตรวจร่างกาย จากโรงพยาบาลอาภากรเกียรติวงศ์ ฐานทัพเรือสัตหีบ พร้อมทั้งวัดความหนาของชั้นผิวหนังของนักเรียนโดยใช้ Lange skinfold caliper เริ่มเก็บข้อมูลอาสาสมัครก่อนการฝึกเริ่มต้น

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ได้แก่ บ้านเกิด สถานที่ทำงาน การสูบบุหรี่ การดื่มแอลกอฮอล์ พฤติกรรมการออกกำลังกาย การใช้ยา ประวัติการเจ็บป่วยจากความร้อนในอดีต เก็บข้อมูลเข้าวันแรกของการฝึก (ก่อนเริ่มทำการฝึก)

ส่วนที่ 3 แบบบันทึกอุณหภูมิวัดทางหู การวัดชีพจร ความดันโลหิต และน้ำหนักตัว โดยน้ำหนักตัววัดในชุดเสื้อกีฬา กางเกงขาสั้น พร้อมกับวัดความดันโลหิตในระยะพักหรือตอนตื่นนอนตอนเช้า การวัดอุณหภูมิ และชีพจร แบ่งเป็นระยะพัก คือ ตอนตื่นนอนในตอนเช้า (Heart rate at rest) และหลังออกกำลังกายด้วยการวิ่ง (Final heart rate และ Final tympanic temperature) โดยวัดที่จุดหมดระยะทางทิ้งระยะห่างจากจุดหมดระยะทาง 100 เมตร และทำการวัดภายใน 3 นาทีที่ครบระยะ เก็บข้อมูลสองครั้ง คือ หลังจากเริ่มการฝึกได้ 1 สัปดาห์ และหลังจากฝึกไปแล้ว 4 สัปดาห์ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณชีพของอาสาสมัครหลังเข้าร่วมการฝึก

ส่วนที่ 4 แบบบันทึกอุบัติการณ์การเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง บันทึกเฉพาะรายเมื่ออาสาสมัครมีการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง

ส่วนที่ 5 แบบบันทึกอุณหภูมิ ความชื้นของแต่ละหลักสูตรตลอดระยะเวลาที่ติดตาม บันทึกในเวลา 06.00 น., 10.00 น., 14.00 น. และ 18.00 น. โดยใช้เซ็นเซอร์อิเล็กทรอนิกส์ในการบันทึก

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเสนอโครงการเพื่อขอรับการพิจารณาด้านจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนจากคณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล และคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยกรมแพทย์ทหารเรือ ขออนุญาตกองทัพเรือในการเก็บข้อมูลนักเรียนหลักสูตรจากกองทัพเรือ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล โดยผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ชี้แจงวัตถุประสงค์ ประโยชน์ และขั้นตอนการศึกษาให้กับอาสาสมัคร ตรวจสอบคุณสมบัติอาสาสมัคร พร้อมทั้งให้อาสาสมัครลงลายมือชื่อแสดงความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรในการเข้าร่วมการศึกษา และขออนุญาตใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลเพื่อศึกษา นอกจากนี้อาสาสมัครสามารถถอนตัวออกจากการศึกษาได้ตลอดเวลาโดยอิสระ หลังจากนั้นอาสาสมัครทำแบบสอบถามทั่วไปในวันแรกของการฝึก โดยใช้เวลา 20 นาที ผู้วิจัยจะทำการติดตามการทำกิจกรรมต่างๆ ของอาสาสมัครทุกวันเพื่อประเมินการใช้พลังงานของอาสาสมัครในแต่ละหลักสูตรซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับการเพิ่มอุณหภูมิภายในร่างกาย การเจ็บป่วยของอาสาสมัครที่เกี่ยวกับการเจ็บป่วยจากความร้อน ทำการติดตามระยะเวลา 90 วัน หรือหยุดก่อนเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาที่ศึกษาที่กำหนดอันเนื่องมาจากมีการเลื่อนระยะเวลาของการฝึกออกไป หลักสูตรที่ไม่สามารถตามได้ 90 วัน ได้แก่ หลักสูตรประดาน้ำชั้นต้น (DIVER) สามารถติดตามได้เพียง 30 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป แสดงผลด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของอาสาสมัคร และข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม คำนวณอุบัติการณ์การเจ็บป่วยโดยใช้ Person-time (จำนวนวันหรือระยะเวลาที่อยู่ในการศึกษาของอาสาสมัครแต่ละราย) ในการคำนวณ Incidence density rate ใช้สถิติ Poisson regression ในการศึกษาขนาดความสัมพันธ์ของปัจจัยต่อการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง (Moderate to severe heat-related illness

ผลการวิจัย

1. ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร จำนวนอาสาสมัครทั้งหมด 209 คน เป็นเพศชาย อายุเฉลี่ย 23.23 ปี (SD = 2.86) เป็นข้าราชการชั้นประทวน ร้อยละ 90 ค่ามัธยฐานของเส้นรอบเอวเป็น 74 ซม. (IQR = 7) ดัชนีมวลกายมีค่ามัธยฐานเป็น 22.34 kg/m^2 (IQR = 2.77) คำนวณค่าไขมัน (Body fat percentage) ได้ค่าเฉลี่ยไขมัน ร้อยละ 11.54 (SD = 2.89) พื้นที่ผิวหนังเฉลี่ย 1.78 ตร.ม. (SD = 0.12) คำนวณ VO_2max ได้ค่าเฉลี่ย 45.19 $ml \bullet kg^{-1} \bullet min^{-1}$ (SD = 6.69) เป็นทหารเรือ ร้อยละ 89.5 ทำงานอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออก ร้อยละ 71.8 มีพฤติกรรมไม่สูบบุหรี่เลย ร้อยละ 68.9 มีพฤติกรรมสูบบุหรี่อย่างต่อเนื่องไม่เคยเลิก ร้อยละ 3.3 พฤติกรรมการออกกำลังกายมากกว่า 2 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 82.8 ระยะเวลาในการออกกำลังกาย 1 - 2 ชม./ครั้ง ร้อยละ 77.5 เคยได้รับการฝึกหลักสูตรระยะสั้นอื่นๆ ทางทหารใน 1 ปีที่ผ่านมา ร้อยละ 31.1 และมีประวัติเคยเจ็บป่วยจากความร้อนใน 1 ปีที่ผ่านมา ร้อยละ 5.3 นอกจากนี้อาสาสมัครทั้งหมด ไม่มีโรคประจำตัวที่ต้องรับประทานยาเป็นประจำ ไม่เคยใช้ยาเสพติด และไม่ดื่มแอลกอฮอล์ภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนเข้ารับการฝึก

2. จากการติดตามการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงในนักเรียนหลักสูตรทางทหารของกองทัพเรือ อาสาสมัครทั้งหมด 209 ราย พบอุบัติการณ์ 8 ราย จากการติดตามอาสาสมัครเป็นเวลา 90 วัน ในแต่ละหลักสูตร ยกเว้น หลักสูตรประดาน้ำชั้นต้น (DIVER) ที่มีการติดตามเพียง 30 วัน เนื่องจากหมดระยะเวลาในการศึกษาก่อน ระยะเวลาในการติดตามทั้งหมด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะเวลาในการติดตามอาสาสมัครในหลักสูตรการฝึกทางทหารของกองทัพเรือ จำนวน 3 หลักสูตร ตั้งแต่ ตุลาคม พ.ศ. 2560 ถึง พฤษภาคม พ.ศ. 2561

	Person-days
รวมระยะเวลาที่มีการติดตาม (วัน)	10,252
ค่าเฉลี่ย	49
ค่าต่ำสุด	1
ค่าสูงสุด	90

อุบัติการณ์ของการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงคิดเป็น 0.7803 คน ต่อ 1000 person-day (95%CI = 0.3902-1.5604) สัดส่วนของการเจ็บป่วยนั้นพบมากในสัปดาห์แรกของการฝึก ร้อยละ 62.5 ซึ่งมีโอกาสเกิดเหตุการณ์ในสัปดาห์แรกเป็น ร้อยละ 2.7 หลังจากนั้นพบเหตุการณ์ในสัปดาห์ที่ 5 มีสัดส่วนเป็น ร้อยละ 25 ในสัปดาห์ที่ 5 นี้อาสาสมัครทั้งหมดมีโอกาสที่จะไม่พบการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง ร้อยละ 95.7 และเหตุการณ์ยังสามารถพบได้ในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งมีโอกาสที่อาสาสมัครไม่พบการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง ร้อยละ 94.7 ของอาสาสมัครทั้งหมด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัดส่วนของการเจ็บป่วย ความน่าจะเป็นที่จะพบและไม่พบการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง ตามลำดับระยะเวลาที่ได้รับการฝึก

สัปดาห์ที่	สัดส่วนของการเกิดการเจ็บป่วย (ร้อยละ)	จำนวนครั้งที่พบการเจ็บป่วย	ความน่าจะเป็นของการไม่เจ็บป่วย	ความน่าจะเป็นของการเจ็บป่วย
สัปดาห์ที่ 1	62.5	5	0.973	0.027
สัปดาห์ที่ 2		0		
สัปดาห์ที่ 3		0		
สัปดาห์ที่ 4		0		
สัปดาห์ที่ 5	25.0	2	0.957	0.043
สัปดาห์ที่ 6		0		
สัปดาห์ที่ 7		0		
สัปดาห์ที่ 8	12.5	1	0.947	0.053
สัปดาห์ที่ 9-12		0		

ค่าเฉลี่ยของดัชนีความร้อนเมื่อพบการเจ็บป่วยเป็น 42.6 องศาเซลเซียส นอกจากนี้เมื่อหาความสัมพันธ์ของดัชนีความร้อนในวันที่พบเหตุการณ์ที่สนใจ และวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีความร้อนย้อนหลังไป 7 วันก่อนเกิดเหตุการณ์ พบว่า ดัชนีความร้อนสูงติดต่อกัน 2 วัน มีความสัมพันธ์กับการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงในวันถัดมา ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ Pearson's correlation ระหว่างดัชนีความร้อนและการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง

ค่าดัชนีความร้อน	Day 0	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
Correlation	0.341*	0.412*	0.232*	0.106	0.168	0.008	0.091	0.044

*p < .05

3. ดัชนีมวลกายที่มากกว่า 23 kg/m^2 มีความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง 2.835 เท่า เมื่อเทียบกับดัชนีมวลกายที่น้อยกว่า 23 kg/m^2 แต่ไม่พบระดับนัยสำคัญ (RR = 2.835, 95%CI = 0.677-11.861) ในกลุ่มนักเรียนหลักสูตรทางทหารของกองทัพเรือ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ขนาดความสัมพันธ์ของดัชนีมวลกายกับการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง แสดงด้วย Relative rate ratio (n = 209)

ดัชนีมวลกาย	Relative rate ratio (RR)	95%CI	p-value
< 23 kg/m^2	1		
≥ 23 kg/m^2	2.835	0.677-11.861	0.154

4. ปัจจัยเสี่ยงที่ศึกษา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานของอาสาสมัคร ฤดูกาล อายุ ภูมิภาคที่อาศัยอยู่ ชีพจร ความดันซิสโตลิก ความดันไดแอสโตลิก ค่า VO_2max เส้นรอบเอว ดัชนีมวลกาย ไขมันใต้ผิวหนัง พื้นที่ผิวหนัง พฤติกรรมสูบบุหรี่ และความถี่ของการออกกำลังกาย เมื่อนำเข้าสมการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทีละตัวแปรแล้วเลือกตัวแปรที่มีนัยสำคัญน้อยกว่า 0.1 มาวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานของอาสาสมัคร เส้นรอบเอว ไขมันใต้ผิวหนัง และพื้นที่ผิวหนัง แต่ตัวแปรอิสระที่ได้มีความสัมพันธ์กันเองสูง จึงแยกวิเคราะห์ตัวแปรแต่ละตัวเพื่อหาความสัมพันธ์ โดยควบคุมด้วยตัวแปรอายุ พบว่า เส้นรอบเอว ไขมันใต้ผิวหนัง และพื้นที่ผิวมีความสัมพันธ์ อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ ตัวแปรค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานของอาสาสมัครไม่พบนัยสำคัญ ในอายุที่เท่ากันเส้นรอบเอวที่เพิ่มมากขึ้น 1 ซม. จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยเป็น 1.172 เท่า (95%CI = 1.042-1.318, p-value < 0.05) ในอายุที่เท่ากันไขมันใต้ผิวหนังที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 1 จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยเป็น 1.257 เท่า (95%CI = 1.007-1.569, p-value < 0.05) และในอายุที่เท่ากันพื้นที่ผิวหนังที่เพิ่มขึ้น 100 ตร.ซม. จะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยเป็น 1.069 เท่า (95%CI = 1.006-1.135, p-value < 0.05) ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ขนาดความสัมพันธ์ของปัจจัยส่วนบุคคลกับการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงในนักเรียนหลักสูตรทางทหารของกองทัพเรือ โดยใช้สถิติ Multivariate poisson regression (n = 209)

ปัจจัย	ขนาดของความสัมพันธ์เมื่อควบคุมด้วยอายุ (Relative rate adjusted by age)		
	RR	95%CI	p-value
เส้นรอบเอว (ซม.)	1.172	1.042-1.318	0.008*
ร้อยละของไขมันใต้ผิวหนัง	1.257	1.007-1.569	0.044*
พื้นที่ผิวหนัง (ต่อ 100 ตร.ซม.)	1.069	1.006-1.135	0.030*

*p < .05

5. การติดตามการเปลี่ยนแปลงสัญญาณชีพของอาสาสมัครนั้นติดตามสองครั้ง คือ ในสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 4 แต่ในกลุ่มการศึกษานี้เป็นลักษณะ Fixed cohort นั่นคือ อาสาสมัครสามารถถอนตัวออกจากหลักสูตรได้ตลอดเวลา จำนวนอาสาสมัครที่ยังคงอยู่เมื่อถึงในสัปดาห์ที่ 4 ประกอบด้วยหลักสูตรนักทำลายใต้น้ำจู่โจม (SEAL) 63 ราย หลักสูตรการรบพิเศษ แขนงการลาดตระเวนสะเทินน้ำสะเทินบกและจู่โจม นาวิกโยธิน (RECON) 53 ราย และหลักสูตรประดาน้ำชั้นต้น (DIVER) 16 ราย รวมอาสาสมัครที่คงเหลือในสัปดาห์ที่ 4 เป็น 132 ราย การเปลี่ยนแปลงสัญญาณชีพของอาสาสมัครแบ่งเป็นขณะพัก และหลังจากการมีกิจกรรมทางกาย ในขณะพัก พบว่า ชีพจรขณะพักลดลงอย่างมีนัยสำคัญในหลักสูตร RECON (Diff. mean = 2.962, p-value < 0.05) และ หลักสูตร DIVER (Diff. mean = 7.813, p-value < 0.05) และหลักสูตร SEAL (Diff. mean = -3.841, p-value < 0.05) ชีพจรขณะพักเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ประกอบกับหลักสูตร SEAL ยังมีการเปลี่ยนแปลงของความดันโลหิตที่ลดลงทั้งความดันซิสโตลิก (Diff. mean = 4.73, p-value < 0.05) และความดันไดแอสโตลิก (Diff. mean = 8.333, p-value < 0.05) อย่างมีนัยสำคัญด้วย การวัดหลังมีกิจกรรมทางกายในหลักสูตร DIVER ที่อาสาสมัครวิ่ง 5 กม. ในเครื่องแต่งกายและเวลาของการวิ่งเหมือนกันทั้งสองครั้ง พบว่า อัตราการเต้นของชีพจรหลังจากวิ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Diff. mean = 12.063, p-value < 0.05) รวมถึงอุณหภูมิกายที่วัดทางหูยังลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Diff. mean = 1.3938, p-value < 0.05) ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของอาสาสมัครในระยะเวลา 1 เดือนแรกโดยใช้สถิติ Paired t-test

หลักสูตร	การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	Difference mean	Standard deviation	Standard error mean	p-value
SEAL[a]	1. น้ำหนักตัว	1.3476	1.4610	0.1841	0.000*
(n = 63)	2. ความดันซิสโตลิกขณะพัก	4.730	13.764	1.734	0.008*
	3. ความดันไดแอสโตลิกขณะพัก	8.333	12.051	1.518	0.000*
	4. ชีพจรขณะพัก	-3.841	9.654	1.216	0.002*
	5. ชีพจรหลังวิ่ง	24.667	19.055	2.401	0.000*
	6. วัดอุณหภูมิทางหูหลังวิ่ง	0.5190	0.5948	0.0749	0.000*
RECON[b]	1. น้ำหนักตัว	0.2000	2.0799	0.2857	0.487
(n = 53)	2. ความดันซิสโตลิกขณะพัก	4.038	12.206	1.677	0.020*
	3. ความดันไดแอสโตลิกขณะพัก	0.698	8.331	1.144	0.544
	4. ชีพจรขณะพัก	2.962	10.275	1.411	0.041*
	5. ชีพจรหลังวิ่ง	-3.509	10.657	1.464	0.020*
	6. วัดอุณหภูมิทางหูหลังวิ่ง	-0.962	0.9123	0.1253	0.123
DIVER[c]	1. น้ำหนักตัว	0.5938	1.0717	0.2679	0.043*
(n = 16)	2. ความดันซิสโตลิกขณะพัก	2.813	9.488	2.372	0.254
	3. ความดันไดแอสโตลิกขณะพัก	1.250	6.628	1.657	0.462
	4. ชีพจรขณะพัก	7.813	9.101	2.275	0.004*
	5. ชีพจรหลังวิ่ง	12.063	6.865	1.716	0.000*
	6. วัดอุณหภูมิทางหูหลังวิ่ง	1.3938	0.5531	0.1383	0.000*

* $p < .05$

กิจกรรมที่เปรียบเทียบในสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 4 ของแต่ละหลักสูตรเป็น ดังนี้

[a] การทดสอบวิ่ง 3.22 กม. ในสัปดาห์ที่ 1 และ 4.83 กม. ในสัปดาห์ที่ 4

[b] การทดสอบวิ่ง 4.83 กม. ในสัปดาห์ที่ 1 และ 9.66 กม. ในสัปดาห์ที่ 4

[c] การทดสอบวิ่ง 5 กม. ในสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 4

การวัดขณะพัก หมายถึง การวัดหลังจากตื่นนอนตอนเช้า

การวัดหลังวิ่ง หมายถึง การวัดห่างจากจุดสิ้นสุดระยะวิ่ง 100 เมตร

6. การติดตามอาสาสมัครที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลทั้งหมด 8 ราย พบว่า ขณะเกิดเหตุการณ์ระดับความรู้สึกตัว หรือ Glasgow coma scale (GCS) มีค่ามัธยฐานที่ 7 (IQR = 10, min-max = 3-14) อาการแสดงที่พบ ได้แก่ Ataxia (ร้อยละ 50), Syncope (ร้อยละ 50), Confuse (ร้อยละ 50) และ Uncooperate (ร้อยละ 25) เมื่อพบอาการป่วยในที่เกิดเหตุใช้ระยะเวลาในการนำส่งโรงพยาบาล 22 นาที (IQR = 23, min-max = 15-48) ระหว่างนำส่งมีการเช็ดตัวลดความร้อนตลอดเวลา ค่ามัธยฐานของ

อุณหภูมิแกนกายวัดทางทวารหนักเมื่อถึงห้องฉุกเฉินเป็น 40.1 องศาเซลเซียส (IQR = 2.6, min-max = 38-41.9) ระดับความรู้สึกตัว หรือ GCS ที่ห้องฉุกเฉินโรงพยาบาลเป็น 9 (IQR = 8, min-max = 3-15) ทั้งหมดได้รับการรักษาตัวในโรงพยาบาลที่ ICU 2 ราย (ร้อยละ 25) และหอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย 6 ราย (ร้อยละ 75) หลังจากเข้ารับการรักษาได้ 1 วันได้ปฏิเสธการรักษาเพื่อขอเข้ารับการฝึกต่อ 4 ราย (ร้อยละ 50) ระยะเวลานอนโรงพยาบาลเฉลี่ย 3 วัน (SD = 2) เมื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการรักษาเฉลี่ยเป็น 10,476.8 บาท (SD = 6,538.1, min-max = 4,541-21,100.5)

สรุปและการอภิปรายผลการวิจัย

สภาพอากาศปัจจุบันมีอุณหภูมิที่สูงซึ่งแนวโน้มจะสูงขึ้นทุกปี ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของคนบางกลุ่ม ทางอุตุนิยมวิทยาใช้ดัชนีความร้อนในการบอกถึงสภาพอากาศที่อันตรายเสี่ยงการเกิดโรคลมร้อนได้ง่าย ในการศึกษานี้พบระดับดัชนีความร้อนสูงสุดอยู่ในระดับ Extreme caution และไม่พบดัชนีความร้อนระดับ Extreme danger เลย ดัชนีความร้อนในช่วงกลางวันแม้จะต่ำสุดในเวลา 06.00 น. ค่าเฉลี่ยในเวลานี้ยังอยู่ในระดับ Caution จึงยังพบการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงในช่วงนี้ถึง 2 ราย (ร้อยละ 25) เมื่อนำค่าดัชนีความร้อนเฉลี่ยย้อนหลังมาหาความสัมพันธ์ต่อการเจ็บป่วยแล้วพบว่า ดัชนีความร้อนที่อันตรายต่อเนื่องกันสองวันขึ้นไปจะทำให้มีโอกาสพบการเจ็บป่วยจากความร้อนได้มากขึ้น นอกจากนี้สถานที่ได้รับการฝึก เช่น ในน้ำยังพบการเจ็บป่วยจากความร้อน 1 ราย ขณะทำการฝึกว่ายน้ำในสระว่ายน้ำที่มีที่ร่มรำไร ซึ่งสามารถพบการเจ็บป่วยจากความร้อนได้เช่นกัน เช่นเดียวกับการรายงานพบการเสียชีวิตด้วย Heat exhaustion ในการแข่งขันว่ายน้ำระยะ 10 กม.[9] Crippen นักกีฬาว่ายน้ำชาวฝรั่งเศสซึ่งเสียชีวิตขณะว่ายน้ำได้ 8 กม. ได้รับการผ่าศพพิสูจน์การเสียชีวิต เป็นกรณีศึกษาที่ชื่อว่า Crippen death น้ำเย็นใช้เพื่อลดอุณหภูมิของร่างกายด้วยการถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกายจากอุณหภูมิสูงไปต่ำ แต่ในสระว่ายน้ำที่ตั้งอยู่ในที่ร่มรำไรนั้น อุณหภูมิของน้ำอาจไม่ต่ำกว่าร่างกาย จึงไม่ได้ช่วยให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกาย นอกจากนี้ความร้อนที่เพิ่มขึ้นในร่างกายนั้นไม่ได้มาจากการรับจากสิ่งแวดล้อมเพียงอย่างเดียว แต่ร่างกายยังสร้างขึ้นเองจากการเผาผลาญระดับเซลล์เพื่อใช้เป็นพลังงาน รวมไปถึงการเจ็บป่วยเพียงเล็กน้อยจะทำให้ร่างกายอ่อนกำลังลง เช่น ในช่วงเช้ามืด อาสาสมัคร 1 รายมีอาการเป็นหวัด รู้สึกเหมือนตนเองมีไข้บางครั้ง มีอาการ 3 วัน ไม่ได้รับประทานยาใดๆ เวลา 05.30 น. วิ่ง 3 ไมล์ แม้เป็นช่วงที่อุณหภูมิต่ำของวัน Heat index 31 องศาเซลเซียส (Caution level) อาสาสมัครรายนี้ล้มหมดสติด้วย Exertional heat stroke หรือโรคลมร้อนเมื่อวิ่งครบระยะ GCS เป็น 3 พบ Acute renal failure, Liver injury และ Rhabdomyolysis ในวันที่ 5 ของการฝึก

สำหรับการฝึกทางทหารในการศึกษานี้อุบัติการณ์ของการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงในกลุ่มนักเรียนฝึกทหารกองทัพเรือเป็น 0.7803 ต่อ 1000 person-days สัดส่วนของการเจ็บป่วยสูงในช่วงสัปดาห์แรกถึงร้อยละ 62.5 ซึ่งถือเป็นช่วงต้นของการฝึกที่ร่างกายยังไม่คุ้นชินกับสภาพแวดล้อมและความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกายอย่างรวดเร็ว ร่างกายยังไม่เกิดการเรียนรู้เพื่อปรับสภาพให้เหมาะสม เช่นเดียวกับการศึกษาของกองทัพบกที่พบว่า[10] ระยะเวลาของการฝึกในช่วงแรกจะมีอุบัติการณ์

การเจ็บป่วยเกิดขึ้นได้มาก โดยการฝึกของกองทัพบกในทหารใหม่นั้นพบตั้งแต่สัปดาห์แรกและมากที่สุดในสัปดาห์ที่สอง การศึกษานี้เมื่ออาสาสมัครเข้ารับการฝึกครบ 5 สัปดาห์ โอกาสของการเจ็บป่วยเริ่มลดน้อยลง ช่วงเวลาของการเจ็บป่วยในการศึกษานี้พบในช่วงกลางวันเท่านั้น เนื่องจากเป็นช่วงที่มีกิจกรรมทางกายสูงอย่างต่อเนื่อง เช่น การวิ่งระยะยาว การว่ายน้ำระยะไกล การพายเรือ แม้ในกลางคืนจะมีกิจกรรมทางกายบ้างในบางวัน เช่น การเดินลาดตระเวน การฝึกทักษะว่ายน้ำกลางคืน แต่มีระยะพักมากกว่า ในการศึกษานี้ไม่พบผู้เสียชีวิตหรือความพิการจากการเจ็บป่วยจากความร้อนเลย

การศึกษาด้านปัจจัยส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงนั้น พบว่า ดัชนีมวลกายไม่พบความสัมพันธ์กับการเจ็บป่วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากดัชนีมวลกายนั้นเป็นดัชนีที่ใช้ประมาณไขมันในร่างกาย ซึ่งในแต่ละเชื้อชาติ เพศ และอายุ มีการกระจายของไขมันในร่างกายแตกต่างกันไป เกณฑ์ในการบ่งชี้ภาวะน้ำหนักเกินจึงแตกต่างกัน โดยในเกณฑ์ของเอเชียนั้นกำหนดให้ค่าดัชนีมวลกายเกิน 23 kg/m^2 เป็นผู้มีภาวะน้ำหนักเกิน เช่นเดียวกันกับการศึกษาของกองทัพบกที่ติดตามการเจ็บป่วยจากความร้อนในกลุ่มทหารใหม่[11] พบว่า ค่าดัชนีมวลกายที่สูงขึ้นมีแนวโน้มจะพบความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยมากขึ้น แต่ทั้งนี้ไม่พบระดับนัยสำคัญเช่นกัน จำนวนเหตุการณ์ที่สนใจมีเพียง 8 เหตุการณ์ เมื่อประเมินอำนาจในการจำแนกความแตกต่างในเรื่องของดัชนีมวลกายจากตัวอย่าง พบว่า มี Power of stat เพียงร้อยละ 49 จึงยังคงมีโอกาสสรุปผิดได้ค่อนข้างมาก ในการศึกษาครั้งต่อไปเมื่อมีจำนวนเหตุการณ์มากๆ จะสามารถสรุปได้ชัดเจนขึ้น ดัชนีอื่นๆ ที่พบความสัมพันธ์กับการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรง ได้แก่ เส้นรอบเอวที่พบว่า เส้นรอบเอวมากขึ้นในอายุที่เท่ากันจะมีความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยได้มากกว่า เส้นรอบเอวนั้นบ่งบอกถึงภาวะอ้วนลงพุงหรือมีไขมันสะสมช่วงลำตัวมาก ซึ่งจากการศึกษาการเกิดเหงื่อของร่างกาย พบว่าผิวหนังบริเวณลำตัว (Trunk) ผลิตเหงื่อมากที่สุด[12] เมื่อมีไขมันมากบริเวณช่วงลำตัวจึงขัดขวางการเกิดเหงื่อเพื่อขับความร้อนจากต่อมเหงื่อช่วงลำตัว เช่นเดียวกับปริมาณไขมันใต้ผิวหนัง (Body fat percentage) ที่มีมากจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยด้วยการชะลอการไหลเวียนของเลือดไปที่ผิวหนังเพื่อกำจัดความร้อนออกจากร่างกาย นอกจากนี้พื้นที่ผิวหนังมากกลับเพิ่มความเสี่ยงให้กับกลุ่มอาสาสมัครเจ็บป่วยจากความร้อนมากขึ้นทั้งนี้กลุ่มอาสาสมัครเป็นกลุ่มฝึกทหารที่มีกิจกรรมทางกายที่สูงอย่างต่อเนื่องและมีกิจกรรมยาวนาน มีการสูญเสียเหงื่อปริมาณมากเพื่อขับความร้อนออกไปเรื่อยๆ ในขณะที่น้ำดื่มมีปริมาณจำกัด กระบวนการทดแทนการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายไม่ทัน จึงทำให้ผู้ที่มีพื้นที่ผิวมากเกิด Heat exhaustion ได้เร็วขึ้น[13,14]

การเปลี่ยนแปลงของร่างกายจากการออกกำลังกายสามารถช่วยป้องกันการเกิดโรคลมร้อนได้ เป็นการฝึกให้ร่างกายเกิดการเรียนรู้ปรับสภาพให้การถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกายเพื่อรักษาสมดุลการทำงานของอวัยวะ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้เกิดอุบัติการณ์การเจ็บป่วยจากความร้อนได้ลดลง ด้วยการเพิ่มปริมาตรน้ำเลือด เพิ่มการไหลเวียนเลือด ลดชีพจร และลดอุณหภูมิกายได้เร็วขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้มักใช้เวลา 10 - 14 วัน หรืออย่างช้าที่สุด 1 เดือน โดยในสองหลักสูตรมีชีพจรขณะพักลดลงอย่างมีนัยสำคัญเฉลี่ย 3 - 8 ครั้ง/นาที ถือเป็นการเปลี่ยนแปลงของร่างกายในระบบหัวใจและหลอดเลือด[15] แต่ในหลักสูตรนักทำลายใต้น้ำจู่โจมนั้น

ชีพจรขณะพักมีแนวโน้มสูงขึ้นอาจเกี่ยวเนื่องจากภาวะขาดน้ำซึ่งในสัปดาห์ที่ 4 นั้น อาสาสมัครหลักสูตรนักทำลายใต้น้ำจู่โจมมีน้ำหนักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (mean diff. = 1.3476) ซึ่งน้ำหนักตัวลดลงมากถึง ร้อยละ 1.97 ของน้ำหนักตัวในสัปดาห์แรก ความดันโลหิตซิสโตลิกและไดแอสโตลิกมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แสดงถึงประสิทธิภาพในการบีบตัวของหัวใจที่เพิ่มขึ้นเพื่อช่วยในการไหลเวียนของเลือดไปยังผิวหนังร่วมกับชีพจรขณะพักและหลังออกกำลังกายที่เต้นช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 1 เป็นการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพของระบบหัวใจและหลอดเลือดในการสูบฉีดเลือดออกไปได้ดีขึ้น อุณหภูมิที่วัดทางหูเมื่อเปรียบเทียบสัปดาห์ที่ 4 พบว่า มีอุณหภูมิลดต่ำลงเนื่องจากกระบวนการกำจัดความร้อนเริ่มทำงานเร็วขึ้นทำให้มีความร้อนหลงเหลืออยู่ในร่างกายลดลงหรือร่างกายกำจัดความร้อนได้ดีขึ้น[15] เมื่อเปรียบเทียบในหลักสูตรที่ทำกิจกรรมชนิดเดียวกันทั้งสัปดาห์ที่ 1 และสัปดาห์ที่ 4 คือ หลักสูตรประดาน้ำชั้นต้นจึงชัดเจนขึ้น อาสาสมัครมีอุณหภูมิกายหลังทำกิจกรรมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ 1.39 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามอุบัติการณ์การเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงในการศึกษานี้หลังจากการฝึกพ้นระยะ 1 เดือนไปแล้ว ยังพบอุบัติการณ์ได้อีก 3 ราย โดยพบในสัปดาห์ที่ 5 จำนวน 2 ราย และในสัปดาห์ที่ 8 อีก 1 ราย โดยมีแนวโน้มความน่าจะเป็นของความเสี่ยงที่ลดลงในช่วงหลังการฝึก 1 เดือน นั่นคือหลังจากร่างกายของอาสาสมัครมีการปรับตัวในระยะ 1 เดือนแรกของการฝึกแล้ว ทำให้ร่างกายกำจัดความร้อนออกได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น การเจ็บป่วยจากความร้อนในระยะหลัง 1 เดือนจึงพบน้อยลง

เมื่อมีผู้รับบริการที่ประสบการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงจากการฝึกในภาคสนาม พยาบาลประจำหลักสูตรจะทำการประเมินระดับความรู้สึกตัว ทำการลดอุณหภูมิด้วยผ้าเย็น ราดน้ำเย็น ปลดเสื้อผ้าและอุปกรณ์ หากอาการไม่ดีขึ้นในทันทีหรือระดับความรู้สึกตัวที่เปลี่ยนไปจะพิจารณานำส่งโรงพยาบาลทันที การประเมินอุณหภูมิแกนกายเบื้องต้นในภาคสนามอุปกรณ์ที่ใช้เป็นปรอทแก้วซึ่งอาจทำให้ผู้รับบริการบาดเจ็บจากการใช้อุปกรณ์เนื่องจากผู้รับบริการ ร้อยละ 50 มีอาการสับสน ไม่สามารถทำตามบอกได้และอาจทำให้เสียเวลาในการปฐมพยาบาลลดอุณหภูมิ การประเมินจากระดับความรู้สึกตัวผู้รับบริการเป็นสิ่งสำคัญที่ภาคสนาม Median GCS เป็น 7 และเมื่อถึงห้องฉุกเฉินโรงพยาบาล GCS เป็น 9 แนวโน้มผู้รับบริการระดับความรู้สึกตัวดีขึ้นเมื่อทำการปฐมพยาบาลใน 15 นาทีแรก ยกเว้น 1 ราย ที่มีอาการรุนแรงขึ้น GCS ต่ำกว่าที่ประเมินภาคสนามเมื่อมาถึงโรงพยาบาล ทุกรายได้รับการรักษาตัวในโรงพยาบาลระยะเวลานอนโรงพยาบาลเฉลี่ย 3 วัน ความผิดปกติที่พบ คือ มีภาวะกล้ามเนื้อสลาย ภาวะไตวายเฉียบพลัน และตับทำงานผิดปกติ ไม่พบความผิดปกติของการแข็งตัวของเลือด หรือความพิการถาวร เมื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายในการรักษาเฉลี่ยเป็น 10,476.8 บาทต่อราย

ข้อจำกัดของการวิจัย

1. การศึกษานี้เป็นการศึกษาในกรณีโรคอุบัติการณ์น้อย (Rare disease) แม้มีการติดตาม 90 วัน แต่จำนวนเหตุการณ์ที่พบนั้นยังน้อย ทำให้ยังไม่สามารถนำมาแสดงเป็นขั้นความเสี่ยง (Dose-response relationship) จึงยังไม่สามารถพัฒนาแบบประเมินความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยจากความร้อนระดับปานกลางถึงรุนแรงได้

2. การศึกษานี้สามารถนำข้อมูลไปใช้ได้กับกลุ่มที่มีการฝึกทางทหารเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ในประชากรทั่วไปได้ เนื่องจากลักษณะของตัวอย่างมีความแตกต่างจากประชากรทั่วไป

3. การศึกษานี้ไม่สามารถเก็บข้อมูลดัชนีความร้อนชนิด WBGT ได้ตลอดการศึกษา เนื่องจากอุปกรณ์มีความบอบบาง ขนาดใหญ่ และใช้แบตเตอรี่มาก จึงไม่เหมาะในการพกพา

4. การประเมินการเปลี่ยนแปลงของร่างกายนั้น ควรกำหนดให้มีกิจกรรมเช่นเดียวกันในการวัดทั้งสองครั้งเพื่อลดอิทธิพลตัวแปรอื่นในการแปลผล ทั้งนี้ด้วยข้อจำกัดของการจัดตารางฝึกจึงไม่สามารถจัดกิจกรรมเช่นเดียวกันได้ทั้ง 2 ครั้ง ยกเว้นหลักสูตรประดาน้ำชั้นต้น

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากโรคที่ศึกษาเป็นโรคที่มีอุบัติการณ์ต่ำ ไม่เหมาะกับการศึกษาด้วยวิธีติดตามไปข้างหน้า อาจใช้การศึกษาแบบย้อนหลังโดยต้องพิจารณาถึงความสมบูรณ์ของข้อมูลที่เก็บไว้ว่าเหมาะแก่การนำมาวิเคราะห์ครอบคลุมปัจจัยที่ต้องการศึกษาหรือไม่ หากไม่ครอบคลุมปัจจัยที่ต้องการศึกษาอาจใช้วิธีการศึกษาไปข้างหน้าโดยต้องเก็บข้อมูลระยะยาวให้ได้ตัวอย่างจำนวนมากพอในการวิเคราะห์ผลให้ได้ประโยชน์ยิ่งขึ้น เช่น การสร้างแบบประเมินความเสี่ยง

2. การวัดไขมันใต้ผิวหนัง ควรใช้เครื่องมือชนิดอื่นที่มีความแม่นยำมากขึ้น เช่น การชั่งมวลไขมัน (DXA body scan) เนื่องจากในกลุ่มนักกีฬาหรือคนที่ออกกำลังกายมีการสะสมของไขมันที่แตกต่างจากคนทั่วไป ในการศึกษานี้ใช้การคำนวณจากความหนาของชั้นผิวหนังที่วัดจาก Lange Skinfold Caliper จึงเกิดความซ้ำซ้อนของตัวแปรไขมันใต้ผิวหนังกับตัวแปรขนาดของร่างกาย

3. ข้อคำถามปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ควรเลือกใช้จากบันทึกทางการแพทย์ เนื่องจากการเจ็บป่วยจากความร้อนในอดีตนั้น อาสาสมัครอาจมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเจ็บป่วยทำให้มีการจัดกลุ่มผิดได้

4. ควรมีการบันทึกสมดุลน้ำเข้า – ออกร่างกาย เพื่อประเมินภาวะขาดน้ำ หรือใช้การชั่งน้ำหนัก หรือการประเมินสีปัสสาวะ

5. การวัดดัชนีความร้อนกรณีการมีกิจกรรมทางกายในน้ำ ควรคำนึงถึงอุณหภูมิของน้ำในสระที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของร่างกาย

เอกสารอ้างอิง

1. Cooper Jr ER, Ferrara MS, Broglio SP. Exertional heat illness and environmental conditions during a single football season in the southeast. Journal of Athletic Training 2006;41(3):332.
2. Thawillarp S, Thammawijaya P, Praekunnatham H, Siriruttanapruk S. Situation of heat-related Illness in Thailand, and the proposing of heat warning system. OSIR Journal. 2016;8(3):15-23.
3. Epsein Y, Moran DS, Shapiro Y, Sohar E, Shemer J. Exertional heat stroke: a case series. Medicine & Science in Sports & Exercise 1999;31(2):224-8.
4. Hakre S, Gardner JW, Kark JA, Wenger CB. Predictors of hospitalization in male marine corps recruits with exertional heat illness. Military medicine 2004;169(3):169.
5. Bedno SA, Li Y, Han W, Cowan DN, Scott CT, Cavicchia MA, et al. Exertional heat illness among overweight U.S. Army Recruits In Basic Training. Aviation, Space, and Environmental Medicine 2010;81(2):107-11.
6. Sithinamsuwan P, Piyavechviratana K, Kitthaweesin T, Chusri W, Orrawanhanothai P, Wongsa A, et al. Exertional heatstroke: early recognition and outcome with aggressive combined cooling-a 12-year experience. Military Medicine 2009;174(5):496-502.
7. Kadowaki T, Sekikawa A, Murata K, Maegawa H, Takamiya T, Okamura T, et al. Japanese men have larger areas of visceral adipose tissue than Caucasian men in the same levels of waist circumference in a population-based study. International Journal of Obesity 2006;30:1163.
8. Novotny R, Daida YG, Grove JS, Marchand LcL, Vijayadeva V. Asian adolescents have a higher trunk: peripheral fat ratio than whites. The Journal of Nutrition 2006;136(3):642-7.
9. FINA Appointed Task Force. Report of FINA apponited task force: Part7-Francis Crippen. 2011. [Internet]. [cited 2018 March 28]. Avialable from: http://archives.fina.org/H2O/docs/report/FCrippen/Report_FC_0.pdf.
10. Pumhirun P, Prayoonwiwat W. Heat stroke. Bangkok: Nam Akson Printing House; 2013. (in Thai).
11. Nutong R, Putwatana P, Prapaipanich W. Body mass index and heat related illness in basic military training among new conscripts. Journal of The Royal Thai Army Nurses 2018;19(1):173-81.

12. Cross A, Collard M, Nelson A. Body segment differences in surface area, skin temperature and 3D displacement and the estimation of heat balance during locomotion in Hominins. PLOS ONE 2008;3(6):e2464.
13. Robinson S. The effect of body size upon energy exchange in work. American Journal of Physiology-Legacy Content 1942;136(3):363-8.
14. Leites GT, Cunha GS, Obeid J, Wilk B, Meyer F, Timmons BW. Thermoregulation in boys and men exercising at the same heat production per unit body mass. European Journal of Applied Physiology 2016;116(7):1411-9.
15. Pryor JL, Minson CT, Ferrara MS. Heat acclimation. In Casa DJ, editor. Sport and physical activity in heat: maximizing performance and safety. USA: Springer International Publishing; 2018. p. 33-58.