ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน โรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

FACTORS AFFECTING HEAT RELATED ILLNESS AMONG EMPLOYEES EXPOSED TO HEAT IN METAL SMELTING MANUFACTURING FACTORIES IN RAYONG PROVINCE

วีรพงศ์ มิตรสันเที๊ยะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มกราคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ วีรพงศ์ มิตรสันเที๊ยะ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์สุรศักดิ์ บูรณตรีเวทย์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.วัลลภ ใจดี)

คณะสาธารณสุขศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี รอดจากภัย)
วันที่ 19 เดือน มกราคม พ.ศ. 2561

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร.อนามัย เทศกะทึก อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา มีประดิษฐ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ ดร. วัลลภ ใจดี คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางความรู้ที่ถูกต้อง และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา จนทำให้วิทยานิพนธ์มีความสมบูรณ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ฝ่ายบุคคล เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ หัวหน้างาน และพนักงานในโรงงานอุตสหกรรมหลอมโลหะในอำเภอนิคมพัฒนา และอำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง บุคลากรจากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านหนองบอน อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง ที่ให้ความอนุเคราะห์และความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบคุณนายภาณุวัฒน์ เชิดเกียรติกูล ที่ช่วยเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ทุกขั้นตอน และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ทุกท่านที่กรุณาให้ความรู้และเสียสละเวลาอันมีค่า เพื่อให้ความรู้และเสนอแนะรายละเอียดต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบคุณบิดามารดาและครอบครัวของข้าพเจ้า พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ เข้าใจ และให้การช่วยเหลือ สนับสนุนข้าพเจ้าในทุก ๆ ด้าน จนทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้ศึกษาขอมอบเป็นกตัญญู กตเวทิตา แด่บุพการี คณาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จจนทุกวันนี้

วีรพงศ์ มิตรสันเที๊ยะ

58920198: สาขาวิชา: อาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
คำสำคัญ: โรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ/ พนักงานที่รับสัมผัสความร้อน/
ผลกระทบต่อสุขภาพ

วีรพงศ์ มิตรสันเที๊ยะ: ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง (FACTORS AFFECTING HEAT RELATED ILLNESS AMONG EMPLOYEES EXPOSED TO HEAT IN METAL SMELTING MANUFACTURING FACTORIES IN RAYONG PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: อนามัย เทศกะทึก, Ph.D.; ปวีณา มีประดิษฐ์, D.Med., 150 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านสรีรวิทยา การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ และปัจจัยด้านลักษณะงาน ที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง กลุ่มตัวอย่าง 128 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 86.70 อายุเฉลี่ยเท่ากับ 36.06 ± 9.76 ปี มีระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยต่อวัน 9.93 ± 1.50 ชั่วโมง พบว่า แผนกหลอมโลหะมีค่าระดับ WBGT เฉลี่ย เท่ากับ 35.20 ± 0.78 องศาเซลเซียส อัตราการเต้นของหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมมากที่สุด ร้อยละ 93.0 และพนักงานมีการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะเพิ่มขึ้นหลังจากเลิกงาน ร้อยละ 85.90

จากการศึกษาวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการผิดปกติจากความร้อน ประกอบด้วย 1) ผื่นคันจากความร้อนของพนักงาน ได้แก่ เพศหญิง มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 9.23 (1.33, 63.89) การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 3.19 (1.04, 9.78) การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 2.76 (1.02, 7.45) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้น มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 5.27 (1.02, 27.11) และระยะเวลาการทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 7.57 (1.52, 37.70) 2) อาการตะคริวจากความร้อน ได้แก่ ดัชนีมวลกายที่มากกว่าปกติ มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 3.29 (1.03, 10.49) และการสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้นมี ค่า OR (95%CI) เท่ากับ 4.77 (1.49, 15.23) 3) โรคลมร้อน ได้แก่ การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่น ๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 0.02 (0.01, 0.23) 4) อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน ได้แก่ เพศหญิง มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 7.37 (1.05, 51.52) และการสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 2.70 (1.02, 7.17)

จากผลการศึกษานี้มีข้อเสนอแนะว่าพนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับความร้อนควรหลีกเลี่ยงการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในการทำงานที่ต้องสัมผัสกับความร้อน ควรสวมใส่เครื่องแต่งกายที่สามารถระบายความร้อนได้ดี ควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันความร้อนทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงานเกี่ยวกับความร้อน ดื่มน้ำเปล่าอย่างน้อย 10 แก้วต่อวัน และมีเวลาในการทำงานที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อลดโอกาสเสี่ยงการเจ็บป่วยจากความร้อนต่อไป

58920198: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc.
(OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)
KEYWORDS: METAL SMELTING MANUFACTURING FACTORIES/
EMPLOYEES EXPOSED TO HEAT/ HEALTH EFFECT
WEERAPHONG MITSANTHIA: FACTORS AFFECTING HEAT ILLNESS AMONG EMPLOYEES EXPOSED TO HEAT IN METAL SMELTING MANUFACTURING FACTORIES IN RAYONG PROVINCE, THAILAND. ADVISORY COMMITTEE: ANAMAI THETKATHUEK, Ph.D.; PAVEENA MEEPRADIT, D.Med.,
150 P. 2017.

The objective of this cross-sectional study was to study heat illness of employees exposed to heat in metal smelting manufacturing factories in Rayong Province. Personal factors, physiological factors and factors of job affecting the 128 study subjects were investigated. Most of the study subjects were male (86.70%); their mean age was 36.06 ± 9.76 years, with an average working time per day of 9.93 ±. 1.50 hours. The forging department had WBGT average of 35.20 ± 0.78 °c, and the heart rate changed from before work 93.00% and electrolyte in urine increased 85.90% at the end of shift.

The results showed that the factors affecting heat related illness, all at a confidence interval of 95% or higher, included: 1) Heat rash: being of the female gender saw an odds ratio (OR) of 9.23, with a 95% confidence interval of 1.33 to 63.89. Drinking alcohol the evening before working also led to increased odds for heat rash (OR of 3.19 (1.04, 9.78)), as was wearing shorts or short underwear (OR of 2.76 (1.02, 7.45)), increased body temperature (OR 5.27 (1.02, 27.11)) and working over 8 hours per day (OR 7.57 (1.52, 37.70)). 2) The symptom of heat cramp was associated with having a high body mass index (OR of 3.29 (1.03, 10.49)) and with wearing shorts or short underwear (OR 4.77 (1.49, 15.23)). 3) The symptom of heat syncope was found to be associated with whether fire protection and fire mask were used, leading to strongly reduced odds (OR 0.02 (0.01, 0.23)). 4) The symptom of heat exhaustion was associated with being female, (OR of 7.37 (1.05, 51.52)) and with wearing shorts or short underwear (OR of 2.70 (1.02, 7.17)).

Taking these findings into consideration, the author suggests that employees should avoid drinking alcohol before working in the heat, wear light clothing and wear protective gear. Drinking at least 10 glasses of water per day and avoiding work for more than eight hours per day would also help to reduce the risk of heat related illnesses.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

กระบวนการหลอมโลหะ 12

ความหมาย ประเภท และแหล่งของความร้อน 14

การรับสัมผัสความร้อนจากการทำงาน 16

ผลกระทบจากการรับสัมผัสความร้อน 18

การประเมินการรับสัมผัสความร้อน 24

ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสความร้อน 36

3 วิธีดำเนินการวิจัย 41

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 41

กลุ่มตัวอย่าง 25

ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย 43

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล 43

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ 47

การเก็บรวบรวมข้อมูล 49

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง	52
	การวิเคราะห์ข้อมูล	53
4	ผลการวิจัย	54
	ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล	55
	ส่วนที่ 2 ปัจจัยด้านลักษณะงาน	58
	ส่วนที่ 3 ผลกระทบต่อสุขภาพ	59
	ส่วนที่ 4 ปัจจัยด้านสรีรวิทยา	61
	ส่วนที่ 5 การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ	63
	ส่วนที่ 6 ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน	64
	ส่วนที่ 7 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการผื่นคันจากการรับสัมผัสความร้อนของพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง	65
	ส่วนที่ 8 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการตะคริวจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง	76
	ส่วนที่ 9 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อโรคลมร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง	86
	ส่วนที่ 10 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการอ่อนเพลียเนื่องความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง	96
5	สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	107
	สรุปผลการวิจัย	107
	อภิปรายผลการวิจัย	108
	ข้อเสนอแนะ	112
บรรณานุกรม		114
ภาคผนวก		122
	ภาคผนวก ก	123
	ภาคผนวก ข	125
	ภาคผนวก ค	132
ประวัติย่อของผู้วิจัย		150

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ค่า TLV และค่า Action limit ของอุณหภูมิ ภาระงาน เวลาต่อชั่วโมงที่อนุญาตให้ผู้ทำงานแต่ละคนทำงาน 34

2-2 ชนิดของเสื้อผ้าและค่าที่จะนำไปบวกเพิ่ม WBGT 35

3-1 แผนก จำนวนประชากร และกลุ่มตัวอย่าง 42

4-1 จำนวน ร้อยละของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล 55

4-2 จำนวน ร้อยละของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามปัจจัยด้านลักษณะงาน 58

4-3 จำนวน ร้อยละของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามอาการผิดปกติ 60

4-4 จำนวน ร้อยละของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามความรุนแรง 60

4-5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด จำแนกตามการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา 62

4-6 จำนวน ร้อยละ ของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา 63

4-7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน 64

4-8 จำนวน ร้อยละ การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน 64

4-9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน 65

4-10 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการผื่นคันจากการรับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ 67

4-11 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการตะคริวจากการรับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ 77

4-12 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อโรคลมร้อนจากการรับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ 87

4-13 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการอ่อนเพลียจากการรับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ 97

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5
2-1 ขั้นตอนการหลอมโลหะ 13

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันอุตสาหกรรมหลอมโลหะเป็นธุรกิจที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากผลิตภัณฑ์โลหะส่วนหนึ่งใช้เป็นโครงสร้างของอาคาร สิ่งของ เครื่องจักรกล หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักร ดังนั้นการหลอมโลหะจึงจัดเป็นกระบวนการพื้นฐานและเป็นอุตสาหกรรมเหล็กขั้นกลางในการผลิตเหล็กในรูปแบบต่าง ๆ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2559) กระบวนการหลอมโลหะมี 5 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย การทำแบบหล่อและไส้แบบ การหลอมโลหะและปรับส่วนผสม การเทแบบ การถอดแบบ และหลังการถอดแบบตามลำดับ โดยการหลอมโลหะให้เหลวต้องใช้อุณหภูมิสูงถึง 1,500 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้โลหะหลอมละลาย ได้น้ำโลหะที่มีคุณสมบัติเหมาะสม และได้ชิ้นงานตามแบบหล่อที่ต้องการ (นัครินทร์ หงส์สิทธิวงศ์, 2551)

กระบวนการหลอมโลหะมีขั้นตอนที่พนักงานต้องรับสัมผัสกับความร้อน จากสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยความร้อนดังกล่าวจะทำให้เกิดความร้อนภายในร่างกายของพนักงานที่เพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การศึกษาการรับสัมผัสความร้อนของพนักงานโรงหลอมอะลูมินัมแห่งหนึ่งในรัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า พนักงานต้องรับสัมผัสกับสภาพแวดล้อมในการทำงานที่มีอุณหภูมิเวตบัลบ์โกลบเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานเท่ากับ 48.9 องศาเซลเซียส (Dang et al., 2014) ส่วนการศึกษาระดับสภาพแวดล้อมการทำงานในอุตสาหกรรมหลอมโลหะแห่งหนึ่งของประเทศอิหร่าน พบว่า พนักงานได้รับสัมผัสความร้อนในการทำงานที่มีอุณหภูมิเวตบัลบ์โกลบเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานเท่ากับ 34 องศาเซลเซียส (Giahi et al., 2016) หากเทียบกับระดับมาตรฐานของไทยพบว่า ระดับความร้อนของการศึกษาดังกล่าวเกินค่ามาตรฐานของกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 (กระทรวงแรงงาน, 2549) และเกินค่ามาตรฐานของข้อแนะนำที่สมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งประเทศอเมริกา (American conference of governmental industril hygienists) ได้แนะนำไว้ คือ พนักงานที่ทำงานหนัก และมีระยะการทำงานร้อยละ 50-70 นั้น การรับสัมผัสความร้อนจากการทำงานควรไม่เกิน 27.5 องศาเซลเซียส เป็นต้น (ACGIH, 2017)

การทำงานในโรงงานหลอมโลหะมีปัจจัยที่ทำให้พนักงานมีโอกาสเกิดการเจ็บป่วยจากความร้อน ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 ปัจจัยหลัก ๆ คือ 1) ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ สภาพอากาศที่ร้อนเพิ่มขึ้น การอยู่ใกล้กับแหล่งกำเนิดความร้อน หรือการสัมผัสกับความร้อนโดยตรง เป็นต้น (Occupational safety and health administration, 2014) 2) ปัจจัยส่วนตัวบุคคล ได้แก่ ปัจจัยด้านสรีรวิทยา การปรับสภาพร่างกายให้เคยชินกับความร้อน โรคประจำตัว เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง เป็นต้น (McGeehin et al., 2001) การสวมใส่เสื้อผ้าขณะปฏิบัติงาน (Rebekah et al., 2014) เช่น สีของเสื้อผ้า ขนาดของเสื้อผ้า ชนิดของเสื้อผ้า (ภาณุพงษ์ พุทธยา, 2542) และ 3) ปัจจัยด้านลักษณะงาน ได้แก่ ความหนักเบาของงาน ระยะเวลาการทำงาน และประเภทของงาน (จุฑารัตน์ มากคงแก้ว, 2545) เช่น โรงงานประเภทถลุงโลหะ รีดโลหะ โรงงานทำแก้ว เป็นต้น (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2559) รวมถึงความเครียดจากความร้อน พบว่า ความหนักเบาของงานมีความสัมพันธ์กับอาการเจ็บป่วยจากความร้อน (Vidhya et al., 2015) เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ จุฑารัตน์ มากคงแก้ว (2545) พบว่า อุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับความหนักเบาของงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

การรับสัมผัสความร้อนในระดับที่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด (ACGIH, 2017) และเป็นระยะเวลานาน (Trabanino et al., 2015) จะทำให้ร่างกายเกิดการเจ็บป่วยจากความร้อน โดยพบว่าอาการเจ็บป่วยจากความร้อนนั้นสามารถแบ่งระดับความรุนแรงจากน้อยไปมาก ได้แก่ ผื่นคันจากความร้อน (Heat rash) ซึ่งเกิดจากความชื้นของเหงื่อ การอุดตันของท่อขับเหงื่อ และผื่นมีลักษณะจุดสีแดงร่วมกับมีอาการคัน (จีรนันท์ จะเกร็ง, 2553) ตะคริวจากความร้อน (Heat cramp) เกิดจากร่างกายได้รับความร้อนสูง แล้วมีการขับเหงื่อออกจากร่างกายอย่างต่อเนื่อง เกิดการสูญเสียเกลือแร่ในร่างกาย ทำให้มีอาการปวดเกร็งโดยเฉพาะบริเวณแขน ขา และท้อง โรคลมร้อน (Heat syncope) เกิดขึ้นได้กับพนักงานที่ไม่เคยชินกับความร้อน สัมผัสกับอุณหภูมิสูง และยืนทำงานเป็นระยะเวลานาน ทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองไม่เพียงพอ ส่งผลให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน หน้ามืด ตาลาย และมีอาการหมดสติชั่วคราว 3-5 นาที เป็นต้น อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (Heat exhaustion) เกิดจากร่างกายมีอุณหภูมิ 38-39 องศาเซลเซียส แต่ไม่เกิน 40 องศาเซลซียส มีการสูญเสียน้ำและเกลือแร่ ทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน อ่อนเพลีย เวียนศีรษะ ชีพจรเบา ตาพร่ามัว และหายใจเร็ว เป็นต้น และโรคลมเหตุร้อน (Heat stroke) เกิดจากร่างกายได้รับความร้อนจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่สูงอย่างต่อเนื่องและเป็นระยะเวลานาน หากร่างกายมีอุณหภูมิสูง 40 องศาเซลเซียสขึ้นไป ทำให้มีอาการตัวร้อน ผิวหนังแดง ชีพจรเร็ว ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ ชักเกร็ง ร่างกายจะสูญเสียหน้าที่การทำงาน และเสียชีวิตได้ถ้าไม่ได้รับการช่วยเหลือ (Occupational safety and health administration, 2014)

จากการรวบรวมรายงานสถิติการเจ็บป่วยจากความร้อนของต่างประเทศและในประเทศไทย พบพนักงานที่ทำงานในตัวอาคารเกิดการเจ็บป่วยจากการรับสัมผัสความร้อน 7 ราย (OSHA, 2014) จากการรวบรวมข้อมูลของ Centers for disease control and prevention (2003) พบประชาชนในประเทศสหรัฐอเมริกาเสียชีวิตจากความร้อนประมาณ 8,015 ราย สำหรับประเทศไทยมีการเก็บรวบรวมรายงานข้อมูลสถานการณ์โรคจากการทำงานที่เกี่ยวเนื่องจากความร้อน พบว่า มีพนักงานที่ได้รับอันตรายหรือเจ็บป่วยจากความร้อนในปี พ.ศ. 2558 จำนวนทั้งหมด 2,150 ราย และเสียชีวิตจำนวน 20 ราย (สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน, 2559) และข้อมูลของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข พบว่า มีจำนวนผู้ที่ได้การเจ็บป่วยจากความร้อนจำนวนทั้งหมด 2,780 ราย (กระทรวงสาธารณสุข, 2557)

การดูแลและแก้ไขปัญหาสุขภาพของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน หน่วยงานความปลอดภัยอาชีวอนามัยของสหรัฐอเมริกาได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ 2 แนวทางหลักด้วยกัน คือ การเฝ้าระวังสภาพแวดล้อมในการทำงานและสุขภาพพนักกงาน ประการแรก การเฝ้าระวังความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานโดยใช้ดัชนี Wet bulb globe thermometer (WBGT) เป็นดัชนีชี้วัดความเสี่ยงร่วมกับการประเมินภาระงานของพนักงาน ส่วนประการถัดมา คือ การเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานตามคำแนะนำของสมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (American Conference of Governmental Industrial Hygienist, ACGIH) โดยการวัดอุณหภูมิร่างกาย วัดอัตราการเต้นของหัวใจ วัดความดันโลหิต และปริมาณการสูญเสียน้ำในร่างกาย เป็นต้น (ACGIH, 2017)

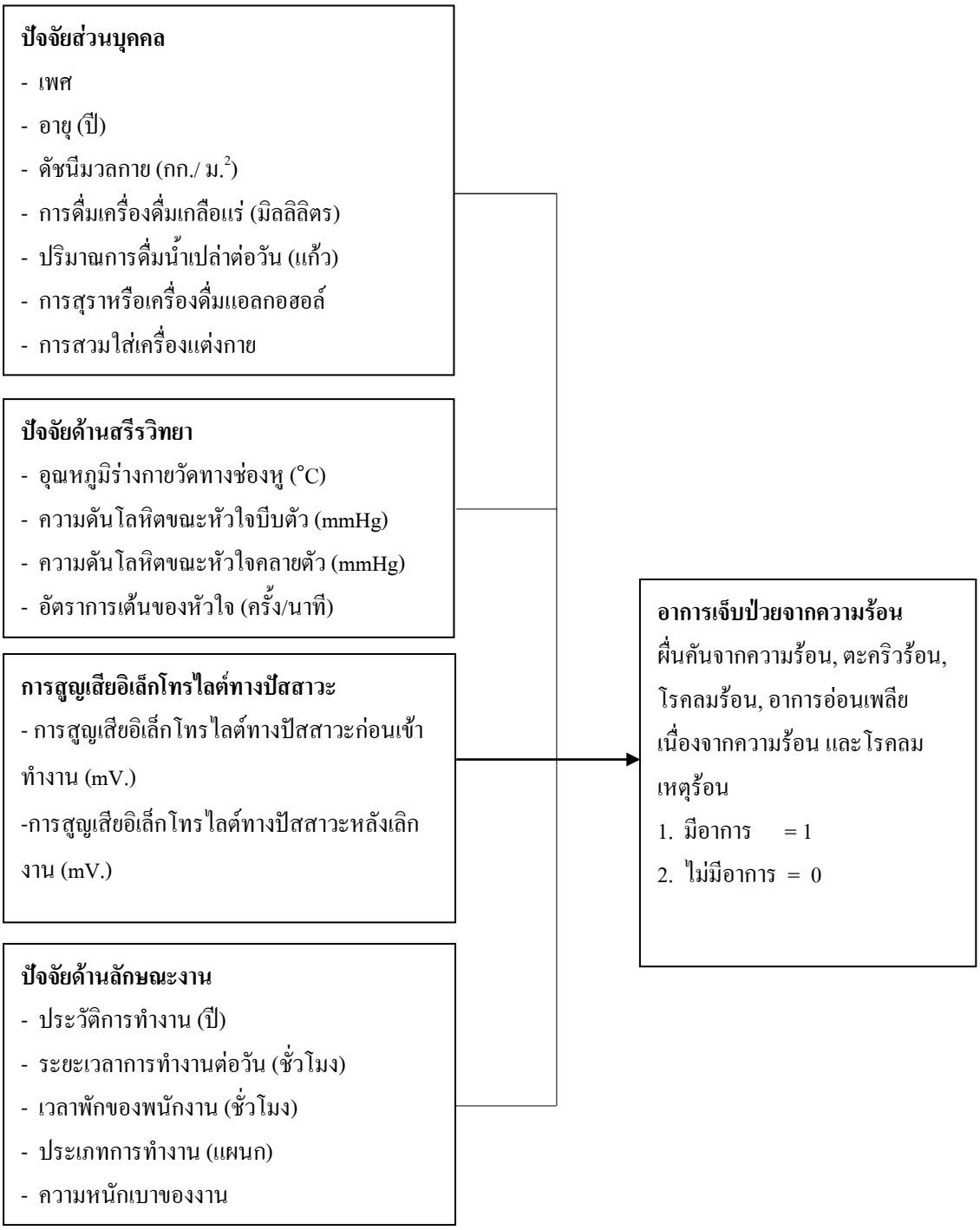
การรับสัมผัสความร้อนทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพผู้รับสัมผัสได้ จากการศึกษาวิจัยผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสความร้อนจากการทำงานที่ผ่านมา พบว่า มีการศึกษาในกลุ่มอาชีพต่าง ๆ เช่น ผู้ประกอบอาชีพทำนาเกลือที่รับสัมผัสความร้อน พบมีอาการเจ็บป่วยจากความร้อนร้อยละ 35.67 และพบว่า มีอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนมากที่สุดร้อยละ 67.19 (จีระนันท์ จะเกร็ง, 2553) ผู้ประกอบอาชีพเผาถ่าน พบว่า ระดับความร้อนในการทำงานมีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว และระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (p-value < 0.05) (ลลิตา วันลิโก, 2559) พนักงานในโรงงานหลอมอะลูมินัม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอาการเจ็บป่วยจากความร้อนร้อยละ 54 (Dang et al., 2014) โดยการศึกษาปัญหาสุขภาพของพนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับความร้อนส่วนใหญ่ เป็นการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพ การเจ็บป่วยจากความร้อน และการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการรับสัมผัสความร้อน ซึ่งในการปฏิบัติงานกับความร้อนนอกจากจะเกิดผลกระทบต่อร่างกายดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังทำให้เกิดการสูญเสียน้ำและอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายอีกด้วย

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยด้านการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะจากการรับสัมผัสความร้อนเพิ่มเติม ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน ที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง แล้วนำผลการศึกษาครั้งนี้ไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเฝ้าระวังและดูแลสุขภาพของพนักงานในโรงงานหลอมหรือพนักงานที่มีความเสี่ยงในการทำงานที่สัมผัสความร้อนต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง
2. เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านสรีรวิทยา การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ และปัจจัยด้านลักษณะงาน ของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในจังหวัดระยอง
3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน โรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เพื่อเฝ้าระวังภาวะสุขภาพของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนจากการทำงานของโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

2. เพื่อเฝ้าระวังสภาพแวดล้อมในการทำงาน ที่อาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนจากการทำงานของโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

3. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนดูแลสุขภาพของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนของโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยองต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในกลุ่มประชากร คือ พนักงานที่รับสัมผัสความร้อนของอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง จำนวน 200 คน และได้คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนของโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง จำนวน 128 คน โดยมีการศึกษาปัจจัยด้านต่าง ๆ ประกอบไปด้วย ด้านบุคคล ด้านสรีรวิทยา การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ ลักษณะงาน และระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่สัมผัสความร้อน ในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะแห่งหนึ่ง ในเขตจังหวัดระยอง โดยทำการศึกษาในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน 2560

นิยามศัพท์เฉพาะ

โรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ หมายถึง โรงงานที่นำเหล็กแท่ง หรือเศษเหล็กมาเข้าสู่กระบวนการหลอมโดยใช้ความร้อนที่มีอุณหภูมิสูง และทำให้เหล็กเปลี่ยนแปลงสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว แล้วนำไปหล่อใส่แบบตามที่ต้องการ

ปัจจัยส่วนบุคคล หมายถึง ข้อมูลตามลักษณะของประชากรที่ทำการศึกษา ได้แก่ อายุ เพศ ค่าดัชนีมวลกาย การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ ปริมาณการดื่มน้ำเปล่าต่อวัน การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และการสวมใส่เครื่องแต่งกายขณะทำงาน ดังนี้

1. อายุ หมายถึง อายุจริงของกลุ่มตัวอย่างในช่วงที่ทำการศึกษามีหน่วยเป็นปี

2. เพศ หมายถึง ลักษณะเพศที่แท้จริงของกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นเพศชายและเพศหญิง

3. ดัชนีมวลกาย หมายถึง ดัชนีที่อาศัยความสัมพันธ์ระหว่างส่วนสูงและน้ำหนักตัวมาเป็นตัวช่วยชี้บ่งสภาวะร่างกาย โดยใช้สมการน้ำหนักตัว (กก.)/ ส่วนสูง (ม.)^2 จัดเป็น 4 กลุ่ม ตามองค์การอนามัยโลก (WHO, 2006) ได้แก่

3.1 ผอม/ น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ คือ ค่าดัชนีมวลกายน้อยกว่า 18.50 กก./ ม.^{2}

3.2 ปกติ คือ ค่าดัชนีมวลกายเท่ากับ 18.50-24.99 กก./ ม.^{2}

3.3 ท้วม คือ ค่าดัชนีมวลกายเท่ากับ 25.00-29.99 กก./ ม.^{2}

3.4 อ้วน คือ คือค่าดัชนีมวลกายมากว่าหรือเท่ากับ 30.00 กก./ ม.^{2}

4. การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ หมายถึง ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของเกลือแร่ตลอดระยะเวลาการทำงาน 1 วัน เช่น สปอนเซอร์ เอ็ม-150 ลิโพ กระทิงแดง คาราบาวแดง หรือ ORS ฯลฯ มีหน่วยเป็นมิลลิลิตร โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ไม่ดื่มเลย และดื่ม โดยแบ่งปริมาณการดื่ม เป็น 3 กลุ่มดังนี้

4.1 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 150 มิลลิลิตร

4.2 151-300 มิลลิลิตร

4.3 มากกว่า 300 มิลลิลิตร

5. ปริมาณการดื่มน้ำเปล่าต่อวัน หมายถึง ปริมาณการดื่มน้ำเปล่าโดยไม่มีส่วนผสมของสารละลายเกลือแร่ ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาในหนึ่งวันการทำงานมีหน่วยนับเป็นแก้ว

6. การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หมายถึง การดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ไม่ดื่มเลย และดื่ม โดยแบ่งการดื่มออกมาเป็น 2 แบบ คือ เคยดื่มแต่เลิกแล้ว และยังดื่มอยู่ ซึ่งถ้าปัจจุบันยังดื่มอยู่จะแบ่งออกเป็น 4 ช่วงย่อย ดังนี้

6.1 ดื่มก่อนเข้าทำงาน หมายถึง ดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ก่อนเข้าทำงานไม่เกิน 2 ชั่วโมง

6.2 ดื่มมาเมื่อคืนก่อนมาทำงาน หมายถึง ดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ก่อนเข้าทำงานมาแล้วมากกว่า 2 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง

6.3 ดื่มมาแล้ว 1 วัน หมายถึง ดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ก่อนเข้าทำงานมากกว่า 12 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

6.4 ดื่มมาแล้วมากกว่า 1 วัน หมายถึง หมายถึง ดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ก่อนเข้าทำงานเกิน 24 ชั่วโมง

7. ปริมาณการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ หมายถึง ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์มีหน่วยนับเป็นแก้ว (1 แก้วเท่ากับ 250 มิลลิลิตร) ของกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาใน 1 สัปดาห์ โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มดังต่อไปนี้

7.1 ดื่มเล็กน้อย หมายถึง ไม่เกิน 1 แก้ว (250 มล.)

7.2 หนึ่งแก้ว หมายถึง จำนวน 250 มิลลิลิตร

7.3 2-3แก้ว หมายถึง จำนวน 500-750 มิลลิลิตร

7.4 มากกว่า 3 แก้ว หมายถึง จำนวน 751 มิลลิตรขึ้นไป

8. การสวมใส่เครื่องแต่งกายขณะทำงาน หมายถึง การสวมใส่เครื่องแต่งกายที่นอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงาน เช่น เสื้อยืดคอกลม เสื้อกล้าม เสื้อซับ กางเกงขาสั้น กางเกงชั้นในขาสั้น ถุงเท้า หรือถุงมือของกลุ่มตัวอย่างที่ใส่ขณะทำงาน ไม่รวมถึงกางเกงชั้นในแบบไม่เต็มตัวและเสื้อชั้นใน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

8.1 ไม่ใส่ หมายถึง ไม่สวมใส่เครื่องแต่งกายที่นอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงาน เช่น เสื้อยืดคอกลม เสื้อกล้าม เสื้อซับ กางเกงขาสั้น กางเกงชั้นในขาสั้น ถุงเท้า หรือถุงมือ

8.2 ใส่ หมายถึง สวมใส่ เครื่องแต่งกายที่นอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงานอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น เสื้อยืดคอกลม เสื้อกล้าม เสื้อซับ กางเกงขาสั้น กางเกงชั้นในขาสั้น ถุงเท้า หรือถุงมือ

ปัจจัยด้านสรีรวิทยา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาของพนักงานเมื่อได้รับสัมผัสความร้อน ประกอบไปด้วย อุณหภูมิร่างกายทางช่องหู ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และอัตราการเต้นของหัวใจ ดังนี้

1. อุณหภูมิร่างกายทางช่องหู หมายถึง การวัดอุณภูมิทางช่องหูของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหูแบบดิจิตอลมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

2. ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว หมายถึง การวัดแรงดันของเลือดที่กระทำต่อผนังหลอดเลือด หรือแรงดันที่เกิดจากการบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจเพื่อส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ในกลุ่มตัวอย่าง มีหน่วยวัดเป็น มิลลิเมตรปรอท (mmHg)

3. ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว หมายถึง การวัดแรงดันของเลือดที่เกิดจากการคลายตัวของผนังหลอดเลือด หรือแรงดันที่เกิดจากการคลายตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ ในกลุ่มตัวอย่าง มีหน่วยวัดเป็น มิลลิเมตรปรอท (mmHg)

4. อัตราการเต้นของหัวใจ หมายถึง การบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจแล้วมีผลให้เกิดแรงดันในหลอดเลือดของกลุ่มตัวอย่าง มีหน่วยเป็นครั้งต่อนาที

การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ หมายถึง การวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะของพนักงานก่อนเริ่มทำงาน และหลังเลิกงาน โดยใช้เครื่องวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าแบบมัลติมิเตอร์ มีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์โดยมีการแปลผลดังต่อไปนี้

สูญเสียอิเล็กโทรไลต์ คือ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะหลังเลิกงานเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 1 ค่าขึ้นไปจากการวัดก่อนการทำงานมีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ (mV)

ไม่สูญเสียอิเล็กโทรไลต์ คือ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะหลังเลิกงานลดลงจากเดิม 1 ค่าขึ้นไปหรือมีค่าเท่าเดิมจากการวัดก่อนการทำงานมีหน่วยเป็นมิลลิโวลต์ (mV)

ปัจจัยด้านลักษณะงาน หมายถึง ลักษณะการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการรับสัมผัสความร้อนของพนักงานหลอมโลหะ ประกอบด้วย ประวัติการทำงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน เวลาพักของพนักงาน ประเภทของงาน และความหนักเบาของงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ประวัติการทำงาน หมายถึง ระยะเวลาการทำงานของพนักงานที่ทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ มีหน่วยเป็น ปี

2. ระยะเวลาการทำงานต่อวัน หมายถึง จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวันของพนักงานที่สัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะตั้งแต่เริ่มทำงานจนเลิกงาน มีหน่วยเป็นชั่วโมง

3. ประเภทการทำงาน หมายถึง แผนกที่พนักงานทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ประกอบด้วย 5 แผนก คือ การทำแบบหล่อและไส้แบบ การหลอมโลหะและปรับส่วนผสม การเทแบบ การถอดแบบ และหลังการถอดแบบ

4. ความหนักเบาของงาน หมายถึง การใช้พลังงานของร่างกายที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเพื่อใช้ทำงาน โดยมีการแบ่งความหนักเบาของงานออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

งานเบา หมายความว่า ลักษณะงานที่ใช้แรงน้อยหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายไม่เกิน 200 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง

งานปานกลาง หมายความว่า ลักษณะงานที่ใช้แรงปานกลางหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกาย เกิน 200 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ถึง 350 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง

งานหนัก หมายความว่า ลักษณะงานที่ใช้แรงมากหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเกิน 350 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง

5. เวลาพักของพนักงาน หมายถึง เวลาพักรวมทั้งหมดของพนักงาน ได้แก่ เวลาพักระหว่างการทำงาน และ เวลาพักรับประทานอาหารกลางวันมีหน่วยเป็นชั่วโมง

อาการเจ็บป่วยจากความร้อน หมายถึง อาการ (Sign) และอาการแสดง (Symptoms) เมื่อกลุ่มตัวอย่างได้รับสัมผัสความร้อนจากการทำงานที่เกิดขึ้นระหว่างวันทำงาน และหลังจาก

การทำงานใน 7 วันที่ผ่านมา ประกอบไปด้วย

1. อาการผื่นคันจากความร้อน หมายถึง ผื่นเม็ดแดง ๆ ขึ้นบริเวณคอ หลัง ข้อพับ หรือหน้าอก ร่วมกับมีอาการคัน

2. อาการตะคริวจากความร้อน หมายถึง อาการกล้ามเนื้อกระตุก หรือเกร็ง หรือเป็นเป็นตะคริว โดยเฉพาะที่ขา แขน และหน้าท้อง

3. โรคลมร้อน หมายถึง อาการหน้ามืด ตัวเย็น หน้าซีด ตาลาย หรือหมดสติชั่วคราว

4. อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน หมายถึง อาการกระหายน้ำ ปากแห้ง หรือคอแห้ง อ่อนเพลีย หรือไม่มีแรง คลื่นไส้ อาเจียน หรือเหงื่อออกมาก ปวดศีรษะ และปวดกล้ามเนื้อ

5. โรคลมเหตุร้อน หมายถึง ตัวร้อน ไม่มีเหงื่อออก ระดับความรู้ สึกตัวเปลี่ยนแปลง เช่น ซึม สับสน มึนงง

โดยมีอาการ ให้คะแนน เท่ากับ 1 ไม่มีอาการ ให้คะแนน เท่ากับ 0 หลังจากนั้นมีการรวมข้อคำถามของแต่ละอาการ ดังนี้ อาการผื่นคันจากความร้อน, ตะคริวจากความร้อน, โรคลมร้อน และโรคลมเหตุร้อน โดยไม่มีอาการ ให้คะแนนเท่ากับ 0 มีอาการ หมายถึง มีอาการผิดปกติอย่างน้อย 1 อาการ ให้คะแนนเท่ากับ 1 ส่วนอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนนั้น มีอาการผิดปกติน้อยกว่า 2 อาการใน 4 อาการ ให้คะแนนเท่ากับ 0 ส่วนมีอาการ หมายถึง มีอาการผิดปกติ 2 อาการขึ้นไป ให้คะแนนเท่ากับ 1 (กรมการแพทย์ทหารบก, 2555)

จำแนกกลุ่มอาการผิดปกติตามความรุนแรง โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ (กรมการแพทย์ทหารบก, 2555) ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

มีอาการไม่รุนแรง หมายถึง มีอาการผื่นคัน

มีอาการรุนแรงปานกลาง หมายถึง อาการตะคริวร้อน (Heat cramp) และโรคลมร้อน (Heat syncope)

มีอาการที่รุนแรงมาก (Severe) คือ อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (Heat exhaustion) และโรคลมเหตุร้อน (Heat strok)

บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากหนังสือ วิทยานิพนธ์ งานวิจัย วารสาร และฐานข้อมูลออนไลน์ที่เกี่ยวข้อง โดยมีหัวข้อการทบทวนวรรณกรรม ดังนี้

1. กระบวนการหลอมโลหะ
2. ความหมาย ประเภท และแหล่งของความร้อน
3. การรับสัมผัสความร้อนจากการทำงาน
   - 3.1 อาชีพที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสความร้อน
   - 3.2 ลักษณะการรับสัมผัสความร้อน
4. ผลกระทบจากการรับสัมผัสความร้อน
   - 4.1 กลไกการรักษาสมดุลอุณหภูมิร่างกาย
   - 4.2 การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา
   - 4.3 การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ของร่างกาย
   - 4.4 อาการและอาการแสดงจากการรับสัมผัสความร้อน
5. การประเมินการรับสัมผัสความร้อน
   - 5.1 การตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน
   - 5.2 การตรวจวัดทางสรีรวิทยา
   - 5.3 การตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย
   - 5.4 การประเมินลักษณะการทำงาน
   - 5.5 มาตรฐานและข้อกำหนดกฎหมายการทำงานเกี่ยวกับความร้อน
6. ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากการรับสัมผัสความร้อน
   - 6.1 ปัจจัยส่วนบุคคล
   - 6.2 ปัจจัยด้านสรีรวิทยา
   - 6.3 การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ
   - 6.4 ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน
   - 6.5 ปัจจัยด้านลักษณะงาน

กระบวนการหลอมโลหะ

การหลอมโลหะ คือการให้ความร้อนแก่โลหะจนหลอมเหลว แล้วเทโลหะเหลวลงในแบบหล่อเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่มีรูปร่างตามต้องการ กระบวนการผลิตพื้นฐานในอุตสาหกรรมหลอมโลหะประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนพื้นฐาน ประกอบด้วย การทำแบบหล่อและไส้แบบ การหลอมโลหะและปรับส่วนผสม การเทแบบ การถอดแบบ และหลังการถอดแบบ ดังนี้ (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

1. ขั้นตอนการทำแบบหล่อและไส้แบบ

แบบหล่อ (Mold) คือแบบสำหรับขึ้นรูปชิ้นงานหล่อ พื้นผิวภายนอกของชิ้นงานหล่อจะมีรูปร่างตามโพรงที่อยู่ในแบบหล่อ สำหรับการหล่อชิ้นงานที่มีส่วนที่เป็นรูหรือช่องว่างจะต้องมีการวางไส้แบบ (Core) ลงในโพรงของแบบหล่อ เพื่อกันไม่ให้น้ำโลหะไหลเข้าสู่ส่วนที่ต้องการให้เป็นรูหรือช่องว่างดังกล่าว แบบหล่อประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นทางวิ่งของน้ำโลหะซึ่งได้แก่ รูเท รูวิ่ง และ รูล้น โพรงที่มีรูปร่างเหมือนชิ้นงานหล่อและไส้แบบมักจะทำจากทรายโดยมีสารเคมีเป็นตัวประสาน (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

2. ขั้นตอนการหลอมโลหะและปรับส่วนผสม

การหลอมโลหะคือการใช้ความร้อนเปลี่ยนสถานะโลหะจากของแข็งเป็นของเหลวโดยใช้เตาหลอมโลหะเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับขั้นตอนการเทแบบ เตาหลอมโลหะที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลอมโลหะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามชนิดของพลังงานที่ใช้ ได้แก่ เตาหลอมไฟฟ้าและเตาหลอมเชื้อเพลิง ในการปรับส่วนผสมของโลหะเพื่อให้ได้น้ำโลหะที่มีคุณภาพดีนั้นจะใช้ฟลักซ์ (Flux) ซึ่งเป็นสารจำพวกอนินทรีย์ โดยวัตถุประสงค์ของการเติมฟลักซ์นั้นเป็นการช่วยให้น้ำโลหะมีความบริสุทธิ์ มีประสิทธิภาพ และยืดอายุการใช้งานของวัสดุในเตาหลอม เป็นต้น (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

3. ขั้นตอนการเทแบบ

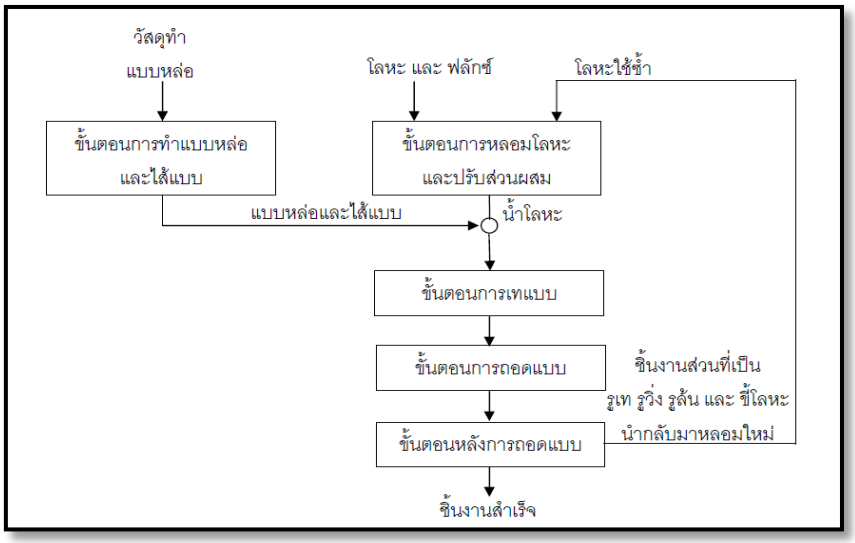
การเทแบบคือการนำน้ำโลหะเข้าแบบหล่อ โดยทั่วไปแล้วเบ้าเทที่ถูกอุ่นให้ร้อนเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับขนส่งน้ำโลหะจากเตาหลอมไปยังจุดเทแบบ วิธีการเทแบบที่ง่ายที่สุดคือการนำน้ำโลหะกรอกในรูเทของแบบหล่อ น้ำโลหะจะไหลไปตามท่อต่าง ๆ โดยอาศัยแรงดึงดูดของโลกเพื่อเข้าสู่โพรงแบบหล่อ กรรมวิธีการเทแบบได้พัฒนาขึ้นเพื่อนำน้ำโลหะเข้าสู่โพรงของแบบหล่อโดยใช้วิธีอื่น เช่น การใช้สูญญากาศดูดน้ำโลหะเข้าไปในแบบ การใช้แรงดันอัดน้ำโลหะ และการใช้แรงหนีศูนย์กลาง เป็นต้น (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

4. ขั้นตอนการถอดแบบ

เมื่อชิ้นงานแข็งตัวในแบบหล่อแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การแกะชิ้นงานออกจากแบบหล่อ ในกรณีที่เป็นแบบหล่อใช้ครั้งเดียว เมื่อแกะชิ้นงานออก แบบหล่อจะถูกทำลายไปด้วยเสมอ ดังนั้นควรจะต้องระวังความเสียหายต่อชิ้นงานที่มีรูปร่างเสี่ยงต่อการแตกหักได้ง่าย ส่วนแบบหล่อแบบถาวร การถอดแบบทำโดยการเปิดแยกแบบหล่อออกจากกันอาจใช้ก้านกระทุ้งดันชิ้นงานให้หลุดออก ดังนั้นการแกะชิ้นงานในแบบหล่อถาวรต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่จะติดตั้งก้านกระทุ้ง มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงานหล่อได้เช่นกัน (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

5. ขั้นตอนหลังการถอดแบบ

ภายหลังจากแกะชิ้นงานหล่อออกจากแบบแล้ว ต้องกำจัดส่วนที่ยื่นออกมาของระบบจ่ายน้ำโลหะ เช่น ส่วนที่เป็นรูเท รูวิ่ง รูล้น หรือครีบที่เกิดจากรอยต่อของแบบ จากนั้นจึงนำชิ้นงานหล่อมาตกแต่งและทำความสะอาดเพื่อให้สวยงาม ทั้งนี้การทำความสะอาดอาจใช้กระบวนการพ่นเม็ดทรายหรือโลหะเข้ากระแทกผิว หรือโดยกระบวนการอื่นที่มีลักษณะเดียวกัน จากนั้นตรวจดูด้วยสายตาว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร มีจุดเสียหรือไม่ ตลอดจนตรวจดูมิติของชิ้นงานด้วย หากพบจุดเสียก็ต้องมีการซ่อมแซมโดยวิธีการเชื่อมหรือวิธีทางกล นอกจากนี้อาจต้องตรวจสอบด้านโลหะวิทยาเพื่อหาจุดเสียหรือจุดบกพร่องภายใน เช่น วิธีการคลื่นเหนือเสียง (Supersonic testing) หรือฉายรังสี (Radiographic inspection) เป็นต้น



ภาพที่ 2-1 ขั้นตอนการหลอมโลหะ (สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

ความหมาย ประเภท และแหล่งของความร้อน

ความร้อน (Heat) เป็นพลังงานที่สามารถรับรู้ได้โดยการรับสัมผัส การสัมผัสความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงหรืออย่างต่อเนื่องนั้นสามารถเกิดขึ้นได้เสมอกับผู้ที่ทำงานทั้งภายในและภายนอกอาคาร ทำให้เกิดโรคหรือความเจ็บป่วยจากความร้อนได้ (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2556) โดยความร้อนที่พนักงานรับสัมผัสจะมาจากหลายแหล่งด้วยกัน และมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด จึงมีผู้ให้ความหมายของความร้อน ประเภทของความร้อน และแหล่งกำเนิดของความร้อน ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความหมายของความร้อน

ความร้อน (Heat) หมายถึง พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนไหวหรือการสั่นสะเทือนโมเลกุลของวัตถุ ซึ่งพลังงานความร้อนที่อยู่ในวัตถุจะอยู่ในรูปแบบพลังงานจลน์ของโมเลกุลของวัตถุนั้น เมื่อวัตถุได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นโมเลกุลของวัตถุจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น ความร้อนจึงสามารถเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานในรูปแบบอื่นได้ เช่น พลังงานเคมี ไฟฟ้า แสง และพลังงานกล (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)

ความร้อนมีหน่วยวัดระดับความร้อนเป็นองศาเซลเซียส หรือองศาฟาเรนไฮท์ หรือองศาเคลวิน และมีหน่วยวัดปริมาณความร้อนเป็นแคลอรี่และบีทียู โดยหนึ่งแคลอรี่ หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส และหนึ่งบีทียู หมายถึง ปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำ 1 ปอนด์มีอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาฟาเรนไฮท์ (กระทรวงแรงงาน, 2549)

2. ประเภทของความร้อน

การประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ นั้น มีลักษณะของกระบวนการผลิตที่ก่อให้เกิดความร้อนซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อพนักงานได้ ความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ความร้อนแห้ง เป็นความร้อนที่เกิดจากจากอุปกรณ์หรือเครื่องจักร ในกระบวนการผลิตที่ร้อนและมีความชื้นในอากาศน้อย เช่น โรงงานหล่อหลอมโลหะ โรงงานถลุงโลหะ โรงงานรีดโลหะ โรงงานแก้ว เป็นต้น และความร้อนชื้น เป็นสภาพความร้อนที่มีไอน้ำหรือความชื้นในอากาศเพิ่มขึ้น ซึ่งเกิดจากกรรมวิธีผลิตแบบเปียก เช่น โรงงานขนมหรืออาหาร โรงงานยาง โรงงานผลิตน้ำตาล โรงงานซักรีด เป็นต้น (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551)

3. แหล่งของความร้อน

แหล่งของความร้อนที่มีอิทธิพลต่อร่างกายมนุษย์จะประกอบไปด้วย 2 แหล่งหลัก ๆ ประกอบด้วย ความร้อนภายในร่างกาย (Heat metabolic) คือ ความร้อนที่เกิดจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารภายในร่างกาย และความร้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก (Heat environment) คือความร้อนที่เกิดจากสภาพแวดล้อมการทำงาน (พรพิมล กองทิพย์, 2555) โดยมีรายละเอียด

ดังต่อไปนี้

3.1 ความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารภายในร่างกาย (Heat metabolic) หรือที่เรียกว่า กระบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) คือ กระบวนการเผาผลาญสารอาหารต่าง ๆ ของร่างกายเพื่อให้เกิดพลังงานในการดำรงชีวิต เมื่อร่างกายมีการเผาผลาญสารอาหาร จะได้ผลผลิตออกมาในรูปของพลังงานความร้อน คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจน และน้ำ ซึ่งค่าความร้อนที่ถูกผลิตขึ้นมาสามารถวัดได้จากปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้เข้าไป โดยอัตราการเผาผลาญสารอาหารในแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดของร่างกาย การพัฒนาของกล้ามเนื้อ อายุ และความสมบูรณ์ของร่างกาย (พรพิมล กองทิพย์, 2555) ในการทำงานหรือการออกกำลังกายก็จะทำให้ร่างกายมีความต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น เพื่อใช้ในกระบวนการเผาผลาญสารอาหารและได้พลังงานออกมา ซึ่งจะทำให้เกิดความร้อนออกมาด้วย ปริมาณความร้อนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณงานหรือภาระงาน (Work load) ผู้ที่ทำงานหนักก็จะมีความร้อนเกิดขึ้นในร่างกายสูงกว่าผู้ที่ทำงานเบา หรือปานกลางตามลำดับ (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551)

3.2 ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก (Heat environment) คือ ความร้อนจากสิ่งแวดล้อมการทำงาน และความร้อนจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม (วิทยา อยู่สุข, 2555) โดยแหล่งความร้อนจากสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือ ความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานความร้อนที่ใหญ่ ผู้ที่มีโอกาสสัมผัสกับความร้อนจากแหล่งนี้ คือผู้ที่ทำงานกลางแจ้ง เช่น เกษตรกร กรรมกร ทหาร และนักกีฬากลางแจ้ง เป็นต้น (NIOSH, 2016) และความร้อนจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม มักเกิดมาจากเตาหลอม เตาเผา เตาอบ หม้อไอน้ำ และแรงดันไอในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อพนักงานที่ต้องทำงานในบริเวณใกล้เคียง ลักษณะของความร้อนที่ออกมาอาจจะเป็นแบบความร้อนแห้ง หรือความร้อนชื้นขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต (วิทยา อยู่สุข, 2555)

กล่าวโดยสรุปความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการเคลื่อนไหวหรือสั่นสะเทือนของโมเลกุลของวัตถุ สามารถจำแนกตามประเภทของความร้อนได้แก่ ความร้อนแห้งและความร้อนชื้น โดยแหล่งความร้อนที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิร่างกายของมนุษย์ได้แก่ ความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญสารอาหารของร่างกาย (Heat metabolic) และความร้อนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก (Heat environmental) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ และความร้อนจากแหล่งอุตสาหกรรม

การรับสัมผัสความร้อนจากการทำงาน

ความร้อนจัดเป็นอันตรายทางกายภาพที่สำคัญอย่างหนึ่งในสถานประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป พบว่า พนักงานต้องประสบปัญหาจากการได้รับสัมผัสความร้อนในกระบวนการผลิต หรือเครื่องจักรต่าง ๆ โดยพบว่า พนักงานที่มีความเสี่ยงจากการเจ็บป่วยจากความร้อนนั้นขึ้นอยู่กับอาชีพที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสความร้อน และลักษณะการรับสัมผัสความร้อน (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อาชีพที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสความร้อน

การประกอบอาชีพแต่ละอาชีพมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากความร้อนแตกต่างกัน ผู้ที่ทำงานในโรงงานหลอมย่อมมีโอกาสสัมผัสความร้อนในระดับที่สูงกว่าผู้ที่ทำงานในโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ หรืออาชีพเย็บผ้า พบว่า อาชีพที่มีความเสี่ยงต่อการสัมผัสความร้อน ได้แก่ อาชีพในโรงหลอมเหล็ก เซรามิก อิฐ ผลิตแก้ว ผลิตยาง ผลิตสารเคมี เหมืองแร่ พนักงานดับเพลิง (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2556) โรงงานทำขนม อาหาร ที่ต้องใช้เตาเผา หรือเตาอบ โรงงานฟอกหนัง โรงงานเคลือบดินเผา โรงงานทำกระดาษ โรงงานทำซักรีด โรงงานทำสีย้อมผ้า เป็นต้น (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2559)

ส่วนอาชีพที่จำแนกตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 ประกอบไปด้วยจำนวน 21 ประเภท เช่น โรงงานผลิตน้ำตาล โรงงานสิ่งทอที่ทำการฟอก ย้อมสี หรือแต่งสำเร็จด้วยสิ่งทอ โรงงานกระดาษ และโรงงานยางรถยนต์ ตามลำดับ (กระทรวงแรงงาน, 2546) จากการศึกษาวิจัยการรับสัมผัสความร้อนของพนักงานที่เก็บเกี่ยวอ้อยในประเทศคอสตาริก้า พบว่า พนักงานเก็บเกี่ยวอ้อยได้รับความร้อนจากการทำงานกลางแจ้งตลอดทั้งวันที่อุณหภูมิเวตบัลบ์โกลบ 26 องศาเซลเซียส (Crowe et al., 2013) และการประเมินความเครียดจากการรับสัมผัสความร้อนและความล้าของพนักงานในโรงงานหลอมเหล็กในประเทศจีน พบว่า พนักงานที่ทำงานหล่อโลหะอย่างต่อเนื่องได้รับสัมผัสความร้อนในการทำงานสูงกว่าพนักงานที่หล่อด้วยเตาไฟฟ้าที่ระดับความร้อนเวตบัลบ์โกลบ 32.2 องศาเซลเซียส และ 28.70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (Chen et al., 2003)

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าในแต่ละอาชีพย่อมได้รับสัมผัสพลังงานความร้อนแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับแหล่งผลิตความร้อน ความหนักเบาของงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งผู้ที่ทำงานกลางแจ้งย่อมได้รับพลังงานความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์มากกว่าผู้ที่ทำงานในตัวอาคาร และตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 ได้กำหนดประเภทกิจการที่ต้องมีการตรวจวัดความร้อนไว้ 21 ประเภท โดยตรวจวัดเป็นอุณหภูมิเวตบัลบ์โกลบ

และจัดทำรายงานสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อนอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

2. ลักษณะการรับสัมผัสความร้อน

ลักษณะการรับสัมผัสความร้อนของมนุษย์นั้นมีทั้งการสูญเสียความร้อนและรับความร้อนจากภายนอกเข้าสู่ร่างกาย ลักษณะดังกล่าวเรียกว่าการถ่ายเทความร้อน (รุ้งตวรรณ์ ช้อยจอหอ, 2553) โดยการถ่ายเทความร้อนระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย การนำความร้อน (Conduction) การพาความร้อน (Convection) การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) และการระเหยของเหงื่อ (Evaporation) (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การนำความร้อน (Heat conduction) คือ กระบวนการถ่ายเทความร้อนเมื่อสัมผัสวัตถุที่เย็นหรือร้อนกว่าโดยไม่เคลื่อนที่ เช่น โลหะ แผ่นไม้ กระเบื้อง เป็นต้น การนำความร้อนจะเกิดได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัส ความแตกต่างของอุณหภูมิ และความสามารถในการนำความร้อน (Heat conductivity) ของวัตถุ โดยพบว่า โลหะจะมีความสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าฉนวน เช่น การถ่ายเทความร้อนจากผิวหนังของร่างกายเมื่อสัมผัสกับเบาะนั่ง เก้าอี้ เตียงนอน และพื้นห้อง เป็นต้น ร่างกายจะสูญเสียความร้อนด้วยวิธีนี้ประมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551)

2.2 การพาความร้อน (Heat convention) กระบวนการถ่ายเทความร้อนออกจากร่างกายทางผิวหนังสู่สิ่งแวดล้อม โดยอาศัยตัวกลางที่เคลื่อนที่ได้ คือ อากาศและน้ำ โดยความร้อนที่อยู่ส่วนลึกของร่างกายจะถูกพาสู่บริเวณผิวหนังเพื่อที่จะถ่ายเทให้กับสิ่งแวดล้อมภายนอก เมื่อผิวหนังมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอากาศที่อยู่ชิดกับผิวหนังจะอุ่นและร้อนขึ้น ก็จะลอยตัวสูงขึ้นและพาความร้อนออกจากผิวหนัง อากาศที่เย็นกว่าที่อยู่บริเวณใกล้เคียงผิวหนังก็จะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ ซึ่งร่างกายจะสูญเสียความร้อนโดยวิธีนี้ประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551)

2.3 การแผ่รังสีความร้อน (Radiation heat) คือ การถ่ายเทความร้อนจากภายในร่างกายสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกหรือจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ร่างกาย ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งไม่ต้องอาศัยตัวกลาง เกิดขึ้นได้แม้แต่ในสูญอากาศ ในรูปของคลื่นรังสีอินฟราเรด ที่แผ่ออกไปทุกทิศทาง เช่น ระหว่างกายกับผนังห้อง พบว่า ร่างกายจะระบายหรือสูญเสียความร้อนด้วยวิธีนี้ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณความร้อนที่ถูกขจัดออกไปทั้งหมด หากกางแขน กางขา หรือกางนิ้วมือจะเพิ่มความสามารถในการแผ่รังสีความร้อนเพิ่มขึ้นอีก 10 เปอร์เซ็นต์ (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551)

2.4 การระเหยของเหงื่อ (Evaporation) คือ กระบวนการระบายความร้อนในรูปของเหงื่อซึ่งกลไกการระเหยของเหงื่อจะระเหยได้น้อยลงเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) ในบรรยากาศสูงกว่าร้อยละ 80 ทั้งนี้เนื่องจากความชื้นในบรรยากาศเกือบถึงจุดอิ่มตัวและเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ถึงร้อยละ 100 เหงื่อจะไม่ระเหย ทำให้กลไกการระบายความร้อนโดยการขับเหงื่อไม่ได้ผล โดยปกตินำ้ที่ระเหยออกผ่านทางระบบทางเดินหายใจและผิวหนังจะเกิดขึ้นประมาณ วันละ 600-700 มิลลิลิตร ทำให้ร่างกายสูญเสียความร้อนไปประมาณ 300-400 กิโลแคลอรี่ต่อวัน ร่างกายจะสูญเสียความร้อนโดยการระเหยมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในขณะนั้น โดยการสูญเสียความร้อนด้วยวิธีนี้ ประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551)

จากข้อมูลข้างต้นสามารถที่จะสรุปได้ว่า การถ่ายเทความร้อนระหว่างร่างกายและสิ่งแวดล้อมเพื่อระบายความร้อนและการรับสัมผัสความร้อนมาจาก 2 ช่องทาง คือ ทางผิวหนังและระบบทางเดินหายใจ (รุ้งตวรรณ์ ช้อยจอหอ, 2553) เพื่อรักษาระดับความร้อนในร่างกายให้คงที่ที่ 37 ±1 องศาเซลเซียส โดยการถ่ายเทความร้อนระหว่างคนและสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยการนำความร้อน(Conduction) การพาความร้อน (Convection) การแผ่รังสีความร้อน (Radiation) และการระเหยของเหงื่อ (Evaporation) การถ่ายเทความร้อนที่มีอิทธิพลต่อร่างกายมนุษย์มากที่สุดคือการแผ่รังสีความร้อนรองลงมาคือ การระเหยของเหงื่อ ตามลำดับ เมื่อได้รับความร้อนร่างกายจะขจัดความร้อนออกจากร่างกาย

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสความร้อนต่อร่างกาย

เมื่อร่างกายได้รับความร้อนหรือผลิตความร้อนขึ้น อวัยวะที่ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายในระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) ส่วนของไฮโพทาลามัสส่วนหน้าจะทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิแกนกลางให้คงที่ ให้ร่างกายมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 36-37 องศาเซลเซียส โดยจะมีกลไกในการตอบสนองต่อความร้อน คือ กลไกการรักษาสมดุลอุณหภูมิร่างกาย การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ และการเกิดอาการและอาการแสดงต่อความร้อน (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กลไกการรักษาสมดุลอุณหภูมิร่างกาย

ร่างกายจะมีการตอบสนองต่อความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิแกนกลางของร่างกายให้อยู่ในระดับปกติ คือ การขยายตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนัง ลดการผลิตความร้อนภายในร่างกาย และเพิ่มการขับเหงื่อ (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 การขยายตัวของหลอดเลือดที่ผิวหนัง (Vasodilation of skin blood vessel) เมื่ออุณหภูมิแกนกลางและอุณหภูมิที่ผิวของร่างกายเพิ่มขึ้น หลอดเลือดที่ผิวหนังในทุกส่วนของร่างกายจะขยายตัว ความต้านทานในหลอดเลือดแดงที่ผิวหนังจะลดลง ทำให้ปริมาณเลือดจากอวัยวะภายในไหลมาที่ผิวหนังมากขึ้น ความร้อนจากอวัยวะภายในถ่ายเทมาสู่ผิวหนังและถ่ายเทออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น ถ้ามีการขยายตัวของหลอดเลือดอย่างเต็มที่อัตราการถ่ายเทความร้อนไปยังผิวหนังสามารถเพิ่มขึ้นถึง 8 เท่า (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551)

1.2 ลดการผลิตความร้อนในร่างกาย (Decrease in thermogenesis) เมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะอากาศร้อน ร่างกายจะลดการผลิตความร้อนส่วนเกินโดยยับยั้งการสั่นของกล้ามเนื้อและกระบวนการ Chemical thermogenesis (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551)

1.3 เพิ่มการขับเหงื่อ (Sweating) เมื่ออุณหภูมิแกนสูงเกินระดับเทรชโฮลด์ (Threshold) หรือมากกว่า 37 องศาเซลเซียส ร่างกายจะเพิ่มอัตราการสูญเสียความร้อนโดยการขับเหงื่อ โดยกลไกการขับเหงื่อจะประกอบด้วยต่อมเหงื่อ 2 ส่วนคือ ส่วนที่ขดเป็นกระเปาะ (Coiled portion) ทำหน้าที่คัดหลั่งเหงื่อ และ ส่วนท่อ (Duct portion) เป็นท่อที่อยู่ในชั้นใต้ผิวหนังเป็นทางลำเลียงเหงื่อออกสู่ผิวหนัง ในคนปกติที่ร่างกายไม่มีการปรับตัวต่อความร้อนจะมีการผลิตเหงื่อประมาณ 1 ลิตรต่อชั่วโมง แต่ถ้าร่างกายเผชิญกับอากาศร้อนมาเป็นระยะเวลา 1 ถึง 6 สัปดาห์ ร่างกายจะมีการปรับตัวให้มีการผลิตเหงื่อเพิ่มมากขึ้นเป็น 2-3 ลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งร่างกายจะสามารถช่วยระบายความร้อนออกจากร่างกายในอัตราที่มากกว่าอัตราการผลิตความร้อนปกติ 10 เท่า (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551)

ดังนั้น ถ้าร่างกายได้รับความร้อนหรือมีการผลิตความร้อนขึ้น ร่างกายจะเกิดกลไกการรักษาสมดุลของร่างกายเมื่อสัมผัสความร้อนเพื่อเป็นการควบคุมอุณหภูมิแกนให้คงที่ มีการระบายความร้อนออกมากขึ้น การผลิตความร้อนในร่างกายจะลดลง และร่างกายพยายามที่จะลดปริมาณความร้อนออกจากร่างกายโดยการถ่ายเทออกทางผิวหนัง

2. การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา

เมื่ออุณหภูมิในร่างกายสูงขึ้นจากความร้อนที่เกิดจากการทำงาน หรือความร้อนจากสภาพแวดล้อม หรือความร้อนที่เกิดขึ้นภายในร่างกายขณะทำงานนั้น จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา ซึ่งร่างกายจะมีการตอบสนองต่อความร้อนโดยมีการไหลเวียนของเลือดเพิ่มมากขึ้นและหลอดเลือดที่ผิวหนังจะขยายตัว เพื่อทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนออกจากผิวหนัง จึงส่งผลให้ร่างกายมีอุณหภูมิที่ผิวหนังสูงขึ้น หน้าแดง เหงื่อออก กระหายน้ำ หายใจเร็ว และชีพจรเต้นเร็ว (อภิญญา เพียรพิจารณ์ และคณะ, 2552) ซึ่งกลไกดังกล่าวเป็นวิธีการระบายความร้อนออกจากร่างกาย ดังนั้นการประเมินการรับสัมผัสความร้อนทางสรีรวิทยาจึงอยู่ในรูปของการตอบสนองของ

อัตราการเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และอุณหภูมิร่างกาย (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

การรับสัมผัสความร้อนทำให้มีผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจ คือ การหดตัวและขยายตัวของผนังหลอดเลือด ที่เกิดจากการบีบตัวของหัวใจทำให้มีแรงดันของเลือดไปดันผนังหลอดเลือดให้ขยาย จังหวะการเต้นของหลอดเลือดจะสัมพันธ์กับการเต้นของหัวใจโดยตรง โดยอัตราการเต้นของหัวใจปกติของผู้ใหญ่ทั่วไปไม่ควรเร็วกว่า 100 ครั้งต่อนาที และไม่ควรต่ำกว่า 60 ครั้งต่อนาที (อภิญา เพียรพิจารณ์ และคณะ, 2552) จากการศึกษาของ Moumita et. al. (2014) พบว่า ผลของการได้รับความร้อนจากการประกอบอาชีพเผาอิฐในเพศหญิงประเทศอินเดีย พบว่า พนักงานมีความเครียดจากความร้อนเพิ่มขึ้นจากการแผ่ความร้อนออกมาจากเตาเผาอิฐ เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 34.98 องศาเซลเซียส และมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

มีการศึกษาอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ของ Brianna et al. (2015) ทำการประเมินผลกระทบสะสมของการได้รับความร้อนจากการจำลองไฟป่าเป็นเวลาติดต่อกัน 3 วัน และดูการตอบสนองทางสรีรวิทยา ซึ่งทำการศึกษากับนักดับเพลิง 36 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมที่ใช้อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเต้นของหัวใจสูงในกลุ่มตัวอย่าง และการศึกษาของปิยนันท์ มะลิวัลย์และคณะ (2554) ทำการประเมินสภาพการทำงานและความปลอดภัยในสภาพแวดล้อมการทำงานในที่ร้อนของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะแห่งหนึ่งในภาคเหนือ ผลการศึกษาพบว่า พนักงานมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงขึ้นนับตั้งแต่เริ่มทำงาน และสูงสุดเมื่อเวลา 15.00 น. เท่ากับ 112 ครั้งต่อนาที หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ ในเวลาเลิกงานเท่ากับ 84 ครั้งต่อนาที และพบว่า พนักงานแผนกหน้าเตามีอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด รองลงมาคือ แผนกไล่สิ่งสกปรกและแผนกเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

2.2 ผลกระทบต่อความดันโลหิต

การรับสัมผัสความร้อนทำให้เกิดผลกระทบต่อความดันโลหิต ซึ่งความดันโลหิตเป็นค่าที่เกิดจากการหมุนเวียนของเลือด โดยมีแรงดันกระทำต่อผนังหลอดเลือด 2 จังหวะ คือ จังหวะที่หัวใจบีบตัวและจังหวะที่หัวใจคลายตัว ค่าความดันโลหิตที่ออกจากหัวใจไปปะทะกับผนังของหลอดเลือดทั้งสองจังหวะ มีค่าความดันไม่เท่ากัน (อภิญา เพียรพิจารณ์และคณะ, 2552) ค่าความดันโลหิตขณะที่หัวใจบีบตัวจะมีค่าสูงกว่า เรียกว่า ความดันซิสโตลิค (Systolic pressure) และค่าความดันโลหิตขณะที่หัวใจคลายตัว เรียกว่า ความดันไดแอสโตลิค (Diastolic pressure) ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าความดันซีสโตลิค และความแตกต่างของค่าความดันซิสโตลิค และความดัน

ไดแอสโตลิค เรียกว่า ความดันชีพจร (Pulse pressure) ซึ่งค่าความดันโลหิตปกติในแต่ละบุคคลจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับ เพศ อายุ ขนาดของร่างกาย เป็นต้น ค่าความดันโลหิตปกติของผู้ใหญ่เมื่อหัวใจบีบตัวควรไม่เกิน 120 มิลลิเมตรปรอท และหัวใจคลายตัวควรไม่เกิน 80 มิลลิเมตรปรอท (อภิญา เพียรพิจารณ์และคณะ, 2552) ในการศึกษาของ Morioka et al. (2006) ในพนักงานก่อสร้างที่สัมผัสความร้อนจากการทำงานและปัญหาสุขภาพ พบว่า พนักงานมีระดับความดันโลหิตสูงขึ้นมากกว่าก่อนทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.3 ผลกระทบต่ออุณหภูมิร่างกาย

การรับสัมผัสความร้อนทำให้มีผลกระทบต่ออุณหภูมิของร่างกาย ซึ่งปกติอุณหภูมิร่างกายจะมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมมากนัก หรือถ้ามีการเปลี่ยนแปลงก็เพียงเล็กน้อยไม่เกิน 1 องศาเซลเซียส ยกเว้นขณะมีไข้หรือออกกำลังกายอย่างหนัก ดังนั้นจึงมีการตรวจวัดอุณหภูมิกายเพื่อเป็นการตรวจร่างกายเบื้องต้น (อภิญา เพียรพิจารณ์และคณะ, 2552) จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะรับสัมผัสความร้อนของ Kenny et al. (2010) พบว่า การออกกำลังกายในสภาพแวดล้อมที่ร้อน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาในการควบคุณอุณหภูมิกาย ระบบไหลเวียนโลหิต และระบบต่อมไร้ท่อ การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งการศึกษาของ Brianna et al. (2015) ได้ทำการประเมินผลกระทบของการได้รับความร้อนจากการจำลองไฟป่าเป็นเวลาติดต่อกัน 3 วัน และดูการตอบสนองทางสรีรวิทยา ซึ่งทำการศึกษากับนักดับเพลิง 36 คน แบ่งเป็นกลุ่มควบคุมใช้อุณหภูมิ 19 องศาเซลเซียส และกลุ่มที่สัมผัสความร้อนใช้อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิผิวของกลุ่มที่สัมผัสความร้อนเฉลี่ย 0.24± 0.008 องศาเซลเซียส และ 2.81± 0.20 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม

นอกจากนั้น มีการศึกษาของ ปิยนันท์ มะลิวัลย์ และคณะ (2554) ที่ทำการประเมินสภาพการทำงานและความปลอดภัยในสภาพแวดล้อมการทำงานในที่ร้อน ทำการศึกษากับพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะแห่งหนึ่งในภาคเหนือ มีการประเมินด้านสรีรวิทยา ได้แก่ การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ การวัดอุณหภูมิร่างกาย และการวัดอุณหภูมิผิวหนังในแต่ละแผนกตลอด ทั้งวันการทำงาน โดยทำการวัดในเวลา ก่อนเริ่มทำงาน 9.00 น. 12.00 น. 15.00 น. และเลิกงาน ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิร่างกายและอุณหภูมิผิวหนังสูงขึ้นนับตั้งแต่เริ่มทำงาน และสูงสุดเมื่อเวลา 15.00 น. (38.06 องศาเซลเซียส และ 37.44 องศาเซลเซียส ตามลำดับ) หลังจากนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ เวลาเลิกงาน (37.48 องศาเซลเซียส และ 37.12 องศาเซลเซียส ตามลำดับ)

3. การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย

อิเล็กโทรไลต์ส่วนใหญ่เป็นเกลือแร่หรือแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ดังนั้นถ้าร่างกายไม่สามารถใช้ประโยชน์จากแร่ธาตุได้เพียงพอ ก็อาจจะมีผลต่อการทำงานของเซลล์ ทำให้สุขภาพเสื่อมโทรมไม่แข็งแรงและเกิดการเจ็บป่วยได้ ปริมาณความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายจะถูกควบคุมอยู่ในภาวะสมดุลของแคทไอออนและแอนไอออนเพื่อรักษาสมดุลให้กับร่างกาย (Burton, 1989) โดยพบว่า การขับอิเล็กโทรไลต์ออกจากร่างกายเมื่อรับสัมผัสความร้อนมีหลายชนิด เช่น โซเดียม (Sodium, Na^{+}) โพแทสเซียม (Potassium, K^{+}) และ คลอไรด์ (Chloride, Cl^{-}) (วีรวรรณ เล็กสกุลไชย, 2555)

การรับสัมผัสความร้อนทำให้มีผลกระทบต่อปริมาณสารน้ำและอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย ซึ่งเกิดจากร่างกายพยายามขจัดความร้อนออกมาทางผิวหนังโดยการขับเหงื่อและการหายใจ (รุ้งตวรรณ์ ช้อยจอหอ, 2553) เพื่อรักษาสมดุลอุณหภูมิร่างกายให้ปกติ เมื่อร่างกายมีการขับเหงื่อหรือการระบายความร้อนออกจากร่างกายย่อมทำให้ร่างกายสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ จากการศึกษาของ Dang et al (2014) ในพนักงานโรงหลอมอะลูมินัมพบว่า ระดับโพแทสเซียมในร่างกายลดลงหลังจากทำงาน 8 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) และยังพบอีกว่าการสูญเสียโซเดียมในร่างกาย มีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจที่มีค่ามากกว่า 180 ครั้งต่อนาที จากการศึกษาของ Trabanino et al. (2015) ความเครียดจากความร้อน ภาวะขาดน้ำ และการทำงานของไตในพนักงานตัดอ้อยในประเทศเอลซัลวาดอร์ พบว่า พนักงานตัดอ้อยมีค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะสูงขึ้น ปริมาณคลอไรด์และปริมาณโพแทสเซียมในเลือดลดลงหลังจากการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.05

4. อาการและอาการแสดงจากการรับสัมผัสความร้อน

การทำงานที่ต้องสัมผัสกับความร้อนเป็นระยะเวลานาน จะทำให้ร่างกายเกิดการสะสมความร้อนมากกว่าการกำจัดออกและทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพตามความรุนแรงจากน้อยไปมากดังนี้ ผื่นคันจากความร้อน (Heat rash) ตะคริวจากความร้อน (Heat cramp) โรคลมร้อน (Heat syncope) อ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (Heat exhaustion) และโรคลมเหตุร้อน (Heat stroke) (กรมการแพทย์ทหารบก, 2555) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผื่นคันจากความร้อน (Heat rash) ซึ่งเกิดจากความชื้นของเหงื่อ และการอุดตันของท่อขับเหงื่อ มักพบอาการหลังจากการรับสัมผัสความร้อนประมาณ 1 เดือน ลักษณะผื่นจะเป็นจุดสีแดงคล้ายสิวมีขนาดเล็กมีอาการคัน (อนามัย เทศกะทึก, 2556) จากการศึกษาของจีรนันท์ จะเกร็ง (2553) ได้ทำการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพกายจากการสัมผัสความร้อนขณะทำงานในกลุ่มคนทำนาเกลือจังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอาการและอาการแสดงผดผื่น

จากการสัมผัสความร้อนร้อยละ 26.56

4.2 ตะคริวจากความร้อน (Heat cramp) เกิดจากร่างกายได้รับความร้อนสูง ร่างกายจะปรับตัวโดยการขับเหงื่อออกจากร่างกาย เป็นผลให้ร่างกายสูญเสียเกลือแร่ออกมากับเหงื่อปริมาณมาก ส่งผลให้ปริมาณเกลือโซเดียมและคลอไรด์ในเลือดต่ำ เป็นผลให้มีอาการปวดกล้ามเนื้อ และเป็นตะคริว เป็นต้น (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2556) จากการศึกษาของ Dang et al. (2014) ได้ทำการศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์การสัมผัสความร้อนของพนักงานโรงหลอมอะลูมินัมแห่งหนึ่งในรัฐเท็กซัส สหรัฐอเมริกา พบว่า พนักงานมีอาการและอาการแสดงตะคริวจากความร้อนคิดเป็นร้อยละ 13

4.3 โรคลมร้อน (Heat syncope) เกิดขึ้นได้กับผู้ประกอบอาชีพที่ยืนทำงานนาน ๆ หรือการเปลี่ยนท่าทางกะทันหัน การออกกำลังกายในสถานที่ที่มีอากาศร้อน ทำให้เกิดอาการผิดปกติ เนื่องจากเลือดดำไหลกลับเข้าสู่หัวใจลดลงโดยจะไหลเวียนไปที่อวัยวะส่วนปลายเป็นส่วนใหญ่ หรือเกิดการขยายตัวของหลอดเลือดส่วนปรายทำให้เลือดไหลออกจากหัวใจไม่เพียงพอ มีผลทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองไม่เพียงพอ ทำให้มีอาการอาเจียน เหงื่อออก การมองเห็นบกพร่อง ก่อนที่จะมีอาการหมดสติ (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2556)

4.4 อ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (Heat exhaustion) จะทำให้มีอาการคลื่นไส้อาเจียน เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ กระหายน้ำ และอ่อนเพลีย (OSHA, 2014) เมื่อพนักงานได้ทำงานในสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีอุณหภูมิสูงอย่างต่อเนื่อง ร่างกายจะมีการขับเหงื่อออกมาเรื่อย ๆ เพื่อลดอุณหภูมิร่างกายให้อยู่ในระดับสมดุล ในการขับเหงื่อนั้นร่างกายจะสูญเสียน้ำและอิเล็กโทรไลต์ออกมาด้วย (พรพิมล กองทิพย์, 2555) จากการศึกษาของจีรนันท์ จะเกร็ง (2553) ได้ทำการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพกายจากการสัมผัสความร้อนขณะทำงานในกลุ่มคนทำนาเกลือจังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอาการและอาการแสดงอ่อนเพลียจากการสัมผัสความร้อนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 67.19

4.5 โรคลมเหตุร้อน (Heat stroke) และเมื่อร่างกายสัมผัสกับระดับความร้อนในสภาพการทำงานมากกว่า 40 องศาเซลเซียส อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน จะส่งผลต่อระบบควบคุมอุณหภูมิของร่างกายทำให้มีความผิดปกติของระบบควบคุมอุณหภูมิในร่างกาย จนทำให้ไม่มีการไหลของเหงื่อ ความร้อนในร่างกายจะสูงขึ้น จะทำให้เกิดอาการสับสน เสียสติ ชัก และถ้าไม่ได้รับการช่วยเหลือจะทำให้เสียชีวิตได้ (Occupational safety and health administration, 2014)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าเมื่อพนักงานทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงร่างกายจะมีระบบการรักษาสภาพอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ โดยอาศัยกลไกลต่าง ๆ ได้แก่ หลอดเลือดที่ผิวหนังขยายตัว (Vasodilation of skin blood vessel) ลดการผลิตความร้อน

(Decrease in thermogenesis) และเพิ่มการขับเหงื่อ (Sweating) เป็นต้น แต่เมื่อยังต้องมีการรับสัมผัสความร้อนตลอดระยะเวลาการทำงานหรือไม่มีการหยุดพักย่อมส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาที่สำคัญ เช่น ผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจ ผลกระทบต่อความดันโลหิต ผลกระทบต่ออุณหภูมิร่างกาย และผลกระทบต่อปริมาณสารน้ำและอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย ส่งผลกระทบต่อการเจ็บป่วยจากความร้อนดังนี้ ผื่นคันจากความร้อน (Heat rash) ตะคริวจากความร้อน (Heat cramp) โรคลมร้อน (Heat syncope) อ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (Heat exhaustion) และโรคลมเหตุร้อน (Heat stroke) เป็นต้น

การประเมินการรับสัมผัสความร้อน

การประเมินการรับสัมผัสความร้อนทำให้ทราบถึงระดับความร้อน และเป็นเครื่องมือที่ทำให้ทราบว่าพนักงานมีการรับสัมผัสความร้อนในระดับใด สามารถยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการควบคุมและเฝ้าระวังให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หรือไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของพนักงาน สำหรับการประเมินการรับสัมผัสความร้อนสามารถทำได้ 4 แนวทาง ประกอบด้วย การตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานในรูปของดัชนีความเค้นของความร้อน (Heat stress indices) การตรวจวัดทางสรีรวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปของพนักงาน (Heat strain indices) (OSHA, 2014) การตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย (Trabanino et al., 2015) และการประเมินลักษณะการทำงานกับความร้อน (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานในรูปของดัชนีความเค้นของความร้อน (Heat stress indices)

การตรวจวัดสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่นิยมใช้กันทั่วไป คือ การวัดระดับความร้อนโดยใช้ดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ (Wet bulb globe temperature; WBGT) ซึ่งเป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้วัดระดับความร้อนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียสหรือองศาฟาเรนไฮต์ เครื่องวัดระดับความร้อนดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ ประกอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ 3 ชนิด ได้แก่ เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกตามธรรมชาติ และเทอร์โมมิเตอร์ชนิดโกลบ (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน, 2549) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้ง (Dry Bulb Thermometer, DB) เป็นชนิดปรอทหรือแอลกอฮอล์ที่มีความละเอียดของสเกลเท่ากับ 0.5 องศาเซลเซียส และมีความแม่นยำบวกหรือลบ 0.5 องศาเซลเซียส มีการกำบังป้องกันเทอร์โมมิเตอร์จากแสงอาทิตย์และการแผ่รังสีความร้อน แล้วผ่านการสอบเทียบความถูกต้องและได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่เชื่อถือได้ และช่วงของ

อุณหภูมิที่วัดได้ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิที่จะใช้งานควรอยู่ในช่วง -5 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส (ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย อาชีวอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2559)

1.2 เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกตามธรรมชาติ (Natural Wet Bulb Thermometer, NWB) เป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอทหรือแอลกอฮอล์ที่มีความละเอียดของสเกล 0.5 องศาเซลเซียส และมีความแม่นยำ ± 0.5 องศาเซลเซียส โดยมีผ้าฝ้ายสะอาดชั้นเดียวห่อหุ้มกระเปาะและหยดน้ำกลั่นลงบนผ้าฝ้ายที่หุ้มกระเปาะให้เปียกชุ่ม แล้วปล่อยให้ปลายอีกด้านหนึ่งของผ้าจุ่มอยู่ในน้ำกลั่นตลอดเวลาและสัมผัสแต่ลมธรรมชาติเท่านั้น ต้องมีการปรับเทียบมาตรฐานและวัดอุณหภูมิได้ในช่วง -5 องศาเซลเซียส ถึง 50 องศาเซลเซียส (ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย อาชีวอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2559)

1.3 เทอร์โมมิเตอร์ชนิดโกลบ (Globe Thermometer, GT) สำหรับวัดการแผ่รังสีความร้อนจากการทำงานประกอบด้วย โกลบซึ่งทำจากโลหะทองแดงบางทรงกลมกลวง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ผิวด้านนอกทำด้วยสีดำชนิดพิเศษที่สามารถดูดกลืนรังสีความร้อนได้ดี และมีเทอร์โมมิเตอร์เสียบเข้าไปในโลหะทรงกลมนี้ โดยให้ปลายกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์อยู่กึ่งกลางของโลหะทรงกลม โกลบเทอร์โมมิเตอร์ต้องมีช่วงการตรวจวัดตั้งแต่ -5 ถึง 100 องศาเซลเซียส (ศูนย์เทคโนโลยีความปลอดภัย อาชีวอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2559)

2. การตรวจวัดทางสรีรวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปของพนักงาน (Heat Strain Indices)

หากสภาพการทำงานยังคงมีความร้อนที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน จึงมีความก็จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานร่วมด้วย ได้แก่ การวัดอุณหภูมิร่างกายของพนักงาน (Body temperature measurements) การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และการวัดระดับความดันโลหิต (Blood pressure) (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การวัดอุณหภูมิร่างกายของพนักงาน (Body temperature measurements)

การวัดอุณหภูมิร่างกายซึ่งอาจตรวจวัดได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิทางทวารหนัก ทางช่องปาก ทางรักแร้ ทางช่องหู และการวัดโดยการกลืนเทอร์โมมิเตอร์เข้าไปในหลอดอาหาร ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการใช้ประกอบการประเมินอันตรายจากความร้อนที่พนักงานรับสัมผัส โดยมีวิธีการวัดอุณหภูมิร่างกายตามแนวทางต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1 การวัดอุณหภูมิร่างกายทางทวารหนัก เป็นวิธีการวัดที่ได้ค่าแม่นยำที่สุด โดยค่าที่ได้จะมีความเที่ยงตรงสูง แต่ห้ามใช้ในผู้ที่มีบาดแผลหรือมีการอักเสบทางทวารหนัก วิธีการวัดนำเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดทางทวารหนัก (Rectal thermometer) ให้ทาสารหล่อลื่น เช่น วาสลีน แล้วสอดเข้าไปในรูทวารหนักลึกประมาณ 1-1½ นิ้ว ใช้เวลาวัดประมาณ 2 นาที จากนั้นจึง

นำมาอ่านค่าที่ได้ ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 38 องศาเซลเซียส ต้องให้พนักงานหยุดพักชั่วคราว จนกว่าอุณหภูมิร่างกายจะอยู่ในสภาพปกติ (ACGIH, 2017)

2.1.2 การวัดอุณหภูมิร่างกายทางปาก การวัดอุณหภูมิทางปากนั้นถึงแม้ว่าจะได้ค่าที่ไม่แม่นยำเท่าการวัดทางทวารหนัก แต่ในทางการปฏิบัติสามารถใช้ได้สะดวก ไม่ยุ่งยากทั้งผู้วัดและผู้ถูกตรวจ วิธีการวัดนั้นให้นำเทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดไข้ (Clinical thermometer) วัดอุณหภูมิของพนักงานหลังจากทำงานแต่ต้องวัดก่อนที่พนักงานจะดื่มน้ำ โดยสอดไว้ใต้ลิ้น ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 37.6 องศาเซลเซียส ให้ลดระยะเวลาการทำงานในครั้งต่อไปลงหนึ่งในสาม (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551)

2.1.3 การวัดอุณหภูมิทางรักแร้ ยังเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบันสามารถใช้ได้ในผู้ป่วยที่ไม่รู้สึกตัว โดยมีวิธีการวัดคือสอดเทอร์โมมิเตอร์ไว้ที่รักแร้แล้วหนีบแขนให้ชิดกับลำตัว ซึ่งวิธีนี้อาจมีข้อผิดพลาดได้ง่าย ถ้าหนีบแขนไม่แน่น หรือเทอร์โมมิเตอร์ไม่สัมผัสกับผิวหนัง จึงนิยมให้ทำการบวกค่าเพิ่มอีก 0.5 องศาเซลเซียส (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551)

2.1.4 การวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหู (Tympanic membrane probe) โดยการสอดหัววัดของเทอร์โมมิเตอร์เข้าไปทางช่องหู ซึ่งจะได้ค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิทางทวารหนัก และมีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิแกนกลางของร่างกายมากที่สุด เนื่องจากเยื่อแก้วหูอยู่ใกล้กับต่อมใต้สมอง และเยื่อแก้วหูได้รับความร้อนจากหลอดเลือดแดงแคโรติกที่ไปเลี้ยงต่อมใต้สมอง (ยุพยงค์ ทังสุบุตร และคณะ, 2550)

2.1.5 การวัดอุณหภูมิแกนกลางร่างกายโดยการใส่หรือกลืนที่วัดอุณหภูมิ (Probe) ลงไปในหลอดอาหาร (Esophageal thermometry) ค่าที่ได้จะแม่นยำมาก ซึ่งเหมาะกับการใช้ในหอผู้ป่วยหรืองานวิจัยทางการแพทย์ ที่มีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน (ยุพยงค์ ทังสุบุตร และคณะ, 2550)

2.2 การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) มีความสำคัญมาก ซึ่งอัตราการเต้นของหัวใจ คือ การบีบตัวของกล้ามเนื้อหัวใจมีผลให้เกิดแรงดันในหลอดเลือดทำให้หลอดเลือดมีการหดตัวและขยายตัว ซึ่งพบว่า จังหวะการเต้นของหัวใจจะสัมพันธ์กับการหดตัวและขยายตัวของหลอดเลือดโดยตรง โดยอัตราการเต้นของหัวใจปกติของผู้ใหญ่ทั่วไปไม่ควรมากกว่า 100 ครั้งต่อนาที และไม่ควรน้อยกว่า 60 ครั้งต่อนาที (อภิญา เพียรพิจารณ์ และคณะ, 2552) การวัดอัตราการเต้นของหัวใจให้วัดชีพจรที่ข้อมือในช่วง 30 วินาที และให้หยุดพักถ้าอัตราการเต้นของหัวใจเกิน 110 ครั้งต่อนาทีโดยลดระยะเวลาการทำงานในช่วงต่อไปลงหนึ่งในสาม (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551) ในการศึกษาของ Morioka et al. (2006) ได้ทำการศึกษาปัญหาสุขภาพของพนักงานก่อสร้างที่ทำงานกลางแจ้งพบว่า พนักงานก่อสร้างมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่า 110 ครั้งต่อนาทีเมื่อ

สัมผัสกับความร้อนที่สูงเกินค่ามาตรฐาน

2.3 การวัดระดับความดันโลหิต

การวัดระดับความดันโลหิต (Blood pressure) มีความสำคัญต่อการเฝ้าระวังสุขภาพผู้ทำงานเกี่ยวกับความร้อน ซึ่งความดันโลหิต คือ ค่าที่เกิดจากกลไกการบีบตัวและคลายตัวของหัวใจ มี 2 จังหวะ คือ จังหวะที่หัวใจบีบตัวและจังหวะที่หัวใจคลายตัว ค่าความดันโลหิตที่ออกจากหัวใจไปปะทะกับผนังของหลอดเลือดทั้งสองจังหวะ มีค่าความดันไม่เท่ากัน (อภิญา เพียรพิจารณ์และคณะ, 2552) คือ ค่าความดันโลหิตขณะที่หัวใจบีบตัวจะมีค่าสูง เรียกว่า ความดันซิสโตลิค (Systolic pressure) และค่าความดันโลหิตขณะที่หัวใจคลายตัว จะมีค่าต่ำลง เรียกว่า ความดันไดแอสโตลิค (Diastolic pressure) ความแตกต่างของค่าความดันซิสโตลิค และความดันไดแอสโตลิค เรียกว่าความดันชีพจร (Pulse pressure) ซึ่งค่าความดันโลหิตปกติในแต่ละบุคคลจะไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับ เพศ อายุ ขนาดของร่างกาย เป็นต้น (อภิญา เพียรพิจารณ์และคณะ, 2552) ในการศึกษาของ Kenny et al. (2010) พบว่า บุคคลมีค่าระดับความดันโลหิตสูง เมื่อสัมผัสกับอากาศที่ร้อนเป็นเวลานานจะมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการเจ็บป่วยจากความร้อนมากกว่าคนที่มีความดันปกติ ดังนั้นความดันโลหิตจึงเป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาของมนุษย์จากผลของการรับสัมผัสความร้อน

3. การตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย

อิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย หมายถึง สารเคมีที่ละลายน้ำแล้วสามารถแตกตัวเป็นประจุหรือไอออน (Ion) ได้ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ ประจุบวก (Cation) ประกอบไปด้วย โซเดียม (Sodium, Na^{+}) โพแทสเซียม (Potassium, K^{+}) แคลเซียม (Calcium^{2+}) แมกนีเซียม (Magnesium, Mg^{2+})และไฮโดรเจน (Hydrogen, H^{+}) ประจุลบ (Anion) ประกอบไปด้วย คลอไรด์ (Chloride, Cl^{-}) ไบคาร์บอเนต (Bicarbonate, HCO^{-}_{3}) ฟอสเฟต (Phosphate, PO^{3-}_{4}) ซัลเฟต (Salfate, SO^{2-}_{4}) โปรตีนหรือกรดอะมิโน และกรดอินทรีย์ (วีรวรรณ เล็กสกุลไชย, 2555) การประเมินอิเล็กโทรไลต์เป็นการประเมินสมดุลของเหลวในร่างกาย สมดุลกรด เบส และเป็นการประเมินเมตาบอลิกพื้นฐาน ซึ่งการประเมินอิเล็กโทรไลต์นั้นสามารถช่วยประเมินอาการหรือโรคต่าง ๆ ได้ เช่น ภาวะขาดน้ำ ดูการทำงานของไต โรคปอด และโรคหัวใจ อีกทั้งยังช่วยในการประเมินติดตามอาการของผู้ป่วยเรื่องของสมดุลน้ำ และอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายได้อีกด้วย (Trabanino et al., 2015) ในการตรวจวัดปริมาณอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายนั้นสามารถตรวจวัดได้จากเลือดหรือซีรั่ม เหงื่อ และปัสสาวะ เป็นต้น (Fried et al., 1997) โดยมีวิธีในการตรวจวิเคราะห์สารคัดหลั่งดังกล่าวที่แตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในเลือดหรือซีรั่ม

เลือดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของมนุษย์ และประกอบไปด้วย น้ำ สารอาหาร แร่ธาตุ ออกซิเจน ฮอร์โมน และของเสียต่าง ๆ ทำหน้าที่ในการลำเลียงสารอาหารให้แก่เซลล์ ขนส่งฮอร์โมน ขนส่งของเสีย ปรับสมดุลของเหลวในร่างกาย และควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นต้น ดังนั้นจึงนิยมตรวจวัดปริมาณอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายด้วยวิธีการเจาะเลือด เนื่องจากสะดวกในการเก็บตัวอย่างและได้ค่าที่แม่นยำที่สุด (Fried et al., 1997) จากการศึกษาความเครียดจากความร้อน การกระหายน้ำ และการทำงานของไต ในพนักงานตัดอ้อย ประเทศเอลซัลวาดอร์ พบว่าพนักงานตัดอ้อยมีระดับอิเล็กโทรไลต์ในเลือดลดลง หลังจากการทำงานโดยไม่ได้ระยะพักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) (Trabanino et al., 2015)

3.2 การตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในเหงื่อ

ในสภาวะแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ร่างกายมีระดับความร้อนภายในร่างกายเพิ่มขึ้นและมีกลไกการขับเหงื่อออกมาเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย จึงทำให้มีการสูญเสียน้ำออกไป อีกทั้งยังมีการสูญเสียเกลือแร่ชนิดละลายน้ำได้ เช่น โซเดียม (Na) คลอไรด์ (Cl) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) เป็นต้น จากการศึกษาของ Mei tang et al. (2016) ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียสารอาหารกับการสูญเสียเหงื่อและระดับความดันโลหิตของพนักงานโรงงานเหล็กที่สัมผัสความร้อน พบว่า การสูญเสียเหงื่อมีความสัมพันธ์กับการสูญเสียวิตามินซี โพแทสเซียม และแคลเซียม ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระดับความดันโลหิตด้วย จากการศึกษาของ Lindsay et al. (2009) การเปรียบเทียบการใช้แผ่นเก็บเหงื่อ กับการเก็บเหงื่อทั้งตัวเพื่อวัดระดับโซเดียมและโพแทสเซียมในคนออกกำลังกายพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

3.3 การตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในปัสสาวะ

การตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในปัสสาวะเป็นอีกวิธีการหนึ่งในการวิเคราะห์หาความสมดุลอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย และเป็นข้อมูลในการวินิจฉัยโรค ซึ่งปัสสาวะ คือ ของเสียในรูปของเหลวที่ร่างกายขับถ่ายออกมา ด้วยกระบวนการกรองเลือดจากไตและขับออกทางท่อปัสสาวะ ซึ่งพบว่า ในน้ำปัสสาวะ 100 มิลลิลิตรประกอบไปด้วยน้ำ 95 เปอร์เซ็นต์ ยูเรีย 2.5 เปอร์เซ็นต์ และอีก 2.5 เปอร์เซ็นต์เป็นสารอื่นดังนี้ Urea Nitrogen, uric acid, amino nitrogen, Creatinin, Sodium, Potassium, Calcium, Magnesium, Chloride, Total sulphate (บรรจบ ชุณสวัสดิกุล, 2546) แล้วสามารถแตกตัวเป็นไอออนอิสระมีความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ (ทิพย์ฆัมพร และกานต์มณี, 2558) ซึ่งอิเล็กโทรไลต์ที่สามารถตรวจวัดได้ทางปัสสาวะ ประกอบไปด้วย โซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) และคลอไรด์ (Cl) (Frances. et al., 2015) พบว่า ในการเก็บตัวอย่างปัสสาวะเพื่อ

ตรวจวิเคราะห์ปริมาณอิเล็กโทรไลต์นั้นสามารถเก็บได้ 3 รูปแบบ ประกอบไปด้วย การเก็บแบบช่วงหนึ่งช่วงใด (Single random collection or spot urine) เก็บโดยการสวนปัสสาวะ (Cattheterized specimen) และเก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมง (Urine 24 hours) (วิโรจน์ ไววานิชกิจ, 2550) เป็นต้น

3.4 วิธีการตรวจวิเคราะห์อิเล็กโทรไลต์

ในการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายนั้นสามารถทำได้หลายวิธีการขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์และวัตถุประสงค์ในการศึกษา โดยพบว่า การตรวจวิเคราะห์อิเล็กโทรไลต์ที่เป็นที่รู้จักนั้นสามารถทำได้ 4 วิธีหลัก ๆ ประกอบไปด้วย Flame atomic emission spectroscopy, Ion-selective electrode potentiometry, Atomic absorption และ Spectrophotometry (คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.4.1 Flame atomic emission spectroscopy (FAES) เป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของสาร โดยใช้หลักการคลายพลังงานของอิเล็กตรอนเมื่อได้รับความร้อนในรูปคลื่นแสง (Emission spectrum) ที่มีความยาวจำเพาะสำหรับไอออนแต่ละชนิด ความเข้มแสงนี้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของอะตอมของธาตุนั้น ๆ เครื่องมือนี้สามารถวิเคราะห์หาปริมาณสารได้หลายชนิด และมีความจำเพาะต่อธาตุบางชนิด เช่น การวิเคราะห์โซเดียม โปแตสเซียม ลิเทียม เป็นต้น แต่ในปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้เครื่องมือดังกล่าว เพราะพบว่า มีปัญหาในการควบคุมอุณหภูมิของเปลวไฟให้คงที่อยู่ นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความชำนาญ และอาจเกิดอันตรายได้ง่าย (คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559)

3.4.2 Ion-selective electrode potentiometry (ISE) เป็นการวัด Activity ทางเคมีของสารหลัก การวิเคราะห์ คือ การทำให้สิ่งส่งตรวจซึ่งถือว่าเป็นสารละลาย Ionic ผ่านเข้าไปสัมผัสกับด้านหนึ่งของแผ่นเยื่อ Membrane (Electrochemical membrane) ที่กั้นระหว่างสารละลาย Ionic มาตรฐานอยู่ภายในอิเล็คโทรด จะทำให้เกิดประจุไอออนที่จับอยู่ที่แผ่นเยื่อ Membrane เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าตามสมการของเนินสท์ (Nernst equation) แล้วคำนวณกลับเป็นความเข้มข้นของไอออน ได้โดยเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐาน การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าก็คือ การวัดศักย์ไฟฟ้าระหว่างอิเล็คโทรดอ้างอิง (Reference electrode) กับอิเล็คโทรดสำหรับวัด (ISE electrode หรือ Sensing หรือ Indicator electrodes) เครื่องมือวิเคราะห์ ISE ทำงานด้วยระบบ Potentiometry ซึ่งจะต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญคืออิเล็คโทรด 2 ชนิด ได้แก่ อิเล็คโทรดสำหรับวัดแรงเคลื่อนประจุไฟฟ้า (ISE electrode) และอิเล็คโทรดอ้างอิง (Reference electrode) และแผ่นเยื่อยาง (Membrane) ที่เหมาะสมเฉพาะไอออนแต่ละชนิด หลักการของ Potentiometry ก็คือ การวัดการเปลี่ยนแปลงของแรงเคลื่อนประจุไฟฟ้า (Electromotive force หรือ E, Potential) ที่เกิดขึ้นในวงจรการวัดศักย์ไฟฟ้าระหว่างอิเล็คโทรด ISE และอิเล็คโทรดอ้างอิง

ในขณะที่ไอออนถูกกั้นด้วยแผ่นเยื่อ Membrane ดังนั้นเครื่อง ISE potentiometric ที่ใช้ในการวิเคราะห์อิเล็คโทรไลท์จึงใช้หลักการเดียวกันกับ Potentiometer (คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559)

3.4.3 Atomic absorption เป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของสาร เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ธาตุ (Metal element) ที่อยู่ในตัวอย่างทดสอบด้วยเทคนิค Atomic absorption spectroscopy ซึ่งเป็นกระบวนการที่อะตอมอิสระ (Free atom) ของธาตุดูดกลืน (Absorp) แสงที่ความยาวคลื่นระดับหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับธาตุแต่ละธาตุ เนื่องจากธาตุแต่ละชนิดมีระดับของพลังงานแตกต่างกันจึงมีการดูดกลืนพลังงาน ได้แตกต่างกัน พลังงานที่พอดีกับคุณสมบัติเฉพาะของธาตุจะทำให้อิเล็กตรอนของธาตุนั้น ๆ เปลี่ยนสถานะจากสถานะพื้น (Ground state) ไปเป็นสถานะกระตุ้น (Exited state) (คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559)

3.4.4 Spectrophotometry เป็นการวัดปริมาณความเข้มข้นของสาร เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแสงและค่า Intensity ในช่วงรังสียูวีและช่วงแสงขาวที่ทะลุผ่านหรือถูกดูดกลืนโดยตัวอย่างที่วางอยู่ในเครื่องมือ โดยที่ความยาวคลื่นแสงจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณและชนิดของสารที่อยู่ในตัวอย่าง ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ สารประกอบเชิงซ้อนและสารอนินทรีย์ที่สามารถดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นเหล่านี้ได้ คุณสมบัติในการดูดกลืนแสงของสารเมื่อโมเลกุลของตัวอย่างถูกฉายด้วยแสงที่มีพลังงานเหมาะสมจะทำให้อิเล็กตรอนภายในอะตอมเกิดการดูดกลืนแสงแล้วเปลี่ยนสถานะไปอยู่ในชั้นที่มีระดับพลังงานสูงกว่า เมื่อทำการวัดปริมาณของแสงที่ผ่านหรือสะท้อนมาจากตัวอย่างเทียบกับแสงจากแหล่งกำเนิดที่ความยาวคลื่นค่าต่าง ๆ ตามกฎของ Beer Lambert ค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance) ของสารจะแปรผันกับจำนวนโมเลกุลที่มีการดูดกลืนแสง ดังนั้นจึงสามารถใช้เทคนิคนี้ในระบุชนิดและปริมาณของสารต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวอย่างได้ (คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการของการตรวจวิเคราะห์อิเล็กโทรไลต์แบบ Ion-selective electrode potentiometry (ISE) ที่ใช้หลักการนำไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าวิเคราะห์ความเข้มข้นของปริมาณสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่ทำงานด้วยระบบ Potentiometry (คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้เครื่องวัดการนำไฟฟ้าและวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (Multi meter) มาใช้ในการประเมินการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอม ในเขตจังหวัดระยอง โดยประเมินจากค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากปัสสาวะนั้นเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีคุณสมบัติในการแตกตัวของไอออน แล้วสามารถนำไฟฟ้าได้

(บรรจบ ชุณสวัสดิกุล, 2546) ดังการศึกษาของบุญช่วย ชาญประโคน (2542) การเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ พบว่า เซลล์ไฟฟ้าเคมีของของเหลวที่สกัดได้จากต้นกล้วยให้ศักย์ไฟฟ้า 0.5 V และกระแส 2.5 mA.

4. การประเมินลักษณะการทำงาน

การประเมินลักษณะงานเป็นการประมินความสัมพันธ์ของกระบวนการเผาผลาญอาหารในร่างกาย กับชั่วโมงการทำงาน เนื่องจากแต่ละคนมีกระบวนการเผาผลาญสารอาหาร และความร้อนที่ได้รับจากสภาวะแวดล้อมภายนอกในแต่ละคนไม่เท่ากัน ซึ่งพนักงานที่ทำงานหนักย่อมมีความร้อนเกิดขึ้นในร่างกายสูงกว่าพนักงานที่ทำงานเบา ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตรฐานงานออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ งานเบา งานปานกลาง และงานหนัก (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549) โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ลักษณะงานเบา (Light work) หมายถึง ลักษณะงานที่ใช้แรงน้อยหรือใช้พลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญสารอาหารในร่างกายไม่เกิน 200 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ได้แก่ งานสำนักงาน การขับรถยนต์ขนาดเล็ก การตรวจสอบหรือประกอบชิ้นส่วนวัสดุเบา เย็บปักถักร้อย การควบคุมเครื่องจักร การบรรจุวัสดุน้ำหนักเบา การใช้เครื่องมือกลหรือเครื่องทุ่นแรงขนาดเล็ก การเดินตรวจงานหรือเดินส่งเอกสารจำนวนเล็กน้อย เป็นต้น (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)

4.2 ลักษณะงานปานกลาง (Moderate work) หมายถึง ลักษณะงานที่ใช้พลังปานกลางหรือใช้พลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายตั้งแต่ 250 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ถึง 350 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ได้แก่ การนั่งควบคุมปั่นจั่น เครน หรือเครื่องจักรกลขนาดใหญ่ในงานก่อสร้าง การขับรถบรรทุกขนาดใหญ่ การยกของที่มีน้ำหนักปานกลาง ลากหรือดึงรถเข็นวัสดุที่มีล้อเลื่อน การทำงานในห้องเก็บของ การยืนตอกตะปู การยืนป้อนชิ้นงาน การขัดถูทำความสะอาดรีดผ้า เป็นต้น (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)

4.3 ลักษณะงานหนัก (Heavy work) หมายถึง ลักษณะงานที่ใช้แรงมากหรือใช้พลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายตั้งแต่ 350 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมงขึ้นไป ได้แก่ การลาก ดึง หรือยกของที่มีน้ำหนักมาก (มากกว่า 20 กิโลกรัม) การโหนหรือปีนขึ้นที่สูง งานเลื่อยไม้ งานขุดหรือเซาะดินที่มีความชื้นสูง การคุ้ยตะกรันในเตาหลอม การแกะสลักโลหะหรือหิน การขัดถูพื้นหรือพรมที่สกปรกมาก ๆ และงานก่อสร้าง เป็นต้น (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)

จากข้อมูลการประเมินการรับสัมผัสความร้อนสามารถประเมินได้ 4 แนวทาง ประกอบด้วย การตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานในรูปของดัชนีความเค้นของความร้อน

(Heat stress indices) การตรวจวัดทางสรีรวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปของพนักงานในรูปดัชนีความเครียดของความร้อน (Heat strain indices) ได้แก่ การวัดอุณหภูมิร่างกายของพนักงาน (Body temperature measurements) การวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และการวัดระดับความดันโลหิต (Blood pressure) การตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย ส่วนการประเมินการรับสัมผัสความร้อนตามภาระงานนั้นตามกฎหมายไทยได้กำหนดไว้ดังนี้ ลักษณะงานเบา (Light work) หมายความว่า ลักษณะงานที่ใช้แรงน้อยหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายไม่เกิน 200 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ลักษณะงานปานกลาง (Moderate work) หมายความว่า ลักษณะงานที่ใช้แรงปานกลางหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเกิน 250 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง ถึง 350 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง และลักษณะงานหนัก (Heavy work) หมายความว่า ลักษณะงานที่ใช้แรงมากหรือใช้กำลังงานที่ทำให้เกิดการเผาผลาญอาหารในร่างกายเกิน 350 กิโลแคลอรีต่อชั่วโมง (กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน, 2549)

5. มาตรฐานและข้อกำหนดกฎหมายการทำงานเกี่ยวกับความร้อน

ในการดูแลสุขภาพของพนักงานไม่ให้ประสบอันตรายหรือการเจ็บป่วยจากความร้อนในการทำงานที่มีแหล่งกำเนิดความร้อนนั้น ประกอบไปด้วย การตรวจวัดด้านสิ่งแวดล้อม และการเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานแล้ว ซึ่งในการเฝ้าระวังดังกล่าวจำเป็นต้องมีค่ามาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ชี้วัดว่าระดับความร้อนที่พนักงานได้รับนั้นสามารถยอมรับได้หรือไม่ โดยใช้ข้อกำหนดกฎหมายในการควบคุม กำกับ ให้นายจ้างดูแลสุขภาพของพนักงานไม่ให้เกิดการเจ็บป่วยหรืออันตรายจากความร้อน สามารถจำแนกออกเป็น 2 มาตรฐานหลัก ๆ คือ มาตรฐานความร้อนในประเทศไทย และมาตรฐานความร้อนของต่างประเทศ (สุดาว เลิศวิสุทธิ์ไพบูลย์, 2551) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 มาตรฐานความร้อนในประเทศไทย

ปัจจุบันกฎหมายในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานและแนวทางการตรวจวัดความร้อน มีด้วยกัน 3 ฉบับ ได้แก่ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 และประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบกิจการ ระยะเวลาและประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ พ.ศ. 2550 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กฎหมายทั้ง 3 ฉบับ ได้กำหนดวิธีการตรวจวัดและค่ามาตรฐานไว้สอดคล้องกัน คือ กำหนดให้ใช้ดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ (Wet Bulb Globe Temperature; WBGT) ใน

การประเมินสภาพความร้อน สำหรับค่ามาตรฐานกำหนดไว้ตามความหนักเบาของงาน โดยคิดจากค่าเฉลี่ยอัตราการเผาผลาญอาหารในร่างกายสามารถจำแนกได้ 3 ระดับ ดังนี้ ลักษณะงานเบามีค่าเฉลี่ยอัตราการเผาผลาญสารอาหารไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี/ ชั่วโมง ลักษณะงานปานกลางมีค่าเฉลี่ยอัตราการเผาผลาญสารอาหารไม่เกิน 200-350 กิโลแคลอรี/ ชั่วโมง และลักษณะงานหนักมีค่าเฉลี่ยอัตราการเผาผลาญสารอาหารไม่เกิน 350-500 กิโลแคลอรี/ ชั่วโมง แล้วจะต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมการทำงานของพนักงานห้ามเกิน 34 32 และ 30 องศาเซลเซียสเวทบัลบ์โกลบตามลำดับ (พรบ.คุ้มครองแรงงาน, 2549)

การกำหนดประเภทกิจการที่ต้องมีการตรวจวัดความร้อนให้กำหนดตามมาตรฐานของประกาศกรมอุตสาหกรรมฯ โดยตรวจวัดเป็นอุณหภูมิเวตบัลบ์โกลบ ซึ่งผู้ประกอบกิจการจะต้องจัดให้มีการตรวจ วิเคราะห์ และจัดทำรายงานสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อนอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง โดยมีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ หรือผู้สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาตรีทางด้านวิทยาศาสตร์ เป็นผู้รับรองรายงาน และให้เก็บรวบรวมรายงานไว้ และการตรวจวัดต้องตรวจวัดในสถานที่มีลูกจ้างทำงานอยู่ และตรวจวัดในเดือนที่ร้อนที่สุดของปี สำหรับประเภทหรือชนิดของโรงงานที่ต้องทำการตรวจวัดความร้อน (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานฯ, 2546) จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความร้อนและภาระงานมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาของคนทำงาน เช่น การศึกษาของจุฑารัตน์ มากคงแก้ว (2545) พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจเนื่องจากความร้อนของการทำงานหนัก ปานกลาง และเบา และพบว่า มีความสัมพันธ์กับระดับดัชนีกระเปาะเปียก และโกลบ (WBGT) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.01) อีกทั้งยังพบว่า ความรู้สึกร้อนขณะทำงานปานกลางและงานเบามีความสัมพันธ์กับระดับความร้อนของดัชนี WBGT อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

5.2 มาตรฐานความร้อนของต่างประเทศ

ตามคำแนะนำของ The american conference of governmental industrial hygienists (ACGIH) ซึ่งกำหนดไว้สำหรับคนทำงานที่สัมผัสหรือมีโอกาสสัมผัสกับสภาวะการทำงานที่อาจทำให้เกิดอันตรายจากความร้อน โดยกำหนดไว้ 2 ระดับ คือ ค่า Threshold limit value (TLV) ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่พนักงานส่วนใหญ่จะสัมผัสได้ในระยะเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ภายใน 5 วันต่อสัปดาห์ โดยมิได้รับอันตราย และค่า Action limit (AL) ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดที่ปลอดภัยสำหรับพนักงานส่วนใหญ่ แต่คาดว่าอาจเป็นอันตรายได้ในพนักงานบางคน จึงเป็นค่าที่ควรเริ่มมีมาตรการควบคุมป้องกันอันตรายจากความร้อนตั้งแต่ระดับนี้

5.2.1 ค่ามาตรฐานทั้งสองระดับกำหนดตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ

5.2.1.1 ระดับความร้อน ซึ่งวัดโดยใช้ดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ (WBGT)

5.2.1.2 ความหนักเบาของงาน โดย ACGIH (2017) ได้จำแนกความหนักเบาของงาน เป็น 4 ระดับ คือ งานเบา (Light) งานปานกลาง (Moderate) งานหนัก (Heavy) และงานหนักมาก (Very heavy) ซึ่งต่างจากค่ามาตรฐานของไทยที่จำแนกงานเป็น 3 ระดับ โดยเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งระดับคือ งานหนักมาก (520 วัตต์ หรือ 447 กิโลแคลอรี่/ ชั่วโมง) ได้แก่ งานที่ต้องใช้แรงมากอย่างเร็วสูงสุด

5.2.1.3 ร้อยละของเวลาต่อชั่วโมงที่ผู้ทำงานแต่ละคนทำงาน รายละเอียดดังตารางที่ 2-1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-1 ค่า TLV และค่า Action limit ของอุณหภูมิ ภาระงาน เวลาต่อชั่วโมงที่อนุญาตให้ผู้ทำงานแต่ละคนทำงาน

ร้อยละของเวลาต่อชั่วโมงที่ผู้ทำงานแต่ละคนทำงานรอบการทำงาน/ พัก(Work/ Recovery cycle)	**TLV® (°C)**				**Action limit (°C)**			
	งานเบา	**งานปานกลาง**	**งานหนัก**	**งานหนักมาก**	**งานเบา**	**งานปานกลาง**	**งานหนัก**	**งานหนักมาก**
ทำงาน 75-100%	31	28	-	-	28	25	-	-
ทำงาน 50-75%	31	29	27.5	-	28.5	26	24	-
ทำงาน 25-50%	32	30	29	28	29.5	27	25.5	24.5
ทำงาน 0-25%	32.5	31.5	30.5	30	30	29	28	27

ที่มา: The american conference of governmental Industrial hygienists (2017)

นอกจากนี้ ในการประเมินตามแนวทางของ ACGIH นั้น ควรปรับค่า WBGT ตามชนิดเสื้อผ้าของผู้ทำงานด้วย (Clothing correction factors and values) เนื่องจากชนิดของเสื้อผ้ามีผลต่อการระบายความร้อนออกจากร่างกาย ดังนั้นเพื่อให้การประเมินสอดคล้องกับสภาพที่เป็นจริง ซึ่งอาจมีผลให้อุณหภูมิร่างกายของผู้ทำงานสูงเกิน 38 องศาเซลเซียส และเกิดอันตรายได้ ตามมาตรฐานนี้จึงเสนอให้มีการปรับเพิ่มค่า WBGT ตามชนิดของเสื้อผ้ามีรายละเอียดตามตารางที่ 2-2 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-2 ชนิดของเสื้อผ้าและค่าที่จะนำไปบวกเพิ่ม WBGT

ชนิดของเสื้อผ้า	ค่าที่นำไปบวกเพิ่ม WBGT
ชุดทำงานปกติ เสื้อแขนยาว กางเกงขายาว	0
ชุดหมีที่ตัดจากผ้าทอ	0
ชุดทำงานสองชั้นที่ตัดจากผ้าทอ	3
ชุดหมีที่ตัดจากผ้าสังเคราะห์โพลีโพไพลีน (SMS polypropylene coveralls)	0.5
ชุดหมีโพลีโอเลฟิน (Polyolefin coveralls)	1
ชุดหมีที่จำกัดการระเหยของเหงื่อ (Limited-use vapour barrier coveralls)	11

ที่มา: The american conference of governmental industrial hygienists (2017)

การนำค่า Clothing correction factors and values ไปใช้นั้น ต้องไม่นำไปใช้กับชุดทำงานที่ปิดคลุมทั้งตัว (Completely encapsulating suits) หรือสวมเสื้อหลายชั้น กรณีสวมชุดหมีเป็นการสวมทับเสื้อผ้าบาง ๆ เท่านั้น ไม่ใช่สวมทับชุดทำงานอื่นอีก (ACGIH, 2017)

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังนี้มาตรฐานหรือข้อกำหนดกฎหมายในการทำงานเกี่ยวกับความร้อนสามารถจำแนกออกเป็น 2 มาตรฐานหลัก ๆ คือ มาตรฐานความร้อนในประเทศไทย ได้แก่ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 และประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบกิจการ ระยะเวลา และประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ พ.ศ. 2550 และมาตรฐานความร้อนของต่างประเทศได้มีแนวทางและมาตรฐานคำแนะนำของ The american conference of governmental industrial hygienists (ACGIH) ซึ่งกำหนดไว้สำหรับคนทำงานที่สัมผัสหรือมีโอกาสสัมผัสกับสภาวะการทำงานที่อาจทำให้เกิดอันตรายจากความร้อน โดยกำหนดไว้ 2 ระดับ คือ ค่า Threshold limit value (TLV) และค่า Action limit (AL) ซึ่งทั้ง 2 กฎหมายนี้ได้กำหนดวิธีการตรวจวัดและค่ามาตรฐานไว้สอดคล้องกัน คือ กำหนดให้ใช้ดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ (Wet Bulb Globe Temperature; WBGT) ในการประเมินสภาพความร้อน

สำหรับค่ามาตรฐานกำหนดไว้ตามความหนักเบาของงาน โดยคิดจากค่าเฉลี่ยอัตราการเผาผลาญอาหารในร่างกาย

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากการรับสัมผัสความร้อน

ในการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะนั้นพนักงาน จะได้รับสิ่งคุกคามทางกายภาพที่สำคัญคือความร้อน ที่แผ่ออกมาจากเตาหลอมโลหะ ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ปัจจัยทางส่วนบุคคล ปัจจัยทางด้านสรีรวิทยา การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน และปัจจัยด้านลักษณะงานมีผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ปัจจัยส่วนบุคคล

ปัจจัยส่วนบุคคลเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดความเจ็บป่วยจากความร้อน ซึ่งปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความเกี่ยวข้อง ได้แก่ เพศ อายุ ค่าดัชนีมวลกาย โรคประจำตัว การดื่มสุรา การนอนหลับพักผ่อน การสวมใส่เครื่องแต่งกาย และการดื่มน้ำของพนักงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 เพศ ความแตกต่างของเพศมีความเกี่ยวข้องกับลักษณะโครงร่าง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ลักษณะทางด้านสรีรวิทยา และค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก พบว่า เพศชายจะสูงกว่าเพศหญิง ส่วนเพศหญิงนั้นจะมีไขมันใต้ผิวหนังมากกว่าเพศชายทำให้เพิ่มฉนวนกันความร้อน และเพศหญิงมีแนวโน้ม ที่จะสูญเสียความร้อนมากกว่าเพศชาย (Kingma et al., 2012) จากการศึกษาของ Kuzman et al. (2015) พบว่า เพศหญิงมีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดอาการเจ็บป่วยจากความร้อนสูงกว่าเพศชาย

1.2 อายุ เป็นตัวแปรหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานที่สัมผัสความร้อนในการทำงาน การศึกษาที่ผ่านมา พบว่า เด็กมีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิร่ายกายได้ง่ายกว่าผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุก็มีการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิร่างกายที่ไม่ดีนัก เนื่องจากมีไขมันใต้ผิวหนังน้อยกว่าวัยหนุ่มสาว ทำให้มีการระบายความร้อนออกจากร่างกายได้น้อย ดังนั้นจะพบว่า อายุก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจ็บป่วยจากความร้อน (Schmelz et al., 2015)

1.3 ค่าดัชนีมวลกาย ภาวะน้ำหนักเกินหรือความอ้วน มีผลต่อการเกิดความเจ็บป่วยจากความร้อนสูง เนื่องจากมีไขมันที่บริเวณผิวหนังมากส่งผลให้มีการสะสมความร้อนไว้ภายในร่างกายได้มาก นอกจากนี้ยังพบว่า พนักงานที่มีน้ำหนักเกินจะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงกว่าพนักงานที่มีน้ำหนักปกติเมื่อทำงานในสภาพอากาศที่ร้อน (Dehghan et al., 2013) การศึกษาอุณหภูมิแกนกลางของร่างกาย และร้อยละการกระหายน้ำในกรรมการไลน์แมน และนักกีฬากองหลัง พบว่า ผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายและพื้นที่ผิวตัวมากจะสูญเสียเหงื่อมากเพราะมีพื้นที่ระบายความร้อนมากและจะทำให้สูญเสียเกลือแร่ออกมาด้วย (Sandra et al., 2006)

1.4 โรคประจำตัว เป็นปัจจัยเสี่ยงอย่างหนึ่งที่จะทำให้เกิดการเจ็บป่วยจากความร้อน ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันในหลอดเลือด โรคหัวใจ โรคไต และโรคผิวหนังที่มีความผิดปกติในการขับเหงื่อ (ถนอม สุภาพร, 2556) โดยพบว่า ผู้ป่วยโรคเบาหวานจะมีน้ำเลือดที่หนืด ร่วมกับการยืดหยุ่นของหลอดเลือดที่ไม่ดี จึงส่งผลต่อระบบการไหลเวียน และทำให้เกิดการเจ็บป่วยจากความร้อนได้ง่าย (กรมการแพทย์ทหารบก, 2555) จากการศึกษาของ Fonseca et. al. (2015) พบว่า ผู้ที่ป่วยเป็นโรคความดันโลหิตสูงจะมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดภาวะหัวใจล้มเหลวได้ ซึ่งเกิดจากการทำงานของหัวใจเพิ่มขึ้น จากการศึกษาของ Wiker et. al. (2012) พบว่า ผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจเมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ร้อนจะทำมีความเสี่ยงในการเกิดอาการเจ็บป่วยจากความร้อน และอัตราการเสียชีวิตสูง และยังพบอีกว่าโรคผิวหนังที่มีความผิดปกติในการขับเหงื่อ เนื่องจากต่อมเหงื่อทำงานบกพร่องจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดความร้อนในร่างกายสูง (เมทินี ไชยชนะ, 2556)

1.5 การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในช่วงที่มีอุณหภูมิสูง จะมีผลทำให้หลอดเลือดที่บริเวณผิวหนังขยายตัวทำให้ความร้อนในร่างกายสูงขึ้น หลังจากนั้นร่างกายจะพยายามขับความร้อนออก โดยเพิ่มการหมุนเวียนโลหิต เพื่อปรับอุณหภูมิร่างกายให้ปกติ ผลที่ตามมาคือทำให้ร่างกาย เกิดการสูญเสียเกลือแร่มากขึ้น (กระทรวงสาธารณสุข, 2557) ดังนั้นเมื่อพนักงานที่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมที่มีอากาศร้อนจึงเกิดการเจ็บป่วยจากความร้อนได้ง่ายกว่าพนักงานที่ไม่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (จีรนันท์ จะเกร็ง, 2553)

1.6 การสวมใส่เครื่องแต่งกายขณะทำงาน เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการระบายความร้อนออกจากร่างกาย เนื่องจากขึ้นอยู่กับความหนาหรือจำนวนชั้นของเสื้อผ้าจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิร่างกาย และยังพบอีกว่าชนิดของเสื้อผ้าที่ผู้ทำงานสวมใส่มีผลต่อการระบายความร้อนออกจากร่างกาย (ราม รังสินธุ์, 2556) เมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงร่างกายจะมีการขับเหงื่อออกมา เพื่อรักษาสมดุลอุณหภูมิของร่างกาย จึงทำให้เกิดการสูญเสียเกลือแร่ออกมาด้วย (วีรวรรณ เล็กสกุลไชย, 2555)

1.7 ปริมาณการดื่มน้ำเปล่าต่อวัน ปกติในร่างกายมีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 2 ส่วน 3 ของน้ำหนักตัว ดังนั้นในแต่ละบุคคลจะมีความต้องการน้ำไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับขนาดของร่างกาย และกิจวัตรประจำวัน เป็นต้น น้ำจึงมีความสำคัญต่อร่างกายมาก เช่น ช่วยลำเลียงสารอาหาร ปรับสมดุลร่างกาย ให้ความชุ่มชื้นแก่ผิวหนังและเซลล์ต่าง ๆ ขับของเสีย และรักษาอุณหภูมิของร่างกาย (วีรวรรณ เล็กสกุลไชย, 2555) จากการศึกษาของ Morioka et al. (2006) ปัญหาสุขภาพของพนักงานที่ทำงานในอากาศที่ร้อนและอยู่กลางแจ้งของพนักงานก่อสร้าง ประเทศญี่ปุ่น พบว่า การดื่มน้ำเปล่าระหว่างการทำงานหรือในเวลาพักเบรกของพนักงานสามารถลดการสูญเสีย

อิเล็กโทรไลต์ในร่างกายได้ และการศึกษาของจิราวัฒน์ ปรัตถกรกุล (2546) การตอบสนองทางสรีรวิทยาเมื่อดื่มน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกันในที่มีความร้อนสูง พบว่า การดื่มน้ำเย็นทำให้อุณหภูมิแกนกลางลดลง ทำให้เหงื่อออกน้อยที่สุด อัตราการเต้นของหัวใจลดลง และการไม่ดื่มน้ำเลยทำให้อัตราการหายใจลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

1.8 การดื่มน้ำเกลือแร่ เมื่อร่างกายสัมผัสความร้อนร่างกายจะมีการระเหยของเหงื่อเพิ่มมากขึ้นเพื่อรักษาสมดุลอุณหภูมิร่างกายให้เป็นปกติ (Trabanino et al., 2015) การดื่มน้ำเกลือแร่จึงมีความจำเป็นสำหรับพนักงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับความร้อน จากการศึกษา Ray et al. (1998) การเปรียบเทียบผลของสารละลายเกลือแร่และอาหารที่มีส่วนผสมของเกลือแร่ในการฟื้นฟูสภาพสภาพการสูญเสียน้ำจากการสัมผัสความร้อนและการออกกำลังกาย พบว่า สารละลายเกลือแร่มีประสิทธิภาพในการฟื้นฟูการสูญเสียน้ำ และอิเล็กโทรไลต์ได้ดีกว่าอาหารที่มีส่วนผสมของเกลือแร่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

2. ปัจจัยด้านสรีรวิทยากับการรับสัมผัสความร้อน

ปัจจัยด้านสรีรวิทยาเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่สัมผัสความร้อน ซึ่งประกอบไปด้วย ระดับอุณหภูมิร่างกาย ระดับความดันโลหิต และอัตราการเต้นของหัวใจ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ระดับอุณหภูมิร่างกาย

การรับสัมผัสความร้อนทำให้มีผลกระทบต่ออุณหภูมิของร่างกาย คือทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น (Kenny et al., 2010) เมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงร่างกายจะมีการขับเหงื่อออกมา เพื่อรักษาสมดุลอุณหภูมิของร่างกาย จึงทำให้เกิดการสูญเสียเกลือแร่ออกมาด้วย และทำให้เกิดความอ่อนเพลียจากความร้อน (วีรวรรณ เล็กสกุลไชย, 2555)

2.2 ระดับความดันโลหิต

การรับสัมผัสความร้อนทำให้เกิดผลกระทบต่อความดันโลหิต (Blood pressure) คือทำให้ค่าความดันโลหิตเพิ่มสูงขึ้น (อภิญา เพียรพิจารณ์ และคณะ, 2552) จากการศึกษาของ Trabanino et al. (2015) ความเครียดจากความร้อน การกระหายน้ำ และการทำงานของไต ของพนักงานตัดอ้อย ในประเทศเอลซัลวาดอร์ พบว่า โรคความดันโลหิตสูงก็เป็นปัจจัยเสี่ยงอย่างหนึ่งที่ทำให้อัตราการกรองของไตลดน้อยลง ทำให้ปริมาณของโซเดียม คลอไรด์ และโพแทสเซียมในเลือดลดลงหลังจากสัมผัสความร้อนจากการทำงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.005

2.3 อัตราการเต้นของหัวใจ

การรับสัมผัสความร้อนทำให้มีผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) (อภิญา เพียรพิจารณ์ และคณะ, 2552) จากการศึกษาของ Moumita et al. (2014) พบว่า ผลของ

การได้รับความร้อนในการประกอบอาชีพเผาอิฐของเพศหญิงประเทศอินเดีย พบความเครียดของความร้อนจะเพิ่มขึ้นจากการแผ่ความร้อนออกมาจากเตาเผาอิฐ เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 34.98 องศาเซลเซียส การเต้นของหัวใจจะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 การศึกษาของ Dang et al. (2014) ในพนักงานโรงหลอมอะลูมินัมพบว่า ระดับโพแทสเซียมในร่างกายลดลงหลังจากทำงาน 8 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และยังพบอีกว่าการสูญเสียโซเดียมในร่างกายมีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจที่มากกว่า 180 ครั้งต่อนาที

3. การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์

การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย พนักงานที่ทำงานในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลานานจะทำให้ ความร้อนสะสมในร่างกายสูง ร่างกายจึงมีกลไกระบายความร้อนออกมาทางผิวหนังโดยการขับเหงื่อและการหายใจ (รุ้งตวรรณ์ ช้อยจอหอ, 2553) เพื่อรักษาสมดุลอุณหภูมิร่างกายให้เป็นปกติ เมื่อร่างกายมีการขับเหงื่อออกจากร่างกายย่อมทำให้ร่างกายสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ออกมาด้วย ได้แก่ โซเดียม (Sodium, Na^+) โพแทสเซียม (Potassium, K^+) และคลอไรด์ (Chloride, Cl^-) (วีรวรรณ เล็กสกุลไชย, 2555) ปริมาณเกลือโซเดียมและคลอไรด์ในเลือดต่ำ เป็นผลให้มีอาการปวดกล้ามเนื้อ และเป็นตะคริว เป็นต้น (อนามัย เทศกะทึก ธีรวิโรจน์, 2556) จากการศึกษาของ Dang et al. (2014) ในพนักงาน โรงหลอมอะลูมินัมพบว่า ระดับโพแทสเซียมในร่างกายลดลงหลังจากทำงาน 8 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และยังพบอีกว่าการสูญเสียโซเดียม (Na^+) ในร่างกายมีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจที่มีค่ามากกว่า 180 ครั้งต่อนาที

4. ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน

ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจ็บป่วยจากความร้อน เมื่อระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมในการทำงานมีระดับอุณหภูมิที่สูงขึ้น จะทำให้อุณหภูมิแกนของร่างกายสูงขึ้น ดังการศึกษาอาการและการเจ็บป่วยจากความร้อนในกลุ่มพนักงานที่ทำงานในฟาร์ม ทางภาคเหนือของประเทศคาโรลิเนีย พบว่า พนักงานในฟาร์มมีอาการเจ็บป่วยจากสภาพอากาศที่ร้อนร้อยละ 40 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (Mirabelli et al., 2010)

5. ปัจจัยด้านลักษณะงาน

ปัจจัยด้านลักษณะงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน ประกอบด้วยประวัติการทำงาน (ปี) ระยะเวลาการทำงานต่อวัน (ชม.) ความหนักเบาของงาน ประเภทการทำงานและระยะเวลาพักของพนักงาน (ชั่วโมง) (Morioka et al., 2006) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ประวัติการทำงาน (ปี) พบว่า พนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับความร้อนมานาน ย่อมมีความทนต่อความร้อนได้สูงกว่าพนักงานใหม่ที่เพิ่งเข้ามาทำงาน และเมื่อพนักงานไม่สามารถทน

ต่อความร้อนได้ร่างกายจะมีการขับเหงื่อออกมามากและทำให้ร่างกายสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ตามมา (Yong, 2016)

5.2 ระยะเวลาการทำงานต่อวัน (ชม.) พนักงานที่ทำงานและสัมผัสกับความร้อนอย่างต่อเนื่องจะทำให้ร่างกายสูญเสียเหงื่อและอิเล็กโทรไลต์ได้ (Trabanino et al., 2015)

5.3 ความหนักเบาของงาน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานจากการศึกษาความเครียดจากความร้อนของพนักงานในประเทศอิเดียในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวพบว่าปัจจัยด้านความหนักเบาของงานมีความสัมพันธ์กับการเกิดการเจ็บป่วยจากความร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (Venugopal et al., 2015)

5.4 ประเภทการทำงาน การทำงานในแผนกที่มีอากาศร้อนจะทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิแกนกลางสูงขึ้น มีเหงื่อออกมาก หัวใจเต้นเร็ว และสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย (ACGIH, 2017) ดังการศึกษาของ Dang et al. (2014) ในพนักงานโรงหลอมอะลูมินัมพบว่า ระดับโพแทสเซียมในร่างกายลดลงหลังจากทำงาน 8 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05) และยังพบอีกว่าการสูญเสียโซเดียมในร่างกายมีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของหัวใจที่มากกว่า 180 ครั้งต่อนาที

5.5 ระยะเวลาพักของพนักงาน (ชั่วโมง) เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อระดับการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ในร่างกาย จากการศึกษาความเครียดจากความร้อน การกระหายน้ำ และการทำงานของไต ในพนักงานตัดอ้อย ประเทศเอลซัลวาดอร์ พบว่า พนักงานตัดอ้อยมีระดับอิเล็กโทรไลต์ในเลือดลดลง หลังจากการทำงานโดยไม่ได้พักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (Trabanino et al., 2015)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบเชิงวิเคราะห์ (Analytical study) เก็บข้อมูลแบบภาคตัดขวาง (Cross sectional study) มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะในเขตจังหวัดระยอง ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึง ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษา คือ พนักงานที่ทำงานและรับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะแห่งหนึ่ง ในเขตจังหวัดระยอง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้มีประชากรทั้งหมด จำนวน 200 คน

การกำหนดกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้มีการคัดเลือกตัวอย่างประชากรที่ใช้ในการศึกษา 200 คน แล้วนำมาหาขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้วิธีการคำนวณกลุ่มตัวอย่างแบบทราบจำนวนกลุ่มประชากรที่แน่นอน (Finite population) จากสูตรของแดเนียล (Daniel, 1995) ดังนี้

$$n = \frac{NZ^2_{\alpha/2}P(1-P)}{(N-1)d^2 + [Z^2_{\alpha/2}P(1-P)}$$

เมื่อ n = ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนประชากรเป้าหมายที่ทำการศึกษา 200 คน

$Z_{\alpha/2}$ = ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดไว้ ณ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 1.96

d = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ เท่ากับ 0.05

P = ค่าสัดส่วนกลุ่มตัวอย่างได้จากผลการวิจัยของ จีระนันท์ จะเกร็ง (2553) เรื่องผลกระทบต่อสุขภาพกายจากการรับสัมผัสพลังงานความร้อนขณะทำงาน ในกลุ่มคนทำนาเกลือ จังหวัดสมุทรสงคราม พบพนักงานทำนาเกลือมีอาการจากการรับสัมผัสความร้อน ร้อยละ 35.67

แทนค่าในสูตร

$$n = \frac{NZ^2_{\alpha/2}P(1-P)}{(N-1)d^2+[Z^2_{\alpha/2}P(1-P)}$$

$$= \frac{(200)(1.96)^2(0.35)(1-0.35)}{(200-1)(0.05)^2+(1.96)^2(0.35)(1-0.35)}$$

$$= 127.45 \text{ คน}$$

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ต้องใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างของพนักงานที่สัมผัสความร้อนของโรงงานหลอมโลหะแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง 128 คน แล้วมีการคัดเลือกจำนวนกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (สุรินทร์ นิยมมางกูร, 2546) แล้วหาสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละแผนก เมื่อได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละแผนกแล้ว ก็นำมาสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างตามที่ต้องการโดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-1 ดังนี้

ตารางที่ 3-1 แผนก จำนวนประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

แผนก	จำนวนประชากร (คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)
การทำแบบหล่อและไส้แบบ	67	43
การหลอมโลหะและปรับส่วนผสม	50	32
การเทแบบ	19	12
การถอดแบบ	16	10
หลังการถอดแบบ	48	31
รวม	200	128

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกดังต่อไปนี้

1. พนักงานที่ทำงานสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะต้องไม่มีโรคประจำตัว หรือการเจ็บป่วยดังต่อไปนี้ ท้องร่วง ไข้ โรคผิวหนังที่มีผลต่อการระบายความร้อน โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคไต โรคไขมันในเลือดสูง และโรคหัวใจ ตามลำดับ

2. พนักงานที่ทำงานสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะที่ยินดีเข้าร่วมในการศึกษาครั้งนี้

ระยะเวลาในการศึกษาวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Crossectional study) โดยทำการศึกษาเก็บรวมรวมข้อมูลในช่วงเดือนสิงหาคม-กันยายน พ.ศ. 2560

เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการศึกษาประกอบไปด้วย แบบสอบถาม แบบบันทึกกิจกรรมการทำงานของพนักงาน เครื่องตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมในการทำงาน (WBGT) เครื่องมือตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายในกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เครื่องวัดระดับความดันโลหิตแบบดิจิตอลที่สามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ และเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหูแบบดิจิตอล เครื่องมือในการหาค่าดัชนีมวลกาย ได้แก่ เครื่องชั่งน้ำหนัก และเครื่องวัดส่วนสูง ส่วนเครื่องมือในการตรวจวัดการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ของพนักงาน ได้แก่ กระปุกเก็บปัสสาวะ และเครื่องมัลติมิเตอร์ (Multi meter) ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แบบสอบถาม มีการประยุกต์ใช้แบบสอบถามของ ลลิตา วันลิโก (2559) ร่วมกับการศึกษาค้นคว้า รวบรวมข้อมูลจาก เอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประยุกต์ให้มีความเหมาะสม ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ข้อมูลปัจจัยด้านลักษณะการทำงาน และข้อมูลด้านผลกระทบต่อสุขภาพ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล จำนวน 12 ข้อ ได้แก่ เพศ น้ำหนัก ส่วนสูง อายุ การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การดื่มน้ำเปล่าต่อวัน การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่และการสวมใส่เครื่องแต่งกาย เป็นคำถามปลายปิดและเปิดผสมกัน ให้คะแนนโดยการเลือกคำตอบและเติมคำ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลปัจจัยด้านลักษณะการทำงาน จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ ประเภทการทำงาน ประวัติการทำงาน ระยะเวลาการทำงานต่อวัน และระยะเวลาพักของพนักงาน เป็นคำถามปลายปิดและปลายเปิดผสมกันให้คะแนนโดยการเลือกคำตอบและเติมคำ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านผลกระทบต่อสุขภาพ จำนวน 8 ข้อ ได้แก่ อาการผื่นคันจากความร้อน อาการตะคริวร้อน โรคลมร้อน อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน และโรคลมเหตุร้อน เป็นคำถามปลายปิด โดยมีอาการ ให้คะแนน เท่ากับ 1 ไม่มีอาการ ให้คะแนน เท่ากับ 0 หลังจากนั้นมีการรวมข้อคำถามของแต่ละอาการ ดังนี้ อาการผื่นคันจากความร้อน, ตะคริวจากความร้อน, โรคลมร้อน และโรคลมเหตุร้อน ไม่มีอาการ ให้คะแนนเท่ากับ 0 มีอาการ หมายถึง มีอาการผิดปกติอย่างน้อย 1 อาการ ให้คะแนนเท่ากับ 1 ส่วนอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนนั้น มีอาการผิดปกติน้อยกว่า 2 อาการใน 4 อาการ ให้คะแนนเท่ากับ 0 ส่วนมีอาการ หมายถึง มีอาการผิดปกติ 2 อาการขึ้นไป ให้คะแนนเท่ากับ 1 (กรมการแพทย์ทหารบก, 2555)

แล้วจำแนกกลุ่มอาการผิดปกติตามความรุนแรง โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ (กรมการแพทย์ทหารบก, 2555) ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

มีอาการไม่รุนแรง หมายถึง มีอาการผื่นคัน

มีอาการรุนแรงปานกลาง หมายถึง อาการตะคริวร้อน (Heat cramp) และโรคลมร้อน (Heat syncope)

มีอาการที่รุนแรงมาก (Severe) คือ อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (Heat exhaustion) และโรคลมเหตุร้อน (Heat strok)

2. แบบบันทึกกิจกรรมการทำงานของพนักงาน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภาระงาน (Work load) ของพนักงาน ประกอบไปด้วย ตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของร่างกาย ชนิดของงาน และอัตราเมตาบอลิซึมพื้นฐาน (กระทรวงแรงงาน, 2549) โดยมีวิธีคิดภาระงานตามแนวปฏิบัติตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 โดยมีการแปลผลดังต่อไปนี้

2.1 งานเบา ใช้พลังงานไม่เกิน 200 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง

2.2 งานปานกลาง ใช้พลังงาน 201 ถึง 350 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง

2.3 งานหนัก ใช้พลังงาน เกิน 350 กิโลแคลอรี่ต่อชั่วโมง

3. เครื่องมือตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน ด้วยเครื่อง WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) ที่ได้มาตรฐานตาม ISO 7243 หรือ DINEN 27243 ติดตั้งโดยตั้งเครื่องมือให้มีระดับความสูงประมาณระดับอกของพนักงาน ตั้งบริเวณที่อากาศสามารถพัดผ่านได้โดยไม่มีสิ่งบังระหว่างตัวเครื่องกับแหล่งกำเนิดความร้อน และตั้งชุดตรวจวัดไว้ใกล้กับจุดที่กลุ่มตัวอย่างทำงานอยู่ให้มากที่สุด ส่วนการติดตั้งเครื่อง WBGT นั้นผู้วิจัยติดตั้งเครื่อง WBGT แผนกละ 1 เครื่อง โดยใช้หลักการในการทำงานลักษณะเดียวกันจะได้รับสัมผัสอันตรายคล้ายคลึงกัน (Similar exposure group) (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2555) ซึ่งวัดตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง เนื่องจากเครื่อง WBGT สามารถบันทึกค่าระดับความร้อนได้ตลอดการทำงาน แล้วนำระดับความร้อนที่ร้อนที่สุดในระยะเวลารวม 2 ชั่วโมงมาคิดอุณหภูมิ WBGT เฉลี่ย โดยมีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$WBGT_{เฉลี่ย} = \frac{(WBGT_1 \times t_1) + (WBGT_2 \times t_2) + (WBGT_3 \times t_3) + \ldots + (WBGT_n \times t_n)}{t_1 + t_2 + t_3 + \ldots + t_n}$$

$WBGT_1$ = ค่าดัชนี WBGT ณ เวลาที่วัดครั้งที่ 1

$WBGT_2$ = ค่าดัชนี WBGT ณ เวลาที่วัดครั้งที่ 2

$WBGT_n$ = ค่าดัชนี WBGT ณ เวลาที่วัดครั้งที่ n

t_1 = ระยะเวลาที่สัมผัสความร้อน ณ เวลาที่วัดครั้งที่ 1

t_2 = ระยะเวลาที่สัมผัสความร้อน ณ เวลาที่วัดครั้งที่ 2

t_n = ระยะเวลาที่สัมผัสความร้อน ณ เวลาที่วัดครั้งที่ n

4. เครื่องวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกาย ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความดันโลหิต และอุณหภูมิร่างกาย โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ดังนี้

4.1 เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

การวัดอัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานที่รับสัมผัสความ ผู้วิจัยใช้เครื่องเดียวกันกับเครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอลยี่ห้อ BEURER รุ่น BM 40 Serial no. A471298828 เนื่องจากเครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอลสามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ในเวลาเดียวกัน ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจผู้วิจัยจะทำการตรวจวัด 3 ครั้ง ได้แก่ ก่อนเข้าทำงาน ระหว่างการทำงานไปแล้ว 2 ชั่วโมง เนื่องจากพบว่าพนักงานจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีวิทยา และหลังเลิกงาน นำค่าที่เปลี่ยนแปลงสูงสุดมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล โดยการวัดมีหน่วยวัดเป็นครั้งต่อนาที (ลลิตา วันลิโก, 2559) และมีการแปลผลดังต่อไปนี้

เพิ่ม คือ อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 1 ค่าขึ้นไปจากการตรวจวัดก่อนทำงาน

ไม่เพิ่ม คือ อัตราการเต้นของหัวใจลดลงจากเดิมหรือเท่าเดิมจากการตรวจวัดก่อนทำงาน

4.2 เครื่องมือวัดความดันโลหิต

การวัดระดับความดันโลหิตของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนใช้เครื่องวัดระดับความดันโลหิตแบบดิจิตอลยี่ห้อ BEURER รุ่น BM 40 Serial no. A471298828 ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจผู้วิจัยจะทำการตรวจวัด 3 ครั้ง ได้แก่ ก่อนเข้าทำงาน ระหว่างการทำงานไปแล้ว 2 ชั่วโมง เนื่องจากพบว่าพนักงานจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีวิทยา และหลังเลิกงาน นำค่าที่เปลี่ยนแปลงสูงสุดมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวัดมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท (mmHg) (ลลิตา วันลิโก, 2559) และมีการแปลผลดังต่อไปนี้

เพิ่ม คือ ค่าความดันโลหิตเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 1 ค่าขึ้นไปจากการวัดก่อนการทำงาน

ไม่เพิ่ม คือ ค่าความดันโลหิตลดลงจากเดิมหรือเท่าเดิมจากการวัดก่อนการทำงาน

4.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิร่างกาย

การวัดอุณหภูมิร่างกายของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนใช้เครื่องวัดระดับอุณหภูมิทางช่องหูแบบดิจิตอลยี่ห้อ BEURER รุ่น FT78 Serial no. Z41003653 ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดอุณหภูมิร่างกายผู้วิจัยจะทำการตรวจวัด 3 ครั้ง ได้แก่ ก่อนเข้าทำงาน ระหว่างการทำงานไปแล้ว 2 ชั่วโมง เนื่องจากพบว่าพนักงานจะมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีวิทยา และหลังเลิกงาน นำค่าที่เปลี่ยนแปลงสูงสุดมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวัดมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (ลลิตา วันลิโก, 2559) และมีการแปลผลดังต่อไปนี้

เพิ่ม คือ ค่าอุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 1 ค่าขึ้นไปจากการวัดก่อนการทำงาน

ไม่เพิ่ม คือ ค่าอุณหภูมิร่างกายลดลงจากเดิมหรือเท่าเดิมจากการวัดก่อนการทำงาน

5. การคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย เพื่อประเมินความสมดุลของน้ำหนักตัวต่อส่วนสูง โดยเครื่องมือที่ใช้วัดมีดังนี้

5.1 เครื่องชั่งน้ำหนัก

การชั่งน้ำหนักของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนนั้น ใช้เครื่องชั่งแบบเข็ม ยี่ห้อ KOKO โดยมีวิธีการวัด คือ วางเครื่องชั่งน้ำหนักบนพื้นราบแล้วให้กลุ่มตัวอย่างถอดรองเท้าและขึ้นไปชั่งน้ำหนักรอให้เข็มหยุดนิ่งจึงอ่านค่าโดยใช้หน่วยเป็นกิโลกรัม (Kgs.) ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลคือก่อนเข้าทำงาน ข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการคำนวณหาค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการใช้งานมีการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือจากศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา และใช้เครื่องชั่งน้ำหนักเครื่องเดียวกันตลอดการศึกษา

5.2 เครื่องวัดส่วนสูง

การวัดส่วนสูงของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนนั้น ใช้ไม้วัดส่วนสูงแบบตั้งพื้น โดยมีวิธีการวัด คือ ให้กลุ่มตัวอย่างยืนส้นเท้าชิดกับไม้วัดส่วนสูง ถอดรองเท้าและหน้ามองตรงห้ามก้มหน้าใช้หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลคือก่อนเข้าทำงาน ข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการคำนวณหาค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการใช้งานได้มีการการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือจากศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ใช้ไม้วัดส่วนสูงเดียวกันตลอดการศึกษา

6. เครื่องมือในการตรวจวัดการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ

การตรวจวัดการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ในร่างกายทางปัสสาวะ ต้องใช้อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างปัสสาวะและเครื่องวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ประกอบไปด้วย กระปุกเก็บปัสสาวะ (Collection of urine specimen) และ เครื่องมัลติมิเตอร์ (Multi meter) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 กระปุกเก็บตัวอย่างปัสสาวะ (Collection of urine specimen) ชนิด Polypropylene ที่มีความจุอย่างน้อย 40 มิลลิลิตร ต้องแห้ง สะอาด และปราศจากสิ่งปนเปื้อน การเก็บปัสสาวะเก็บ 2 ช่วงเวลา คือก่อนเข้าทำงาน และหลังเลิกงาน

6.2 เครื่องมัลติมิเตอร์ (Multi meter) เป็นเครื่องมือวัดการนำไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สามารถอ่านค่าได้โดยตรง ประกอบไปด้วย ขั้วบวก (Anode) และขั้วลบ (Cathode) โดยมีวิธีการวัดค่าความต่าศักย์ในน้ำปัสสาวะ คือ เปิดเครื่องมัลติมิเตอร์ และปรับให้เป็นหน่วยมิลลิโวลต์ (DCmV) หลังจากนั้นจุ่มขั้วบวก (Anode) และขั้วลบ (Cathode) ลงไปในน้ำปัสสาวะและอ่านค่า โดยมีการแปลผลดังต่อไปนี้

สูญเสียอิเล็กโทรไลต์ คือ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 1 ค่าขึ้นไปจากการวัดก่อนการทำงาน

ไม่สูญเสียอิเล็กโทรไลต์ คือ ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าลดลงจากเดิมหรือเท่าเดิมจากการวัดก่อนการทำงาน

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่สัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะแห่งหนึ่ง ในเขตจังหวัดระยองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลประกอบไปด้วย แบบสอบถาม แบบบันทึกกิจกรรมการทำงานของพนักงาน เครื่องตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน (WBGT) เครื่องมือตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายในกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เครื่องวัดระดับความดันโลหิตแบบดิจิตอลที่สามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหูแบบดิจิตอล เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดส่วนสูง และเครื่องตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในปัสสาวะ โดยมีรายละเอียดการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังต่อไปนี้

1. แบบสอบถาม ผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบคุณภาพ โดยวิธีการหาความตรงของเนื้อหาดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 การหาความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ของแบบสอบถามด้านปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านลักษณะการทำงาน และข้อมูลด้านผลกระทบต่อสุขภาพ ที่ประยุกต์มาจากลลิตา วันลิโก (2559) โดยเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีความรู้ และประสบการณ์ในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และด้านสรีรวิทยา เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยผู้ทรงคุณวุฒิลงความเห็นและให้คะแนนเป็นรายข้อในประเด็นที่ใช้ถาม แล้วนำมา

หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index, IOC) ระหว่างข้อคำถามกับตัวแปร ดังนี้

+1 = ข้อคำถามนั้นตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง (เห็นด้วย)

0 = ข้อคำถามนั้นไม่แน่ใจหรือไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร/ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง (ไม่แน่ใจ)

-1 = ข้อคำถามนั้นไม่ตรงหรือไม่สอดคล้องกับตัวแปร/ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง (ไม่เห็นด้วย)

โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าระหว่าง 0.6-1.00 ซึ่งแสดงว่าข้อคำถามหรือประเด็นที่จะทำการรวบรวมข้อมูลมีความตรง (สุวรีย์ ศิริโภคาภิรมย์, 2546) มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้ ดัชนีความสอดคล้อง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน และจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน (WBGT) ได้รับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจากหน่วยงานที่ได้มาตรฐาน โดยได้รับการปรับเทียบความถูกต้องมีรายละเอียดดังนี้

2.1 เครื่องตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานด้วยเครื่อง WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) ซึ่งได้รับการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย หมายเลขใบรับรอง PSL-H 130/60 และ รับรองวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

3. เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา ประกอบไปด้วยเครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอลที่สามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้พร้อมกัน และเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหูแบบดิจิตอล โดยได้รับการปรับเทียบและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้รับการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือ จากสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 6 จังหวัดชลบุรี กลุ่มวิศวกรรมการแพทย์ หมายเลขใบรับรอง CA-6-60-23211-00007 รับรองวันที่ 3 มีนาคม 2560

3.2 เครื่องมือวัดความดันโลหิตได้รับการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือ จากสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 6 จังหวัดชลบุรี กลุ่มวิศวกรรมการแพทย์ หมายเลขใบรับรอง CA-6-60-23211-00007 รับรองวันที่ 3 มีนาคม 2560

3.3 เครื่องมือวัดอุณหภูมิร่างกายได้รับการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือ จากสำนักงานสนับสนุนบริการสุขภาพ เขต 6 จังหวัดชลบุรี กลุ่มวิศวกรรมการแพทย์ หมายเลขใบรับรอง CA-6-60-23211-00008 รับรองวันที่ 3 มีนาคม 2560

4. เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าดัชนีมวลกาย ประกอบด้วย เครื่องชั่งน้ำหนัก (กก.) และเครื่องวัดส่วนสูง (ซม.) โดยได้รับการปรับเทียบและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 เครื่องชั่งหนัก การปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือจากศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หมายเลขใบรับรอง CIB-17-MC-02022 รับรองวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

4.2 เครื่องวัดส่วนสูง การปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือจากศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หมายเลขใบรับรอง CIB17-DC-67001 รับรองวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

5. เครื่องมิลติมิเตอร์ (Multimeter) ที่ใช้ในในการตรวจวัดอิเล็กโทรไลต์ในปัสสาวะ โดยได้รับการปรับเทียบและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย หมายเลขใบรับรอง EEL.BP.37/0560รับรองวันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จะทำการศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม แบบบันทึกกิจกรรมการทำงาน เครื่องตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมในการทำงาน (WBGT) เครื่องมือตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายในกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เครื่องวัดระดับความดันโลหิตแบบดิจิตอลที่สามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ และเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหูแบบดิจิตอล เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดส่วนสูง และเครื่องมัลติมิเตอร์ (Multi meter) เพื่อตรวจวัดอิเล็กโทรไลตด์ในปัสสาวะ โดยมีรายละเอียดของการเก็บรวบรวมข้อมูลและการเก็บตัวอย่างดังนี้

1. การเก็บข้อมูลโดยใช้ แบบสอบถาม ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านลักษณะการทำงาน และผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสความร้อน โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

1.1 ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยก่อนทำการเก็บข้อมูล และการเก็บแบบสอบถามในกลุ่มตัวอย่างในช่วงก่อนเข้าทำงาน

1.2 แจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่าง ในช่วงหลังเลิกงานเพื่อให้ตอบข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านลักษณะการทำงาน และผลกระทบต่อสุขภาพ โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาทีต่อคน

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงาน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ เครื่องวัดระดับความร้อนดัชนีกระเปาะเปียกและโกลบ (Wet bulb globe temperature; WBGT) โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

2.1 วิธีการและขั้นตอนการตรวจวัด

ติดตั้งเครื่อง WBGT เข้ากับชุดขาตั้งในพื้นที่ทำงานของกลุ่มตัวอย่าง โดยตั้งเครื่องมือให้มีระดับความสูงประมาณ 1.10 เมตร (3.5 ฟุต) หรือสูงจากพื้นถึงระดับอกของกลุ่มตัวอย่าง ตั้งบริเวณที่อากาศสามารถพัดผ่านได้ โดยไม่มีสิ่งกำบังระหว่างตัวเครื่องกับแหล่งกำเนิดความร้อน และตั้งชุดตรวจวัดไว้ใกล้กับจุดที่กลุ่มตัวอย่างทำงานอยู่ให้มากที่สุด เช็คระดับน้ำกลั่นตรงหัววัดชนิดกระเปาะเปียกไม่ให้แห้ง จากนั้นเปิดสวิตซ์ ON ที่อยู่ด้านข้างของตัวเครื่อง ตั้งเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 10-15 นาที กดปุ่ม Select เพื่อเลือกหน่วยให้เป็นองศาเซลเซียส แล้วอ่านค่า WBGT indoor จากตัวเครื่องได้โดยตรง จากนั้นจดบันทึกผลการตรวจวัดใส่ตามแบบฟอร์มโดยผู้วิจัยติดตั้งเครื่อง WBGT แผนกละ 1 เครื่อง โดยใช้หลักการในการทำงานลักษณะเดียวกันจะได้รับสัมผัสอันตรายคล้ายคลึงกัน (Similar exposure group) (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2555) ซึ่งวัดตลอดการทำงาน 8 ชั่วโมง เนื่องจากเครื่อง WBGT สามารถบันทึกค่าระดับความร้อนได้ตลอดการทำงาน แล้วนำระดับความร้อนที่ร้อนที่สุดในระยะเวลารวม 2 ชั่วโมงมาคิดอุณหภูมิ WBGT เฉลี่ย

2.2 ช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดระดับความร้อนจากการทำงาน

การตรวจวัดระดับความร้อนในการทำงานนั้นเป็นการตรวจตลอดระยะเวลาการทำงานของพนักงานและเลือกเอาช่วงเวลาที่ร้อนที่สุดจำนวน 120 นาที มาคำนวณหาค่า WBGT ผลการตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส และนำค่า WBGT ที่วัดได้ มาคำนวณหาค่า WBGT เฉลี่ย โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$WBGT_{เฉลี่ย} = \frac{(WBGT_1 \times t_1) + (WBGT_2 \times t_2) + (WBGT_3 \times t_3) + \ldots + (WBGT_n \times t_n)}{t_1 + t_2 + t_3 + \ldots + t_n}$$

$WBGT_1$ = ค่าดัชนี WBGT ณ เวลาที่วัดครั้งที่ 1

$WBGT_2$ = ค่าดัชนี WBGT ณ เวลาที่วัดครั้งที่ 2

$WBGT_n$ = ค่าดัชนี WBGT ณ เวลาที่วัดครั้งที่ n

t_1 = ระยะเวลาที่สัมผัสความร้อน ณ เวลาที่วัดครั้งที่ 1

t_2 = ระยะเวลาที่สัมผัสความร้อน ณ เวลาที่วัดครั้งที่ 2

t_n = ระยะเวลาที่สัมผัสความร้อน ณ เวลาที่วัดครั้งที่ n

3. การเก็บข้อมูลด้านสรีรวิทยา โดยผู้วิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านสรีรวิทยา ประกอบด้วย การวัดความดันโลหิต (Blood pressure) วัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) และวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหู (Tympanic membrane probe) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การวัดความดันโลหิต (Blood pressure) และการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate) โดยเริ่มก่อนทำงาน ระหว่างการทำงานไปแล้ว 2 ชั่วโมง และหลังเลิกงาน (ลลิตา วันลิโก, 2559) โดยใช้เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอลวัดระดับความดันโลหิตมีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท พร้อมทั้งสามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ด้วยมีหน่วยเป็นครั้งต่อนาที และนำค่าที่เปลี่ยนแปลงไปสูงที่สุดมาใช้วิเคราะห์ (ลลิตา วันลิโก, 2559)

3.2 การวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหู (Tympanic membrane probe) โดยเริ่มก่อนทำงาน ระหว่างการทำงานไปแล้ว 2 ชั่วโมง และหลังเลิกงาน ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหูแบบดิจิตอลมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส และนำค่าที่เปลี่ยนแปลงไปสูงที่สุดมาใช้วิเคราะห์ข้อมูล (ลลิตา วันลิโก, 2559)

4. การเก็บข้อมูลด้านดัชนีมวลกายเก็บข้อมูล ประกอบไปด้วยข้อมูล น้ำหนักกาย มีหน่วยกิโลกรัม และส่วนสูง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร โดยมีรายละเอียดการเก็บรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1 การชั่งน้ำหนักของพนักงาน โดยให้พนักงานชั่งน้ำหนักก่อนเข้าทำงาน วิธีการวัดวางเครื่องชั่งน้ำหนักบนพื้นราบแล้วให้กลุ่มตัวอย่างถอดรองเท้าและขึ้นไปชั่งน้ำหนักรอให้เข็มหยุดนิ่งจึงอ่านค่าโดยใช้หน่วยเป็นกิโลกรัม ข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการคำนวณหาค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่าง

4.2 การวัดส่วนสูงของพนักงาน โดยให้พนักงานวัดส่วนสูงก่อนเข้าทำงาน ซึ่งให้กลุ่มตัวอย่างยืนชิดกับไม้วัดส่วนสูง ถอดรองเท้าและหน้ามองตรงห้ามก้มหน้า ใช้หน่วยวัดเป็นเซนติเมตร ข้อมูลที่ได้นำไปใช้ใน การคำนวณหาค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่างต่อไป

4.3 วิธีการหาค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index) ของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนในโรงงานหลอมโลหะแห่งหนึ่งในจังหวัดระยองนั้น ประเมินโดยการนำน้ำหนักตัวหน่วยเป็นกิโลกรัม หารด้วย ส่วนสูงกำลังสอง (เมตร) โดยสามารถแบ่งค่าดัชนีมวลกายออกเป็น 4 กลุ่ม (WHO, 2006) ได้แก่

- ผอม/ น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ คือค่าดัชนีมวลกายน้อยกว่า 18.50 กก./ ม.^{2}
- ปกติ คือ ค่าดัชนีมวลกายเท่ากับ 18.50-24.99 กก./ ม.^{2}
- ท้วม คือ ค่าดัชนีมวลกายเท่ากับ 25.00-29.99 กก./ ม.^{2}
- อ้วน คือ คือค่าดัชนีมวลกายมากว่าหรือเท่ากับ 30.00 ก.ก./ ม.^{2}

5. การเก็บข้อมูลด้านการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ ผู้วิจัยเก็บปัสสาวะ 2 ครั้ง คือก่อนเริ่มทำงาน และหลังเลิกงาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 ก่อนเริ่มทำงาน ผู้วิจัยแจกกระปุกเก็บปัสสาวะชนิดโพลีโพรไพลีนที่มีความจุอย่างน้อย 60 มิลลิลิตร ต้องแห้ง สะอาด และปราศจากสิ่งปนเปื้อน ให้แก่พนักงานเพื่อเก็บปัสสาวะแล้วให้นำมาส่งคืนแก่ผู้วิจัยทันทีที่เก็บปัสสาวะเสร็จ และผู้วิจัยทำการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ ด้วยเครื่องมัลติมิเตอร์ (Multi meter) และบันทึกผลในแบบฟอร์ม

5.2 หลังเลิกงาน ผู้วิจัยแจกกระปุกเก็บปัสสาวะชนิดโพลีโพรไพลีน ที่มีความจุอย่างน้อย 40 มิลลิลิตร ต้องแห้ง สะอาด และปราศจากสิ่งปนเปื้อน ให้แก่พนักงานเพื่อเก็บปัสสาวะแล้วนำมาส่งคืนแก่ผู้วิจัยทันทีเมื่อเก็บปัสสาวะเสร็จ ผู้วิจัยทำการตรวจวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ ด้วยเครื่องมัลติมิเตอร์ (Multi meter) และบันทึกผลลงในแบบฟอร์ม

การพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยื่นขอพิจารณาจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้เข้าไปชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงการพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่างโดยเคารพสิทธิ์ส่วนบุคคลในการเข้าร่วมหรือถอนตัวระหว่างทำการวิจัย ซึ่งจะไม่เกิดผลเสียหายใด ๆ ต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะปกปิดเป็นความลับ การนำเสนอข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจะนำเสนอในภาพรวมไม่มีการระบุชื่อหน่วยงาน ชื่อ และนามสกุล ของกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างทุกคนที่ยินดีเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยได้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมเป็นกลุ่มตัวอย่างโดยสมัครใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความสมบูรณ์และความถูกต้องของข้อมูล และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป การวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ได้แก่ จำนวน ร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สำหรับข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านสรีรวิทยา การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ ปัจจัยด้านลักษณะงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน

2. สถิติเชิงวิเคราะห์การถดถอยพหุแบบลอจิสติค (Multiple logistic regression analysis) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ขั้นตอนการหาค่า Crude OR โดย Bivariate analysis ผู้วิจัยได้จัดกลุ่มตัวแปรต้นใหม่เพื่อให้ข้อมูลมีความเหมาะสม ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านสรีรวิทยา การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ และปัจจัยด้านลักษณะงาน เพื่อใช้วิเคราะห์ตัวแปรตาม คือ อาการเจ็บป่วยของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน ประกอบไปด้วย 5 กลุ่มอาการ ดังนี้ อาการผื่นคันจากความร้อน อาการตะคริวจากความร้อน โรคลมร้อน อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน และโรคลมเหตุร้อน ตามลำดับ

2.2 ขั้นตอนการทำ Multiple logistic regression เพื่อหาค่า Adjusted OR และช่วงเชื่อมั่น 95%CI ของตัวแปรต้น โดยนำตัวแปรต้นที่ Significant จากขั้นตอนการหาค่า Crude OR ได้แก่ เพศ ค่าดัชนีมวลกาย การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกาย ระยะเวลาการทำงาน การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่นๆ เช่น เสื้อกันไฟ และหน้ากากกันความร้อน และตัวแปรต้นที่ผู้วิจัยสนใจหรืออาจจะมีอิทธิพลต่อการเกิดอาการเจ็บป่วยจากความร้อน จำนวน 11 ตัวแปรได้แก่ อายุ การดื่มน้ำเปล่า การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ การแต่งกายนอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงาน แผนก ระยะเวลาการทำงาน (ปี) จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน (ชม.) เวลาพักระหว่างการทำงาน (ชม.) การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ การเปลี่ยนแปลงของระดับความดันโลหิต และการเปลี่ยนแปลงของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ (mV) มาใช้ทำนายผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสความร้อนต่อไป

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง โดยศึกษากลุ่มพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำนวน 128 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม แบบบันทึกกิจกรรมการทำงานของพนักงาน เครื่องตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน (WBGT) เครื่องมือตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของร่างกายในกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เครื่องวัดระดับความดันโลหิตแบบดิจิตอลที่สามารถวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้ และเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายทางช่องหูแบบดิจิตอล การตรวจวัดการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะของพนักงานด้วยเครื่องมัลติมิเตอร์ (Multi meter) ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำผลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ข้อมูล สามารถแสดงรายละเอียดผลการศึกษาวิจัยออกเป็น 10 ส่วน ประกอบไปด้วย

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 ปัจจัยด้านลักษณะงาน

ส่วนที่ 3 ผลกระทบต่อสุขภาพ

ส่วนที่ 4 ปัจจัยด้านสรีรวิทยา

ส่วนที่ 5 การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ

ส่วนที่ 6 ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน

ส่วนที่ 7 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการผื่นคันจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

ส่วนที่ 8 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการตะคริวจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

ส่วนที่ 9 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อโรคลมร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

ส่วนที่ 10 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล

จากการศึกษาพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะในเขตจังหวัดระยอง จำนวน 128 คน ผลการศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง โดยมีเพศชายร้อยละ 86.70 อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 36.06 (9.76) ปี ช่วงอายุของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 30-39 ปี ร้อยละ 32.80 ค่าดัชนีมวลกายส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติร้อยละ 71.10 การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่ยังดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อยู่ร้อยละ 64.00 ดื่มมาแล้วมากกว่า 1 วัน ร้อยละ 39.80 โดยปริมาณการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่ดื่มมากกว่า 3 แก้วต่อสัปดาห์ ร้อยละ 28.90 การดื่มน้ำเปล่าต่อวัน 4-10 แก้ว ร้อยละ 75.78 โดยมีการดื่มน้ำเปล่าเฉลี่ยต่อวัน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 9.66 (3.73) แก้ว การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ร้อยละ 78.10 โดยปริมาณการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ส่วนใหญ่เท่ากับ 151-300 มิลลิลิตรต่อวัน ร้อยละ 40.60 การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่นนอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงานพบว่า ส่วนใหญ่สวมใส่เสื้อยืดคอกลมมากที่สุดร้อยละ 70.30 รองลงมาคือ ถุงมือ กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้น และถุงเท้า ร้อยละ 59.40, 52.30 และ 52.30 ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 จำนวน ร้อยละของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามปัจจัยส่วนบุคคล

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (n = 128)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	111	86.70
หญิง	17	13.30
อายุ (ปี)		
20-29	40	31.25
30-39	42	32.80
40-49	29	22.65
> = 50	17	13.30
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	36.06 (9.76)	

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (n = 128)	ร้อยละ
ค่าดัชนีมวลกาย (กก./ ม.^{2})		
ผอม/ น้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์ (<18.50 กก./ ม.^{2})	3	2.34
ปกติ (18.50-24.99 กก./ ม.^{2})	91	71.10
ท้วม (25.00-29.99 กก./ ม.^{2})	27	21.10
อ้วน (> = 30.00 กก./ ม.^{2})	7	5.46
การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์		
ไม่เคยดื่มเลย	23	18.00
เคยดื่มแต่เลิกดื่มแล้ว	23	18.00
ยังดื่มอยู่	82	64.00
ช่วงเวลาที่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์		
ดื่มก่อนเข้าทำงาน	2	2.40
ดื่มมาเมื่อคืนก่อนมาทำงาน	14	17.10
ดื่มมาแล้ว 1 วัน	15	18.30
ดื่มมาแล้วมากกว่า 1 วัน	51	62.20
ปริมาณการสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์		
ดื่มเล็กน้อย	31	37.80
หนึ่งแก้ว	3	3.70
2-3 แก้วต่อสัปดาห์	11	13.40
> 3 แก้วต่อสัปดาห์	37	45.10
ปริมาณการดื่มน้ำเปล่าต่อวัน (แก้ว)		
4-10	97	75.80
11-17	23	17.90
> 17	8	6.30
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	9.66 (3.73)	

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ปัจจัยส่วนบุคคล	จำนวน (n = 128)	ร้อยละ
การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่		
ไม่เคยดื่มเลย	28	21.90
ดื่ม	100	78.10
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ใน 1 วันทำงาน (มิลลิลิตร)		
< 150 มิลลิลิตร	39	39.00
151-300 มิลลิลิตร	52	52.00
> 300 มิลลิลิตร	9	9.00
การสวมใส่เสื้อยืดคอกลม		
ไม่ใส่	38	29.70
ใส่	90	70.30
การสวมใส่เสื้อกล้าม หรือเสื้อซับ		
ไม่ใส่	81	63.30
ใส่	47	36.70
การสวมใส่กางเกงขาสั้น หรือกางเกงชั้นในขาสั้น		
ไม่ใส่	61	47.70
ใส่	67	52.30
การสวมใส่ถุงเท้า		
ไม่ใส่	36	47.70
ใส่	67	52.30
การสวมใส่ถุงมือ		
ไม่ใส่	52	40.60
ใส่	76	59.40
การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่น ๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน		
ไม่ใส่	120	93.70
ใส่	8	6.30

ส่วนที่ 2 ปัจจัยด้านลักษณะงาน

จากการศึกษาพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง จำนวน 128 คน ผลการศึกษาพบว่า พนักงานส่วนใหญ่มีระยะเวลาในการทำงาน 1-6 ปี ร้อยละ 54.70 โดยมีระยะเวลาทำงานเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 5.85 (6.67) ปี พนักงานส่วนใหญ่ทำงาน 9-10 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 43 โดยมีระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยต่อวัน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 9.93 (1.50) ชั่วโมง ระยะเวลาพักพนักงานส่วนใหญ่ 2 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 64.10 มีระยะเวลาพักเฉลี่ยต่อวัน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 1.64 (0.48) ในส่วนของลักษณะงานของพนักงานในโรงงานหลอมโลหะส่วนใหญ่เป็นงานปานกลาง ร้อยละ 68 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 จำนวน ร้อยละของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามปัจจัยด้านลักษณะงาน

ปัจจัยด้านลักษณะงาน	จำนวน (n = 128)	ร้อยละ
แผนก		
ทำแบบหล่อและไส้แบบ	43	33.60
หลอมโลหะและปรับส่วนผสม	32	25.00
เทแบบ	12	9.40
ถอดแบบ	10	7.80
หลังถอดแบบ	31	24.20
ประวัติการทำงาน		
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)		
< 1	27	21.10
1-6	70	54.70
7-11	16	12.50
12-16	4	3.10
> 16	11	8.60
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	5.85 (6.67)	

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ปัจจัยด้านลักษณะงาน	จำนวน (n = 128)	ร้อยละ
ระยะเวลาการทำงานต่อวัน (ชม.)		
< = 8	37	28.90
9-10	55	43.00
>10	36	28.10
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	9.93 (1.50)	
เวลาพักของพนักงาน (ชม.)		
1	46	35.90
2	82	64.10
ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	1.64 (0.48)	
ความหนักเบาของงาน		
งานปานกลาง (ทำแบบหล่อและไส้แบบ หลอมโลหะและปรับส่วนผสม และเทแบบ)	87	68.00
งานหนัก (ถอดแบบ และหลังถอดแบบ	41	32.00

ส่วนที่ 3 ผลกระทบต่อสุขภาพ

จากการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง จำนวน 128 คน ผลการศึกษาพบว่า พนักงานส่วนใหญ่มีอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน ร้อยละ 63.30 เมื่อจำแนกตามความรุนแรงพบว่าพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนส่วนใหญ่มีอาการอยู่ในกลุ่มอาการที่รุนแรงมาก ร้อยละ 63.30 ดังรายละเอียดในตารางที่ 4-3 และ 4-4 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-3 จำนวน ร้อยละของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามอาการผิดปกติ

อาการผิดปกติใน 7 วันที่ผ่านมา (n = 128)	**ไม่มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)**	**มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)**
ผื่นคันจากความร้อน	67 (52.30)	61 (47.70)
ตะคริวจากความร้อน	95 (74.20)	33 (25.80)
โรคลมร้อน	110 (85.90)	18(14.10)
อ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน	47 (36.70)	81(63.30)

ตารางที่ 4-4 จำนวน ร้อยละของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามความรุนแรง

กลุ่มอาการความรุนแรง (n = 128)	**ไม่มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)**	**มีอาการ จำนวน (ร้อยละ)**
มีอาการไม่รุนแรง	67 (52.30)	61 (47.70)
มีผื่นเม็ดแดง ๆ ขึ้นบริเวณคอ หลัง ข้อพับ หรือหน้าอก ร่วมกับมีอาการคัน	67 (52.30)	61 (47.70)
อาการรุนแรงปานกลาง	84 (65.60)	44 (34.40)
มีอาการกล้ามเนื้อกระตุก หรือเกร็ง หรือเป็นเป็นตะคริว โดยเฉพาะที่ขา แขน และหน้าท้อง	95 (74.20)	33 (25.80)
มีอาการหน้ามืด ตัวเย็น หน้าซีด ตาลาย หรือหมดสติชั่วคราว	110 (85.90)	18 (14.10)
อาการที่รุนแรงมาก	47 (36.70)	81(63.30)
มีอาการกระหายน้ำ ปากแห้ง หรือคอแห้ง	37 (28.90)	91 (71.10)
มีอาการอ่อนเพลีย หรือไม่มีแรง	60 (46.90)	68 (53.10)
อาการคลื่นไส้ อาเจียน หรือเหงื่อออกมาก	91 (71.10)	37 (28.90)
ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ	57 (44.50)	71 (54.50)
ตัวร้อน ไม่มีเหงื่อออก ระดับความรู้ สึกตัวเปลี่ยนแปลง เช่น ซึม สับสน มึนงง	0 (0.00)	0 (0.00)

ส่วนที่ 4 ปัจจัยด้านสรีรวิทยา

จากการศึกษาปัจจัยด้านสรีรวิทยา ประกอบไปด้วย อัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และอุณหภูมิร่างกายทางช่องหูในช่วงก่อนการทำงาน ระหว่างการทำงาน และหลังเลิกงานผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

อัตราการเต้นของหัวใจของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน ก่อนการทำงานมีอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 74.22 (6.51) ครั้งต่อนาที ระหว่างการทำงานมีอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 77.77 (6.31) ครั้งต่อนาที และหลังเลิกงานมีอัตราการเต้นของหัวใจเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 86.00 (6.54) ครั้งต่อนาที ตามลำดับ

ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน ก่อนการทำงานมีระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 116.03 (9.54) มิลลิเมตรปรอท ระหว่างการทำงานมีระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 122.30 (7.58) มิลลิเมตรปรอท และหลังเลิกงานมีระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 134.26 (8.89) มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ

ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน ก่อนการทำงานมีระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 76.52 (6.70) มิลลิเมตรปรอท ระหว่างการทำงานมีระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 80.49 (6.38) มิลลิเมตรปรอท และหลังเลิกงานมีระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 87.97 (5.72) มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ

ระดับอุณหภูมิร่างกายของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน ก่อนการทำงานมีระดับอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 36.80 (0.17) องศาเซลเซียส ระหว่างการทำงานมีระดับอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 37.01 (0.14) องศาเซลเซียส และหลังเลิกงานมีระดับอุณหภูมิร่างกายเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 37.33 (0.22) องศาเซลเซียส ตามลำดับ รายละเอียดในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด จำแนกตามการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/ นาที)				
ก่อนการทำงาน	74.22	6.51	62	100
ระหว่างการทำงาน	77.77	6.31	68	102
หลังเลิกงาน	86.00	6.54	70	100
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)				
ก่อนการทำงาน	116.03	9.54	98	149
ระหว่างการทำงาน	122.30	7.58	102	145
หลังเลิกงาน	134.26	8.89	104	153
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)				
ก่อนการทำงาน	76.52	6.70	64	93
ระหว่างการทำงาน	80.49	6.38	56	98
หลังเลิกงาน	87.97	5.72	70	101
อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)				
ก่อนการทำงาน	36.80	0.17	36.00	37.00
ระหว่างการทำงาน	37.01	0.14	36.40	37.30
หลังเลิกงาน	37.33	0.22	36.80	37.80

การเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง ประกอบไปด้วย อัตราการเต้นของหัวใจ ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว ความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว และอุณหภูมิร่างกายพบว่าอัตราการเต้นของหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมมากที่สุด ร้อยละ 93.00 รองลงมาคือ ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว อุณหภูมิร่างกาย และระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว

ร้อยละ 88.30, 86.70 และ 85.20 ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 จำนวน ร้อยละ ของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา	จำนวน (n = 128)	ร้อยละ
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/ นาที)		
เพิ่ม	119	93.00
ไม่เพิ่ม	9	7.00
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)		
เพิ่ม	113	88.30
ไม่เพิ่ม	15	11.70
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)		
เพิ่ม	109	85.20
ไม่เพิ่ม	19	14.80
อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)		
เพิ่ม	111	86.70
ไม่เพิ่ม	17	13.30

ส่วนที่ 5 การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ

การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน โดยใช้การวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ พบว่า ก่อนการทำงานพนักงานมีระดับความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ในปัสสาวะเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 17.41(4.78) มิลลิโวลต์ และหลังเลิกงานมีระดับความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ในปัสสาวะเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 23.11 (7.98) มิลลิโวลต์ รายละเอียดดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน

การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ (mV)				
ก่อนการทำงาน	17.41	4.78	6.80	33.60
หลังเลิกงาน	23.11	7.98	5.20	42.80

การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ พบว่า ส่วนใหญ่มีการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ปัสสาวะเพิ่มขึ้น ร้อยละ 85.90 รายละเอียดดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 จำนวน ร้อยละ การสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน

การเปลี่ยนแปลงอิเล็กโทรไลต์ในปัสสาวะ	จำนวน n = 128	ร้อยละ
สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	110	85.90
ไม่สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	18	14.10

ส่วนที่ 6 ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน

จากการตรวจวัดระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน โดยตรวจวัดค่า WBGT แบบภายในตัวอาคาร (Indoor) แต่ละแผนก พบว่า แผนกที่พนักงานรับสัมผัสความร้อนสูงสุด ได้แก่ แผนกหลอมโลหะและปรับส่วนผสม มีค่าอุณหภูมิเว็ทบัลบ์โกลบเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 35.20 (0.78) องศาเซลเซียส รองลงมาคือ แผนกถอดแบบ และแผนกหลังถอดแบบ มีค่าระดับอุณหภูมิเว็ทบัลบ์โกลบเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 32.69 (0.61) และ 32.67 (0.91) องศาเซลเซียส ตามลำดับ โดยมีรายละเอียดในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ของระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน

ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงาน WBGT ในตัวอาคาร	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่ามาตรฐาน
แผนกทำแบบหล่อและไส้แบบ	32.50	1.49	30.2	33.40	งานเบา ไม่เกิน 34 องศาเซลเซียส
แผนกหลอมโลหะและปรับส่วนผสม	35.20	0.78	34.20	36.50	งานปานกลาง ไม่เกิน 32
แผนกเทแบบ	32.54	0.95	32.20	34.20	องศาเซลเซียส
แผนกถอดแบบ	32.69	0.61	32.20	33.50	งานหนัก ไม่เกิน
แผนกหลังถอดแบบ	32.67	0.91	32.00	34.20	30 องศาเซลเซียส

ส่วนที่ 7 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการผื่นคันจากการรับสัมผัสความร้อนของพนักงานโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติถดถอยพหุคูณ (Multiple logistic regression) โดยมีตัวแปรอิสระ คือ เพศ ดัชนีมวลกาย อายุ การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การดื่มน้ำเปล่า การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ การแต่งกายนอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงาน แผนก ระยะเวลาการทำงาน (ปี) จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน (ชม.) เวลาพักระหว่างการทำงาน (ชม.) การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ การเปลี่ยนแปลงของระดับความดันโลหิต และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกาย ส่วนตัวแปรตามคืออาการผื่นคันจากความร้อน

ผลการศึกษาพบว่า เพศหญิงมีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าเพศชาย 9.23 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 9.23 (1.33, 63.89) การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการไม่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 3.19 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 3.19 (1.04, 9.79) การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น มีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการไม่สวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น 2.76 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 2.76 (1.02, 7.45) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้น

มีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการไม่เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายหรือมีค่าอุณหภูมิร่างกายเท่าเดิม 5.27 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 5.27 (1.02, 27.11) และระยะเวลาการทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน 7.57 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 7.57 (1.52, 37.70) รายละเอียดในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการผื่นคันจากการรับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

ปัจจัย	ผื่นคัน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 67	N = 61				Lower	Upper	
	(52.34%)	(47.66%)						
เพศ								
ชาย	60 (89.60)	51 (83.60)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
หญิง	7 (10.40)	10 (16.40)	1.68	0.32	9.23	1.33	63.89	2.22
การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ไม่ดื่ม	27 (40.30)	19 (31.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ยังดื่มอยู่	40 (59.70)	42 (68.90)	1.50	0.28	3.19	1.04	9.79	1.16
การสวมใส่กางเกงขาสั้น หรือกางเกงชั้นในขาสั้น								
ไม่ใส่	37 (55.20)	24 (39.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	30 (44.80)	37 (60.70)	1.90	0.07	2.76	1.02	7.45	1.01

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ปัจจัย	ผื่นคัน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 67	N = 61				Lower	Upper	
	(52.34%)	(47.66%)						
ระยะเวลาการทำงานต่อวัน (ชม.)								
8	22 (32.80)	15 (24.60)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
> = 9	45 (67.20)	46 (75.40)	1.49	0.30	7.57	1.52	37.70	2.02
อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)								
ไม่เพิ่ม	11 (16.40)	6 (9.80)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	56 (83.60)	55 (90.20)	1.80	0.28	5.27	1.02	27.11	1.66
อายุ (ปี)								
20-29	19 (28.40)	21 (34.40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
30-39	23 (34.30)	19 (31.10)	0.75	0.51	0.69	0.21	2.24	-0.36
40-49	16 (23.90)	13 (21.30)	0.74	0.53	2.13	0.51	8.95	0.75
> = 50	9 (13.40)	8 (13.10)	0.80	0.71	2.27	0.31	16.48	0.82

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ปัจจัย	ผื่นคัน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P* – value	OR	95%CI		
	N = 67	N = 61				Lower	Upper	
	(52.34%)	(47.66%)						
ดัชนีมวลกาย								
ปกติ (18.50-24.99 กก./ ม.^{2})	48 (71.60)	46 (75.40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
มากกว่าปกติ (25.00-(> = 30.00 กก./ ม.^{2})	19 (28.40)	15 (24.60)	0.82	0.63	0.48	0.15	1.45	-0.73
ปริมาณการดื่มน้ำเปล่าต่อวัน (แก้ว)								
<=10	48 (71.60)	49 (80.30)	1.61	0.25	1.71	0.59	4.98	0.54
>=11	19 (28.40)	12 (19.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่								
ไม่เคยดื่มเลย	16 (23.90)	12 (19.70)	0.78	0.57	0.76	0.22	2.58	-0.27
ดื่ม	51 (76.10)	49 (80.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
การสวมใส่เสื้อยืดคอกลม								
ไม่ใส่	23 (34.30)	15 (24.60)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	44 (65.70)	46 (75.40)	1.60	0.23	1.43	0.46	4.38	0.36

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ปัจจัย	ผื่นคัน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 67	N = 61				Lower	Upper	
	(52.34%)	(47.66%)						
การสวมใส่เสื้อกล้าม หรือเสื้อซับ								
ไม่ใส่	46 (68.70)	35 (57.40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	21 (31.30)	26 (42.60)	0.76	0.22	1.10	0.38	3.12	0.09
การสวมใส่ถุงเท้า								
ไม่ใส่	22 (32.80)	14 (23.00)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	45 (67.20)	47 (77.00)	1.64	0.22	4.37	0.65	29.30	1.47
การสวมใส่ถุงมือ								
ไม่ใส่	31 (46.30)	21 (34.40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	36 (53.70)	40 (65.60)	1.64	0.17	1.12	0.31	4.09	0.11
การสวมใส่ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน								
ไม่ใส่	65 (97.00)	55 (90.20)	0.28	0.13	0.09	0.01	1.06	-2.36
ใส่	2 (3.00)	6 (9.80)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ปัจจัย	ผื่นคัน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 67	N = 61				Lower	Upper	
	(52.34%)	(47.66%)						
แผนก								
ทำแบบหล่อและไส้แบบ	23 (34.30)	20 (32.80)	0.63	0.33	2.02	0.47	8.60	0.70
หลอมโลหะและปรับส่วนผสม	21 (31.30)	11 (18.00)	0.38	0.06	0.33	0.08	1.27	-1.10
เทแบบ	6 (9.00)	6 (9.00)	0.72	0.63	6.71	0.82	54.52	1.90
ถอดแบบ	4 (6.00)	6 (9.00)	1.08	0.91	0.98	0.17	5.44	-0.01
หลังถอดแบบ	13 (19.40)	18 (29.50)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ประวัติการทำงาน								
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)								
< = 5	42 (62.70)	39 (63.90)	0.92	0.94	2.38	0.31	17.78	0.86
6-10	17 (25.40)	14 (23.00)	0.82	0.89	2.21	0.24	19.84	0.79
> =11	8 (11.90)	8 (13.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ปัจจัย	ผื่นคัน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 67	N = 61				Lower	Upper	
	(52.34%)	(47.66%)						
เวลาพักของพนักงาน (ชม.)								
1	26 (38.80)	20 (32.80)	0.77	0.48	1.10	0.33	3.65	0.10
2	41 (61.20)	41 (61.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/ นาที)								
ไม่เพิ่ม	4 (6.00)	5 (8.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	63 (94.00)	56 (91.80)	0.71	0.62	0.13	0.01	1.05	-2.00
ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ (mV)								
ไม่สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	9 (13.40)	9 (13.40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	58 (86.60)	52 (85.20)	0.90	0.83	-	-	-	-

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ปัจจัย	ผื่นคัน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 67	N = 61				Lower	Upper	
	(52.34%)	(47.66%)						
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ใน 1 วันทำงาน (มิลลิลิตร)								
< 150 มิลลิลิตร	19 (28.40)	20 (32.80)	1.50	0.61	-	-	-	-
151-300 มิลลิลิตร	26 (38.80)	26 (42.60)	2.11	0.34	-	-	-	-
> 300 มิลลิลิตร	6 (9.00)	3 (4.90)	Ref.	Ref.		Ref.	Ref.	Ref.
ช่วงเวลาที่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ดื่มก่อนเข้าทำงาน	2 (3.00)	0 (0.00)	0.62	0.24	-	-	-	-
ดื่มมาเมื่อคืนก่อนมาทำงาน	6 (9.00)	8 (13.10)	0.00	0.99	-	-	-	-
ดื่มมาแล้ว 1 วัน	6 (9.00)	9 (14.80)	1.28	0.68	-	-	-	-
ดื่มมาแล้วมากกว่า 1 วัน	25 (37.30)	26 (42.60)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

ตารางที่ 4-10 (ต่อ

ปัจจัย	ผื่นคัน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี N = 67 (52.34%)	มี N = 61 (47.66%)	OR	*P*-value	OR	95%CI Lower	Upper	
ปริมาณการสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ดื่มเล็กน้อย	13 (1940).	18 (29.50)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
หนึ่งแก้ว	2 (3.00)	1 (1.60)	2.15	0.11	-	-	-	-
2-3 แก้วต่อสัปดาห์	3 (4.50)	8 (13.10)	0.78	0.84	-	-	-	-
> 3 แก้วต่อสัปดาห์	21 (31.30)	16 (26.20)	4.15	0.05	-	-	-	-
ความหนักเบาของงาน								
งานปานกลาง (ทำแบบหล่อและไส้แบบ หลอมโลหะและปรับส่วนผสม และเทแบบ)	50 (74.60)	37 (60.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
งานหนัก (ถอดแบบ และหลังถอดแบบ)	17 (25.40)	24 (39.30)	0.52	0.09	-	-	-	-
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)								
ไม่เพิ่ม	7 (10.40)	8 (13.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	60 (89.60)	53 (86.90)	0.77	0.64	-	-	-	-

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ปัจจัย	ผื่นคัน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี N = 67 (52.34%)	มี N = 61 (47.66%)	OR	*P*-value	OR	95%CI Lower	Upper	
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)								
ไม่เพิ่ม	7 (10.40)	12 (19.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	60 (89.60)	49 (80.30)	0.48	0.15	-	-	-	-

ส่วนที่ 8 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการตะคริวจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติถดถอยพหุคูณ (Multiple logistic regression) โดยมีตัวแปรต้น คือ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การดื่มน้ำเปล่า การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ การแต่งกายนอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงาน ระยะเวลาการทำงาน (ปี) จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน (ชม.) เวลาพักระหว่างการทำงาน (ชม.) การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ การเปลี่ยนแปลงของระดับความดันโลหิต และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกาย ตัวแปรตาม คือ อาการตะคริวจากความร้อน

ผลการศึกษาพบว่า พนักงานที่มีค่าดัชนีมวลกายมากกว่าปกติมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตะคริวจากความร้อนมากกว่าพนักงานที่มีค่าดัชนีมวลกายปกติ 3.29 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 3.29 (1.03, 10.49) และการสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตะคริวจากความร้อนมากกว่าการไม่สวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้น 4.77 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 4.77 (1.49, 15.23) รายละเอียดในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการตะคริวจากการรับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

ปัจจัย	ตะคริว		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 95	N = 33				Lower	Upper	
	(74.22%)	(25.78%)						
ดัชนีมวลกาย								
ปกติ (18.50-24.99 กก./ ม.^{2})	76 (80.00)	18 (54.50)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
มากกว่าปกติ (25.00-(> = 30.00 กก./ ม.^{2})	19 (20.00)	15 (45.50)	3.33	0.00	3.29	1.03	10.49	1.19
การสวมใส่กางเกงขาสั้น หรือกางเกงชั้นในขาสั้น								
ไม่ใส่	53 (55.80)	8 (24.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	42 (44.20)	2575.80)	3.94	<0.00	4.77	1.49	15.23	1.56
เพศ								
ชาย	83 (87.40)	28 (84.80)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
หญิง	12 (12.60)	5 (15.20)	1.23	0.71	1.14	0.11	11.64	0.13
อายุ (ปี)								
20-29	29 (30.50)	11 (33.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
30-39	35 (36.80)	7 (21.20)	0.53	0.24	0.25	0.06	1.06	-1.35

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ปัจจัย	ตะคริว		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 95	N = 33				Lower	Upper	
	(74.22%)	(25.78%)						
40-49	19 (20.00)	10 (30.30)	1.39	0.53	0.69	0.14	3.38	-0.37
> = 50	12 (12.60)	5 (15.20)	1.01	0.88	0.20	0.02	2.03	-1.60
การดื่มสุรา หรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ไม่ดื่ม	35 (36.80)	11 (33.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ยังดื่มอยู่	6063.20)	22 (66.70)	1.17	0.72	1.08	0.32	3.60	0.08
ปริมาณการดื่มน้ำเปล่าต่อวัน (แก้ว)								
<=10	73 (76.80)	24 (72.70)	0.80	0.63	0.80	0.24	2.61	-0.22
>=11	22 (23.20)	9 (27.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่								
ไม่เคยดื่มเลย	19 (20.00)	9 (27.30)	0.66	0.38	1.19	0.30	4.65	0.17
ดื่ม	76 (80.00)	24 (72.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ปัจจัย	ตะคริว		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี N = 95 (74.22%)	มี N = 33 (25.78%)	OR	*P*-value	OR	95%CI Lower	95%CI Upper	
การสวมใส่เสื้อยืดคอกลม								
ไม่ใส่	30 (31.60)	8 (24.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	65 (68.40)	25 (75.80)	1.44	0.43	1.50	0.43	5.22	0.40
การสวมใส่เสื้อกล้าม หรือเสื้อซับ								
ไม่ใส่	57 (60.00)	24 (72.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	38 (40.00)	9 (27.30)	0.56	0.19	0.34	0.10	1.15	-1.05
การสวมใส่ถุงเท้า								
ไม่ใส่	24 (25.30)	12 (36..40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	71 (74.70)	21 (63.60)	0.59	0.22	1.10	0.15	7.90	0.09
การสวมใส่ถุงมือ								
ไม่ใส่	35 (36.80)	17 (51.50)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	60 (63.20)	16 (48.50)	0.55	0.14	0.41	0.09	1.85	-0.88

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ปัจจัย	ตะคริว		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 95	N = 33				Lower	Upper	
	(74.22%)	(25.78%)						
การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่น ๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน								
ไม่ใส่	91 (95.80)	29 (87.90)	3.19	0.12	0.28	0.04	1.99	-1.25
ใส่	4 (4.20)	4 (12.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)								
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)								
<=5	65 (68.40)	16 (48.50)	0.24	0.01	0.12	0.01	1.11	-2.07
6-10	22 (23.20)	9 (27.30)	0.40	0.16	0.24	0.02	2.40	-1.40
> =11	8 (8.40)	8 (24.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ระยะเวลาการทำงานต่อวัน (ชม.)								
8	27 (28.40)	10 (30.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
> = 9	68 (71.60)	23 (69.70)	0.91	0.83	2.87	0.51	16.14	1.05

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ปัจจัย	ตะคริว		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี N = 95 (74.22%)	มี N = 33 (25.78%)	OR	*P*-value	OR	95%CI Lower	Upper	
เวลาพักของพนักงาน (ชม.)								
1	31 (32.60)	15 (45.50)	1.72	0.18	2.17	0.52	9.13	0.77
2	64 (67.40)	18 (54.50)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/ นาที)								
ไม่เพิ่ม	6 (6.30)	3 (9.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	89 (93.70)	30 (90.90)	0.67	0.59	0.63	0.08	4.70	-0.45
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)								
ไม่เพิ่ม	10 (10.50)	5 (15.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	85 (89.50)	28 (84.80)	1.05	0.93	2.92	0.07	121.17	1.07

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ปัจจัย	ตะคริว		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี N = 95 (74.22%)	มี N = 33 (25.78%)	OR	*P*-value	OR	95%CI Lower	Upper	
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว(มิลลิเมตรปรอท)								
ไม่เพิ่ม	12 (12.60)	7 (21.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	83 (87.40)	26 (78.80)	0.58	0.28	0.39	0.01	12.48	-0.92
อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)								
ไม่เพิ่ม	14 (14.70)	3 (9.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	81 (85.30)	30 (90.90)	1.73	0.42	1.16	0.21	6.54	0.15
ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ (mV)								
ไม่สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	13 (13.70)	5 (15.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	82 (86.30)	28 (84.80)	0.89	0.83	0.86	0.20	3.69	-0.14

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ปัจจัย	ตะคริว		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี N = 95 (74.22%)	มี N = 33 (25.78%)	OR	*P*-value	OR	95%CI Lower	Upper	
ช่วงเวลาที่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ดื่มก่อนเข้าทำงาน	2 (2.10)	0 (0.00)	0.73	0.52	-	-	-	-
ดื่มมาเมื่อคืนก่อนมาทำงาน	9 (9.50)	5 (15.20)	0.00	0.99	-	-	-	-
ดื่มมาแล้ว 1 วัน	11 (11.60)	4 (12.10)	1.47	0.55	-	-	-	-
ดื่มมาแล้วมากกว่า 1 วัน	37 (38.90)	14 (42.40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ปริมาณการสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ดื่มเล็กน้อย	26 (27.40)	5 (15.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
หนึ่งแก้ว	2 (2.10)	1 (3.00)	1.80	0.64	-	-	-	-
2-3 แก้วต่อสัปดาห์	7 (7.40)	4 (12.10)	2.06	0.77	-	-	-	-
> 3 แก้วต่อสัปดาห์	24 (25.30)	13 (39.40)	1.95	0.18	-	-	-	-

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ปัจจัย	ตะคริว		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี N = 95 (74.22%)	มี N = 33 (25.78%)	OR	*P*-value	OR	95%CI Lower	Upper	
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ใน 1 วันทำงาน (มิลลิลิตร)								
< 150 มิลลิลิตร	32 (33.70)	7 (27.30)	0.59	0.50	-	-	-	-
151-300 มิลลิลิตร	39 (41.10)	13 (39.40)	0.27	0.10	-	-	-	-
> 300 มิลลิลิตร	5 (5.30)	4 (12.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
แผนก								
ทำแบบหล่อและไส้แบบ	33 (34.70)	10 (30.30)	0.64	0.39	-	-	-	-
หลอมโลหะและปรับส่วนผสม	24 (25.30)	8 (24.20)	0.70	0.52	-	-	-	-
เทแบบ	9 (9.50)	3 (9.10)	0.70	0.64	-	-	-	-
ถอดแบบ	8 (8.40)	2 (6.10)	0.52	0.46	-	-	-	-
หลังถอดแบบ	21 (22.10)	10 (30.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

ตารางที่ 4-11 (ต่อ)

ปัจจัย	ตะคริว		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 95	N = 33				Lower	Upper	
	(74.22%)	(25.78%)						
ความหนักเบาของงาน								
งานปานกลาง (ทำแบบหล่อและไส้แบบ หลอมโลหะและปรับส่วนผสม และเทแบบ)	66 (69.50)	21 (63.60)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
งานหนัก (ถอดแบบ และหลังถอดแบบ)	29 (30.50)	12 (36.40)	1.30	0.53	-	-	-	-

ส่วนที่ 9 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อโรคลมร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติถดถอยพหุคูณ (Multiple logistic regression) โดยมีตัวแปรต้น คือ เพศ อายุ การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การดื่มน้ำเปล่า การแต่งกายนอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงาน ระยะเวลาในการทำงาน (ปี) จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน (ชม.) เวลาพักระหว่างการทำงาน (ชม.) การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ การเปลี่ยนแปลงของระดับความดันโลหิต การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกาย และการเปลี่ยนแปลงของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ (mV) ส่วนตัวแปรตาม คือ โรคลมร้อน

ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านการสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่น ๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน มีความเสี่ยงต่อโรคลมร้อนน้อยกว่าการไม่สวมใส่เครื่องแต่งกายอื่น ๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน 0.02 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 0.02 (0.01, 0.23) รายละเอียดในตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อโรคลมร้อนจากการรับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

ปัจจัย	โรคลมร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 110	N = 18				Lower	Upper	
	(85.94%)	(14.06%)						
การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่น ๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน								
ไม่ใส่	106 (96.40)	14 (77.80)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	4 (3.60)	4 (22.20)	7.57	<0.00	0.02	0.01	0.23	-3.59
เพศ								
ชาย	98 (89.10)	13 (72.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
หญิง	12 (10.90)	5 (27.80)	3.14	0.06	4.46	0.42	46.83	1.49
อายุ (ปี)								
20-29	35 (31.80)	5 (27.80)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
30-39	37 (33.60)	5 (27.80)	0.95	0.25	0.53	0.08	3.39	-0.61
40-49	26 (23.60)	3 (16.70)	0.81	0.17	0.33	0.03	3.02	-1.09
> = 50	12 (10.90)	5 (27.80)	2.92	0.72	0.72	0.05	10.03	-0.32

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ปัจจัย	โรคลมร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 110	N = 18				Lower	Upper	
	(85.94%)	(14.06%)						
การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ไม่ดื่ม	39 (35.50)	7 (38.90)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ยังดื่มอยู่	71 (64.50)	11 (61.10)	0.86	0.78	1.93	0.35	10.61	0.66
ปริมาณการดื่มน้ำเปล่าต่อวัน (แก้ว)								
<= 10	82 (74.50)	15 (83.30)	1.70	0.42	3.94	0.48	31.84	1.37
>= 11	28 (25.50)	3 (16.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
การสวมใส่เสื้อยืดคอกลม								
ไม่ใส่	32 (29.10)	6 (33.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	78 (70.90)	12 (66.70)	0.82	0.71	0.42	0.08	2.15	-0.85
การสวมใส่เสื้อกล้าม หรือเสื้อซับ								
ไม่ใส่	72 (65.50)	9 (50.00)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	38 (34.50)	9 (50.00)	1.89	0.21	1.43	0.37	5.53	0.36

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ปัจจัย	โรคลมร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี N = 110 (85.94%)	มี N = 18 (14.06%)	OR	*P*-value	OR	95%CI Lower	95%CI Upper	
การสวมใส่กางเกงขาสั้น หรือกางเกงชั้นในขาสั้น								
ไม่ใส่	56 (50.90)	5 (27.80)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	54 (49.10)	13 (72.20)	2.69	0.07	3.43	0.72	16.30	1.23
การสวมใส่ถุงเท้า								
ไม่ใส่	29 (26.40)	7 (38.90)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	81 (73.60)	11 (61.10)	0.56	0.28	1.93	0.13	27.45	0.66
การสวมใส่ถุงมือ								
ไม่ใส่	42 (38.20)	10 (55.60)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	68 (61.80)	8 (44.40)	0.49	0.17	0.38	0.05	2.79	-0.96

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ปัจจัย	โรคลมร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 110	N = 18				Lower	Upper	
	(85.94%)	(14.06%)						
ประวัติการทำงาน								
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)								
<=5	73 (66.40)	8 (44.40)	0.24	0.03	0.39	0.02	5.93	-0.92
6-10	26 (23.60)	5 (27.80)	0.42	0.23	1.44	0.07	29.60	0.36
> =11	11 (10.00)	5 (27.80)	0.25	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ระยะเวลาการทำงานต่อวัน (ชม.)								
8	29 (26.40)	8 (44.40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
> = 9	50 (45.50)	5 (27.80)	0.44	0.12	0.68	0.09	4.89	-0.37
เวลาพักของพนักงาน (ชม.)								
1	36 (32.70)	10 (55.60)	2.57	0.06	2.26	0.36	14.07	0.81
2	74 (67.30)	8 (44.40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ปัจจัย	โรคลมร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี N = 110 (85.94%)	มี N = 18 (14.06%)	OR	*P*-value	OR	95%CI Lower	95%CI Upper	
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/ นาที)								
ไม่เพิ่ม	7 (6.40)	2 (11.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	103 (93.60)	16 (88.90)	0.54	0.47	0.29	0.02	3.58	-1.22
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)								
ไม่เพิ่ม	13 (11.80)	2 (11.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	97 (88.20)	16 (88.90)	1.07	0.93	0.97	0.05	17.28	-0.02
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)								
ไม่เพิ่ม	16 (14.50)	3 (16.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	94 (85.50)	15 (83.30)	0.85	0.81	1.08	0.05	21.36	0.08

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ปัจจัย	โรคลมร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 110	N = 18				Lower	Upper	
	(85.94%)	(14.06%)						
อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)								
ไม่เพิ่ม	13 (11.80)	4 (22.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	97 (88.20)	14 (77.80)	0.47	0.23	0.16	0.02	1.13	-1.82
ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ (mV)								
ไม่สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	15 (13.60)	3 (16.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	95 (86.40)	15 (83.30)	0.79	0.73	0.91	0.12	6.54	-0.08
ดัชนีมวลกาย								
ปกติ (18.50-24.99 กก./ ม.^{2})	82 (74.50)	12 (66.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
มากกว่าปกติ (25.00-(> = 30.00 กก./ ม.^{2})	28 (25.50)	6 (33.30)	1.46	0.48	-	-	-	-

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ปัจจัย	โรคลมร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 110	N = 18				Lower	Upper	
	(85.94%)	(14.06%)						
ช่วงเวลาที่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ดื่มก่อนเข้าทำงาน	2 (1.80)	0 (0.00)	0.84	0.75	-	-	-	-
ดื่มมาเมื่อคืนก่อนมาทำงาน	14 (12.70)	0 (0.00)	0.01	0.99	-	-	-	-
ดื่มมาแล้ว 1 วัน	13 (11.80)	2 (11.10)	0.01	0.99	-	-	-	-
ดื่มมาแล้วมากกว่า 1 วัน	42 (38.20)	9 (50.00)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ปริมาณการสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ดื่มเล็กน้อย	25 (22.70)	6 (33.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
หนึ่งแก้ว	3 (2.70)	0 (0.00)	0.00	0.99	-	-	-	-
2-3 แก้วต่อสัปดาห์	9 (8.20)	2 (11.10)	1.24	0.69	-	-	-	-
> 3 แก้วต่อสัปดาห์	34 (30.90)	3 (16.70)	0.49	0.33	-	-	-	-

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ปัจจัย	โรคลมร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 110	N = 18				Lower	Upper	
การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่								
ไม่เคยดื่มเลย	26 (23.60)	2 (11.10)	2.47	0.28	-	-	-	-
ดื่ม	84 (76.40)	16 (88.90)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ใน 1 วันทำงาน (มิลลิลิตร)								
< 150 มิลลิลิตร	34 (30.90)	5 (27.80)	0.27	0.23	-	-	-	-
151-300 มิลลิลิตร	43 (39.10)	9 (50.00)	0.51	0.48	-	-	-	-
> 300 มิลลิลิตร	7 (6.40)	2 (11.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
แผนก								
ทำแบบหล่อและไส้แบบ	36 (32.70)	7 (38.90)	1.31	0.97	-	-	-	-
หลอมโลหะและปรับส่วนผสม	28 (25.50)	4 (22.20)	0.96	0.96	-	-	-	-
เทแบบ	10 (9.10)	2 (11.10)	1.35	0.75	-	-	-	-
ถอดแบบ	9 (8.20)	1 (5.60)	0.75	0.81	-	-	-	-
หลังถอดแบบ	27 (24.50)	4 (22.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

ปัจจัย	โรคลมร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 110	N = 18				Lower	Upper	
งานปานกลาง (ทำแบบหล่อและไส้แบบหลอมโลหะและปรับส่วนผสม และเทแบบ)	74 (67.30)	13 (72.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
งานหนัก (ถอดแบบ และหลังถอดแบบ)	36 (32.70)	5 (27.80)	0.79	0.67	-	-	-	-

ส่วนที่ 10 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการอ่อนเพลียเนื่องความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติถดถอยพหุคูณ (Multiple logistic regression) โดยมีตัวแปรต้น คือ เพศ อายุ ดัชนีมวลกาย การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การดื่มน้ำเปล่า การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ การแต่งกายนอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงาน ระยะเวลาในการทำงาน (ปี) จำนวนชั่วโมงทำงานต่อวัน (ชม.) เวลาพักระหว่างการทำงาน (ชม.) ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ (mV) และความหนักเบาของงาน ส่วนตัวแปรตาม คือ อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน

ผลการศึกษาพบว่า เพศหญิงมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนมากกว่าเพศชาย 7.37 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 7.37 (1.05, 51.52) และการสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนมากกว่าการไม่สวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น 2.70 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 2.70 (1.02, 7.17) รายละเอียดในตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออาการอ่อนเพลียจากการรับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47	N = 81				Lower	Upper	
	(36.71%)	(63.29%)						
เพศ								
ชาย	43 (91.50)	68 (84.00)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
หญิง	4 (8.50)	13 (16.00)	2.05	0.23	7.37	1.05	51.52	1.99
การสวมใส่กางเกงขาสั้น หรือกางเกงชั้นในขาสั้น								
ไม่ใส่	27 (57.40)	34 (42.00)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	20 (42.60)	47 (58.00)	1.86	0.09	2.70	1.02	7.17	0.99
อายุ (ปี)								
20-29	14 (29.80)	26 (32.10)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
30-39	13 (27.70)	29 (35.80)	1.20	0.69	1.66	0.55	5.03	0.51
40-49	14 (29.80)	15 (18.50)	0.57	0.26	0.91	0.23	3.60	-0.09
> = 50	6 (12.80)	11 (13.60)	0.98	0.98	2.58	0.31	21.48	0.95

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47	N = 81				Lower	Upper	
	(36.71%)	(63.29%)						
ดัชนีมวลกาย								
ปกติ (18.50-24.99 กก./ ม.^{2})	35 (74.50)	59 (72.80)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
มากกว่าปกติ (25.00-(> = 30.00 กก./ ม.^{2})	12 (25.50)	22 (27.20)	1.08	0.84	0.68	0.24	1.94	-0.37.
การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ไม่เคยดื่มเลย	17 (36.20)	29 (35.80)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ยังดื่มอยู่	30 (63.80)	52 (64.20)	1.70	0.08	1.47	0.54	4.01	0.39
ปริมาณการดื่มน้ำเปล่าต่อวัน (แก้ว)								
< = 10	33 (70.20)	64 (79.00)	1.59	0.26	2.10	0.73	5.97	0.74
> = 11	14 (29.80)	17 (21.00)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef. (β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47	N = 81				Lower	Upper	
	(36.71%)	(63.29%)						
ความหนักเบาของงาน								
งานปานกลาง (ทำแบบหล่อและไส้แบบ หลอมโลหะและปรับส่วนผสมและเทแบบ)	33 (70.20)	54 (66.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
งานหนัก (ถอดแบบ และหลังถอดแบบ)	14 (29.80)	27 (33.30)	1.17	0.67	0.87	0.31	2.48	-
อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้ง/นาที)								
ไม่เพิ่ม	3 (6.40)	6 (7.40)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	44 (93.60)	75 (92.60)	0.85	0.82	-	-	-	-

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef.(β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47	N = 81				Lower	Upper	
	(36.71%)	(63.29%)						
การดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่								
ไม่เคยดื่มเลย	11 (23.40)	17 (21.00)	0.86	0.75	0.67	0.21	2.19	-0.39
ดื่ม	36 (76.60)	64 (79.00)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
การสวมใส่เสื้อยืดคอกลม								
ไม่ใส่	16 (34.00)	22 (27.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	31 (66.00)	59 (72.80)	1.38	0.41	1.61	0.55	4.71	0.47
การสวมใส่เสื้อกล้าม หรือเสื้อซับ								
ไม่ใส่	34 (72.30)	47 (58.00)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	13 (27.70)	34 (42.00)	1.89	0.10	1.48	0.53	4.06	0.39
การสวมใส่ถุงเท้า								
ไม่ใส่	16 (34.00)	20 (24.70)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	31 (66.00)	61 (75.30)	1.57	0.25	0.86	0.17	4.20	-0.14

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef. (β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47 (36.71%)	N = 81 (63.29%)				Lower	Upper	
การสวมใส่ถุงมือ								
ไม่ใส่	10 (50.00)	42 (38.90)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ใส่	10 (50.00)	66 (61.10)	1.71	0.14	1.57	0.45	5.44	0.45
การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่นๆ ได้แก่ ชุดกันไฟหน้ากากกันความร้อน								
ไม่ใส่	46 (97.90)	74 (91.40)	0.23	0.17	0.08	0.01	1.27	-2.43
ใส่	1 (2.10)	7 (8.60)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ระยะเวลาการทำงานต่อวัน (ชม.)								
8	15 (31.90)	22 (27.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
> = 9	32 (68.10)	59 (72.80)	1.25	0.56	1.38	0.39	4.92	0.32

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef. (β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47	N = 81				Lower	Upper	
	(36.71%)	(63.29%)						
ประวัติการทำงาน								
ระยะเวลาในการทำงาน (ปี)								
<=5	28 (59.60)	53 (65.40)	1.89	0.24	7.27	0.78	67.87	1.98
6-10	11 (23.40)	20 (24.70)	1.81	0.33	8.13	0.80	82.03	2.09
> =11	8 (17.00)	8 (9.90)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เวลาพักของพนักงาน (ชม.)								
1	17 (36.20)	29 (35.80)	0.98	0.96	1.18	0.37	3.74	0.16
2	30 (63.80)	52 (64.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (มิลลิเมตรปรอท)								
ไม่เพิ่ม	7 (14.90)	8 (9.90)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	40 (85.10)	73 (90.10)	1.59	0.39	1.53	0.10	22.78	0.42

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef. (β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47 (36.71%)	N = 81 (63.29%)				Lower	Upper	
ระดับความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัว (มิลลิเมตรปรอท)								
ไม่เพิ่ม	9 (19.10)	10 (12.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	38 (80.90)	71 (87.70)	0.59	0.30	1.56	0.14	17.12	0.44
อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)								
ไม่เพิ่ม	4 (8.50)	13 (16.00)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
เพิ่ม	43 (91.50)	68 (84.00)	0.48	0.23	0.36	0.08	1.64	-1.00
ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ (mV)								
ไม่สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	3 (6.40)	15 (18.50)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
สูญเสียอิเล็กโทรไลต์	44 (93.60)	66 (81.50)	0.30	0.06	0.30	0.06	1.49	-1.18

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef. (β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47	N = 81				Lower	Upper	
	(36.71%)	(63.29%)						
ช่วงเวลาที่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ดื่มก่อนเข้าทำงาน	0 (0.00)	2 (2.50)	1.10	0.81	-	-	-	-
ดื่มมาเมื่อคืนก่อนมาทำงาน	6 (12.80)	8 (9.90)	99.99	0.99	-	-	-	-
ดื่มมาแล้ว 1 วัน	4 (8.50)	11 (13.60)	0.86	0.80	-	-	-	-
ดื่มมาแล้วมากกว่า 1 วัน	20 (42.30)	31 (38.30)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
ปริมาณการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์								
ดื่มเล็กน้อย	13 (27.70)	18 (22.20)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
หนึ่งแก้ว	1 (2.10)	2 (2.50)	1.17	0.90	-	-	-	-
2-3 แก้วต่อสัปดาห์	2 (4.30)	9 (11.10)	2.63	0.24	-	-	-	-
> 3 แก้วต่อสัปดาห์	14 (29.80)	23 (28.40)	0.96	0.93	-	-	-	-

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef. (β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47	N = 81				Lower	Upper	
	(36.71%)	(63.29%)						
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ใน 1 วันทำงาน (มิลลิลิตร)								
< 150 มิลลิลิตร	19 (40.40)	20 (24.70)	0.19	0.14	-		-	-
151-300 มิลลิลิตร	16 (34.00)	36 (44.40)	0.13	0.06	-	-	-	-
> 300 มิลลิลิตร	1 (2.10)	8 (9.90)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
แผนก								
ทำแบบหล่อและไส้แบบ	16 (34.00)	27 (33.30)	1.06	0.89	-	-	-	-
หลอมโลหะและปรับส่วนผสม	12 (25.50)	20 (24.70)	1.05	0.92	-	-	-	-
เทแบบ	5 (10.60)	7 (8.60)	0.88	0.85	-	-	-	-
ถอดแบบ	2 (4.30)	8 (9.90)	2.52	0.28	-	-	-	-
หลังถอดแบบ	12 (25.50)	19 (23.50)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ปัจจัย	อ่อนเพลียจากความร้อน		Crude		Adjusted			Coef. (β)
	ไม่มี	มี	OR	*P*-value	OR	95%CI		
	N = 47	N = 81				Lower	Upper	
	(36.71%)	(63.29%)						
ปริมาณการดื่มเครื่องดื่มเกลือแร่ใน 1 วันทำงาน (มิลลิลิตร)								
< 150 มิลลิลิตร	19 (40.40)	20 (24.70)	0.19	0.14	-	-	-	-
151-300 มิลลิลิตร	16 (34.00)	36 (44.40)	0.13	0.06	-	-	-	-
> 300 มิลลิลิตร	1 (2.10)	8 (9.90)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
แผนก								
ทำแบบหล่อและไส้แบบ	16 (34.00)	27 (33.30)	1.06	0.89	-	-	-	-
หลอมโลหะและปรับส่วนผสม	12 (25.50)	20 (24.70)	1.05	0.92	-	-	-	-
เทแบบ	5 (10.60)	7 (8.60)	0.88	0.85	-	-	-	-
ถอดแบบ	2 (4.30)	8 (9.90)	2.52	0.28	-	-	-	
หลังถอดแบบ	12 (25.50)	19 (23.50)	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	F

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

พนักงานที่รับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง จำนวน 128 คน พบว่า มีเพศชาย ร้อยละ 86.70 อายุเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 36.06 (9.76) ปี ค่าดัชนีมวลกายส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ปกติร้อยละ 71.10 ส่วนใหญ่ยังดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อยู่ร้อยละ 64.00 ส่วนใหญ่สวมใส่เครื่องแต่งกายเสื้อยืดคอกลม ร้อยละ 70.30 ตามลำดับ มีระยะเวลาทำงานเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 5.85 (6.67) ปี พนักงานส่วนใหญ่ทำงานเฉลี่ยต่อวัน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 9.93 (1.50) ชั่วโมง มีระยะเวลาพักเฉลี่ยต่อวัน (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 1.64 (0.48) ชั่วโมง ลักษณะงานส่วนใหญ่เป็นงานปานกลาง ร้อยละ 68.00 ส่วนใหญ่มีอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน ร้อยละ 63.30 รองลงมาคือ อาการผื่นคันจากความร้อน ตะคริวจากความร้อน และโรคลมร้อน ร้อยละ 47.70, 25.80 และ 14.10 ปัจจัยด้านสรีรวิทยาพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านอัตราการเต้นของหัวใจเปลี่ยนแปลงจากเดิมมากที่สุด ร้อยละ 93.00 และมีระดับความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ในปัสสาวะก่อนเริ่มงานเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 17.41 (4.78) มิลลิโวลต์ และหลังเลิกงานมีระดับความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ในปัสสาวะเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 23.11 (7.98) ตามลำดับ ระดับความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานพบว่า แผนกที่พนักงานรับสัมผัสความร้อนสูงสุดได้แก่แผนกหลอมโลหะและปรับส่วนผสม โดยมีอุณหภูมิเว็ทบัลบ์โกลบเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) เท่ากับ 35.20 (0.78) องศาเซลเซียส

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการผื่นคันจากการรับสัมผัสความร้อนของพนักงานโรงงานหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

ผลการศึกษาพบว่า เพศหญิงมีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าเพศชาย 9.23 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 9.23 (1.33, 63.89) การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการไม่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 3.19 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 3.19 (1.04, 9.79) การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น มีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการไม่สวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น 2.76 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 2.76 (1.02, 7.45) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้นมีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการไม่เปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายหรือมี

ค่าอุณหภูมิร่างกายเท่าเดิม 5.27 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 5.27 (1.02, 27.11) และระยะเวลาการทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน มีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน 7.57 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 7.57 (1.52, 37.70)

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการตะคริวจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

ผลการศึกษาพบว่า พนักงานที่มีค่าดัชนีมวลกายมากกว่าปกติมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตะคริวจากความร้อนมากกว่าพนักงานที่มีค่าดัชนีมาลกายปกติ 3.29 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 3.29 (1.03, 10.49) และการสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการตะคริวจากความร้อนมากกว่าการไม่สวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้น 4.77 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 4.77 (1.49, 15.23)

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อโรคลมร้อนจากการรับสัมผัสความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

ผลการศึกษาพบว่า การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่นๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน มีความเสี่ยงต่อโรคลมร้อนน้อยกว่าการไม่สวมใส่เครื่องแต่งกายอื่นๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน 0.02 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 0.02 (0.01, 0.23)

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

ผลการศึกษาพบว่า เพศหญิงมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนมากกว่าเพศชาย 7.37 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 7.37 (1.05, 51.52) และการสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนมากกว่าการไม่สวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น 2.70 เท่า มีค่า OR (95%CI) เท่ากับ 2.70 (1.02, 7.17)

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนในโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง พบว่า ปัจจัยด้านเพศหญิง ดัชนีมวลกายที่มากกว่าปกติ การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ระยะเวลาการทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่น ๆ เช่น ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้น เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน จำแนกตามอาการผิดปกติประกอบด้วย อาการผื่นคันจากความร้อน อาการตะคริวจากความร้อน โรคลมร้อน และอาการ

อ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อาการผื่นคันจากความร้อน

จากการศึกษาพบว่า มีหลายปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการผื่นคันจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน ได้แก่ เพศหญิง การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้น และระยะเวลาการทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เพศ

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า เพศหญิง (OR = 9.23, 95% CI 1.33, 63.89) มีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าเพศชาย 9.23 เท่า เนื่องจากเพศหญิงนั้นจะมีไขมันใต้ผิวหนังมากกว่าเพศชายและมีแนวโน้มที่จะสูญเสียความร้อนได้มากกว่าเพศชาย (Kingma et al., 2012) เมื่อร่างกายได้รับความร้อนจะเกิดการสูญเสียความร้อนโดยการขับเหงื่อ (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551) ซึ่งการขับเหงื่อออกมามากจะทำให้เกิดอาการผื่นคันจากความร้อนได้ (อนามัย ธีรวิโรจน์เทศกะทึก, 2556) จากการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพกายจากการสัมผัสความร้อนขณะทำงานในกลุ่มคนทำนาเกลือจังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอาการและอาการแสดงผดผื่นจากการสัมผัสความร้อนร้อยละ 26.56 (จีรนันท์ จะเกร็ง, 2553)

การดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ปัจจัยด้านการดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการไม่ดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ 3.19 เท่า (OR = 3.19, 95% CI 1.04, 9.79) ซึ่งการดื่มสุราหรือการดื่มแอลกอฮอล์ในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้เกิดกระบวนการสูญเสียความร้อนมากขึ้น (กรมควบคุมโรค, 2557) ร่างกายจะเพิ่มอัตราการสูญเสียความร้อนโดยการขับเหงื่อ (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551) ซึ่งเหงื่อเป็นปัจจัยส่งเสริมทำให้เกิดอาการผื่นคันจากความร้อน (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2556) ดังนั้นไม่ควรดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เมื่อต้องทำงานในสภาพแวดล้อมการทำงานที่มีความร้อนสูง

การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้น

การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้นมีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าการไม่สวมใส่ 2.76 เท่า (OR = 2.76, 95% CI 1.02, 7.45) เนื่องจากกางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้นมีค่าฉนวนกันความร้อนค่อนข้างสูง จึงทำให้มีการระบายความร้อนที่ไม่ดี (ANSI, 2010) ทำให้เกิดความชื้นในร่างกายมากขึ้น และส่งผลให้เกิดผื่นคันจากความร้อนตามมา (Yanfeng et al., 2013) ดังนั้นพนักงานควรเลือกเสื้อผ้าที่มีการระบายอากาศที่ดี เช่น ผ้าลิกนิน (Linen) และผ้าฝ้าย (Cotton) เป็นต้น เพราะมีการระบายความร้อนได้ดี

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิร่างกายที่เพิ่มขึ้น

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิร่างกายมีความสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากความร้อนมากกว่าอุณหภูมิร่างกายที่ไม่เพิ่มขึ้นหรือเท่าเดิม 5.27 เท่า (OR = 5.27, 95% CI (1.02, 27.11) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องผลกระทบของอุณหภูมิที่เกี่ยวข้องกับการเจ็บป่วย จากความร้อนตามลักษณะของผู้ป่วยระหว่างฤดูร้อน ปี 2012 ในสาธารณรัฐเกาหลี ที่พบว่า ระดับความร้อนที่สูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับอาการผื่นคันจากความร้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (Wonwoong et al., 2013) ดังนั้นพนักงานควรมีการดื่มน้ำระหว่างการทำงานเพื่อลดอุณภูมิในร่างกาย โดยแนะนำให้ดื่มน้ำที่ที่อุณหภูมิห้องปริมาณมากกว่า 10 แก้วต่อวัน

ระยะเวลาการทำงานต่อวัน

ปัจจัยด้านระยะเวลาการทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน มีความเสี่ยงต่ออาการผื่นคันจากการรับสัมผัสความร้อนมากกว่าการทำงานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 ชั่วโมงต่อวัน 7.57 เท่า (OR = 7.57, 95% CI 1.52, 37.70) สอดคล้องกับการศึกษาความเครียดจากความร้อน การกระหายน้ำและการทำงานของไตในพนักงานตัดอ้อย ประเทศเอลซัลวาดอร์ พบว่า พนักงานตัดอ้อยมีการสูญเสียเหงื่อ กระหายน้ำ จากการทำงานเกิน 8 ชั่วโมงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p-value < 0.05 (Trabanino et al., 2015) ซึ่งการที่ร่างกายมีเหงื่อมากก็จะทำให้เกิดอาการผื่นคันจากความร้อนได้ (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2556)

2. อาการตะคริวจากความร้อน

จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการตะคริวจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน ได้แก่ ดัชนีมวลกายที่มากกว่าปกติ และการสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้นโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ดัชนีมวลกาย

พนักงานที่มีค่าดัชนีมาลกายมากกว่าปกติจะมีความเสี่ยงต่อการเกิดตะคริวจากความร้อนมากกว่าพนักงานที่มีค่าดัชีมวลกายปกติ 3.29 เท่า (OR = 3.29, 95%CI 1.03, 10.49) สอดคล้องกับการศึกษาอุณหภูมิแกนกลางของร่างกาย และร้อยละการกระหายน้ำในกรรมการไลน์แมน และนักกีฬากองหลัง พบว่า ผู้ที่มีค่าดัชนีมวลกายและพื้นที่ผิวตัวมากจะสูญเสียเหงื่อมากเพราะมีพื้นที่ระบายความร้อนมากและจะทำให้สูญเสียเกลือแร่ออกมาด้วย (Sandra et al., 2006) ดังนั้นถ้าร่างกายมีการสูญเสียน้ำและอิเล็กโทรไลต์ก็จะให้เกิดอาการเป็นตะคริวจากความร้อนได้ (OSHA, 2014)

การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้น

การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้นมีความเสี่ยงต่ออาการตะคริวจากความร้อนมากกว่าการไม่สวมใส่ 4.77 เท่า (OR = 4.77, 95% CI 1.49, 15.23) เนื่องจากกางเกงขาสั้นหรือ

ชุดชั้นในขาสั้นมีค่าฉนวนกันความร้อนค่อนข้างสูง จึงทำให้มีการระบายความร้อนที่ไม่ดี (ANSI, 2010) สอดคล้องกับการศึกษาเรื่องผลกระทบของอุณหภูมิร่างกายกับค่าความต้านทานของเสื้อผ้า ที่พบว่า อุณหภูมิร่างกายมีความสัมพันธ์กับค่าความต้านทานของเสื้อผ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value 0.05) ถ้าเสื้อผ้ามีค่าความต้านทานความร้อนที่สูง จะทำให้ร่างกายระบายความร้อนได้ไม่ดี (Yanfeng et al., 2013) จึงเป็นเหตุให้ร่างกายสูญเสียเหงื่อและเกลือแร่มาก ส่งผลให้เกิดตะคริวจากความร้อน (OSHA, 2014) ดังนั้นพนักงานควรเลือกเสื้อผ้าที่มีการระบายอากาศที่ดี เช่น ผ้าลิกนิน (Linen) และ ผ้าฝ้าย (Cotton) เป็นต้น

3. โรคลมร้อน

จากการศึกษาพบว่า การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่นๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน มีความเสี่ยงต่อโรคลมร้อน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่น ๆ

การสวมใส่เครื่องแต่งกายอื่น ๆ ได้แก่ ชุดกันไฟหน้ากากกันความร้อนของพนักงานมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคลมร้อนน้อยกว่าการไม่สวมใส่เครื่องแต่งกายอื่นๆ ได้แก่ ชุดกันไฟ หน้ากากกันความร้อน 0.02 เท่า (OR = 0.02, 95% CI 0.01, 0.23) เนื่องจากพนักงานมีการสวมใส่อุปกรณ์ดังกล่าวทุกครั้งเมื่อจะเข้าใกล้กับแหล่งความร้อน หลังจากทำงานเสร็จก็จะมีการถอดเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย และอุปกรณ์ดังกล่าวทำจากวัสดุกันความร้อนที่มีค่าฉนวนกันความร้อนค่อนข้างสูง (ANSI, 2010) จึงทำให้ความร้อนจากภายนอกหรือจากกระบวนการหลอมโลหะไม่สัมผัสผิวกายของพนักงานโดยตรง จึงทำให้พนักงานไม่เกิดการเจ็บป่วยจากโรคลมร้อน

4. อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน

จากการศึกษาพบว่า เพศหญิง และการสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้นมีความเสี่ยงต่อการเกิดอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เพศ

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า เพศหญิง มีความเสี่ยงต่ออาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนมากกว่าเพศชาย 7.37 เท่า (OR = 7.37, 95% CI 1.05, 51.52) เนื่องจากเพศหญิงนั้นจะมีไขมันใต้ผิวหนังมากกว่าเพศชายและมีแนวโน้มที่จะสูญเสียความร้อนได้มากกว่าเพศชาย (Kingma et al., 2012) เมื่อร่างกายได้รับความร้อนจะเกิดการสูญเสียความร้อนด้วยการขับเหงื่อ (สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์, 2551) ซึ่งการขับเหงื่อออกมามากจะทำให้เกิดอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (พรพิมล กองทิพย์, 2555) จากการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพกายจากการสัมผัสความร้อนขณะทำงานในกลุ่มคนทำนาเกลือจังหวัดสมุทรสงคราม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีอาการและอาการแสดงอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อนร้อยละ 67.19 (จีรนันท์ จะเกร็ง, 2553)

การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้น

การสวมใส่กางเกงขาสั้นหรือกางเกงชั้นในขาสั้นมีความเสี่ยงต่ออาการอ่อนเพลีย เนื่องจากความร้อนมากกว่าการไม่สวมใส่ 2.70 เท่า (OR = 2.70, 95% CI 1.02, 7.17) เนื่องจากกางเกงขาสั้นหรือชุดชั้นในขาสั้นมีค่าฉนวนกันความร้อนค่อนข้างสูง จึงทำให้มีการระบายความร้อนที่ไม่ดี (ANSI, 2010) สอดคล้องกับการศึกษาเรื่องผลกระทบของอุณหภูมิร่างกายกับค่าความต้านทานของเสื้อผ้า ที่พบว่า อุณหภูมิร่างกายมีความสัมพันธ์กับค่าความต้านทานของเสื้อผ้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*p*-value 0.05) ถ้าเสื้อผ้ามีค่าความต้านทานความร้อนที่สูง จะทำให้ร่างกายระบายความร้อนได้ไม่ดี (Yanfeng et al., 2013) จึงเป็นเหตุให้ร่างกายสูญเสียเหงื่อและเกลือแร่มาก ส่งผลให้เกิดอาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน (พรพิมล กองทิพย์, 2555) ดังนั้นพนักงานควรเลือกเสื้อผ้าที่มีการระบายอากาศที่ดี เช่น ผ้าลิกนิน (Linen) และ ผ้าฝ้าย (Cotton) เป็นต้น

จุดแข็งของการศึกษาวิจัย

จุดแข็งของการศึกษาวิจัย พนักงานที่รับสัมผัสความร้อนจากลักษณะการทำงานและกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงกัน มีการเก็บตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาหลายครั้ง นอกจากนั้นได้นำปัจจัยด้านการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์ทางปัสสาวะมาเป็นตัวแปรต้นในการวิเคราะห์อาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน

จุดอ่อนของการศึกษาวิจัย

การเก็บข้อมูลเรื่องความร้อนในสภาพแวดล้อมการทำงานนั้น ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บในช่วงเดือนที่ร้อนที่สุดได้ เนื่องจากระยะเวลาในการศึกษาที่จำกัด นอกจากนั้นการอาการผิดปกติจากการรับสัมผัสความร้อนเป็นการใช้แบบสอบถามเท่านั้น ไม่ใช่เป็นผลการตรวจร่างกายและวินิจฉัยโดยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะ ในการนำผลการศึกษาไปใช้

1. พนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับความร้อนไม่ควรดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เพราะจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยจากความร้อน

2. พนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับความร้อนควรเลือกชนิดของเสื้อผ้าที่สามารถระบายความร้อนได้ดี สวมใส่สบาย เพื่อช่วยในการระบายความร้อน เช่น ผ้าลิกนิน (Linen) และ ผ้าฝ้าย (Cotton) เป็นต้น

3. ควรสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันความร้อนทุกครั้งเมื่อต้องเข้าใกล้กับแหล่งกำเนิดความร้อน หรือต้องสัมผัสกับความร้อนโดยตรง เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการเจ็บป่วยจากความร้อน

4. พนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับความร้อนควรดื่มน้ำเปล่าอย่างน้อย 10 แก้วต่อวัน และทางโรงงานควรจัดบริการน้ำดื่มที่มีส่วนผสมของเกลือแร่ ให้แก่พนักงานอย่างเพียงพอ

5. พนักงานที่ทำงานเกี่ยวกับความร้อนควรทำงานวันละไม่เกิน 8 ชั่วโมง เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยจากความร้อน

6. ควรมีระบบเฝ้าระวังสภาพแวดล้อมในการทำงานโดยเฉพาะในช่วงเดือนที่ร้อนที่สุด

7. ควรมีการจัดระบบระบายอากาศที่ดี และมีเครื่องทำอากาศเย็นในสถานที่ทำงาน

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

สำหรับผู้ที่สนใจในการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสความร้อน ควรศึกษาเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1. ควรศึกษาปัจจัยด้านการสูญเสียอิเล็กโทรไลต์จากการรับสัมผัสความร้อน โดยการวิเคราะห์จากเลือดหรือซีรัม เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ผลที่แม่นยำ

2. ควรศึกษาการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ถุงมือกันความร้อน เสื้อกันไฟ ชนิดของเสื้อผ้า ต่อการเจ็บป่วยจากความร้อน เป็นต้น

บรรณานุกรม

กระทรวงแรงงาน. (2549). *กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549.* เข้าถึงได้จาก http://www.bsa.or.th

กระทรวงแรงงาน. (2549). *กฎกระทรวง กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549,* เข้าถึงได้จาก http: //www.bsa.or.th

กระทรวงแรงงาน. (2546). *กฎหมายด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน*. เข้าถึงได้จาก http: //www.labour.go.th

กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *ฮีทสโตรก.* เข้าถึงได้จาก http: //pr.moph.go.th/iprg/include/admin_hotnew/show_hotnew.php?idHot_new = 72032

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2555). *กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การประเมินความเสี่ยงด้านสารเคมีต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม*. เข้าถึงได้จาก http://www.summacheeva.org/documents/share_law_industry_risk.PDF

กรมการแพทย์ทหารบก. (2555). *คู่มือการเฝ้าระวังป้องกันและการปฐมพยาบาลการเจ็บป่วยเนื่องจากความร้อน (สำหรับหน่วยสายแพทย์)*. เข้าถึงได้จาก http://www.thaincd.com.

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2557). *ดื่มเหล้าหน้าร้อน*. เข้าถึงได้จาก http: //www.buddystation.org/news/detail/9/1

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงแรงงาน. (2548). *คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมประเภทหล่อหลอมโลหะ*. กรุงเทพฯ: กรมโรงงานอุตสาหกรรม.

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน กระทรวงแรงงาน. (2549). *การตรวจวัดสภาพความร้อน* ใน*: แนวปฏิบัติตามกฎกระทรวงการกำหนดมาตรฐานในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียงพ.ศ. 2549*. เข้าถึงได้จาก http://www.oshthai.org/index.php?option=com_content&view=article&id=418:-m-m-s&catid=1:news-thai

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน.(2559). *คู่มือความปลอดภัยในการทำงานในอุตสาหกรรมหล่อหลอมโลหะ*. เข้าถึงได้จาก http: //www.oshthai.org.

กองความปลอดภัยแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2559). *ความร้อนกับการทำงาน*. เข้าถึงได้จาก http: //www.oshthai.org.

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล. (2559). *Water and eletrolytes balance.* เข้าถึงได้จาก http: //www.mt.mahidol.ac.th/e-learning/bodyfluid.

จำนง นพรัตน์. (2555). *ระบบขับถ่ายปัสสาวะและการตรวจปัสสาวะ*. สงขลา: ชานเมืองการพิมพ์.

จิราวัฒน์ ปรัตถกรกุล. (2546). *การตอบสนองทางสรีรวิทยาเมื่อดื่มน้ำที่มีอุณหภูมิต่างกันในที่ที่มีความร้อนสูง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา, มหาวิทยาลัยมหิดล.

จีรนันท์ จะเกร็ง. (2553). *ผลกระทบต่อสุขภาพกายจากการสัมผัสพลังงานความร้อนขณะทำงานในกลุ่มคนทำนาเกลือจังหวัดสมุทรสงคราม*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาอาชีวเวชศาสตร์, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จุฑารัตน์ มากคงแก้ว. (2545). *การศึกษาผลกระทบทางด้านสรีวิทยาจากการสัมผัสความร้อนของพนักงานขณะที่ทำงานชนิดไม่ต่อเนื่อง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล.

ถนอม สุภาพร. (2556). Overview of Heat Injury. ใน ภานุวิชญ์ พุมหิรัญ และ วิชัย ประยูรวิวัฒน์ (บรรณาธิการ), *Heat Stroke* (หน้า 1-11). กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.

ทิพย์ฆัมพร เกษโกมล และกานดามณี พานแสง. (2558). *กระบวนการพยาบาลและการประยุกต์ใช้: สมดุลน้ำและอิเล็กโทรไลต์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นครินทร์ หงส์สิทธิวงศ์. (2551). *อัลกอริธึมการประมาณค่าพารามิเตอร์ของกระบวนการหลอมโลหะเพื่อประหยัดพลังงาน*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บุญช่วย ชาญประโคน. (2542). *การศึกษาการเกิดพลังงานไฟฟ้าจากการใช้ของเหลวที่ได้จากต้นกล้วยเป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

บรรจบ ชุณสวัสดิกุล. (2546). *วิทยาศาสตร์ว่าด้วยน้ำปัสสาวะบำบัดโรค*. กรุงเทพ: รวมทรรศน์.

ปิยนันท์ มะลิวัลย์ พัชรนันท์ เกตุทิม และ นิวิท เจริญใจ. (2554). *การประเมินสภาพการทำงานและความปลอดภัยในสภาพแวดล้อมการทางานในที่ร้อน*. สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

พรพิมล กองทิพย์. (2555). *สุขศาสตร์อุตสาหกรรม Industrial Hygiene* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เบสท์ กราฟฟิค เพรส.

ภาณุพงษ์ พุทธษา. (2542). *การตอบสนองทางสรีระวิทยาของสีเสื้อผ้าที่สวมใส่ทำงาน ภายใต้ความร้อนจากดวงอาทิตย์*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

เมทินี ไชยชนะ. (2556). *บทความสุขภาพ เหงื่อมาก เหงื่อน้อยบอกโรคได้*. เข้าถึงได้จาก http: //www.policehospital.org/admin/m3_news/ News_Reading.php?newsID = 141

ยุพยงค์ ทังสุบุตร, อมรา ภิญโญ, ธิติดา ชัยศุภมงคลลาภ และดุษฎี ไตรยวงศ์. (2550). *หลักและเทคนิคปฏิบัติการทางการพยาบาลเด็ก*. นนทบุรี: ยุทธรินการพิมพ์.

ราม รังสินธุ์. (2556). Exertional Heat Illness: Epidemiology and Prevention. ใน ภานุวิชญ์ พุมหิรัญ และ วิชัย ประยูรวิวัฒน์ (บรรณาธิการ), *Heat Stroke* (หน้า 17-31). กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์.

รุ้งตะวัน ช้อยจอหอ. (2553). ผลของการป้องกันการสูญเสียความร้อนโดยการใช้ชุดพลาสติกและพลาสติกครอบเตียงทารกต่อการป้องกันภาวะอุณหภูมิกายต่ำในทารกเกิดก่อนกำหนด. *วารสารสภาการพยาบาล, 25*(3), 11-24.

ลลิตา วันลิโก. (2559). *ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาจากการสัมผัสความร้อนของพนักงานเผาถ่านชนิดเตาเผาแบบดั้งเดิมในเขตจังหวัดชลบุรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

วิโรจน์ ไววานิชกิจ. (2550). *การตรวจปัสาวะทางห้องปฏิบัติการขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีรวรรณ เล็กสกุลไชย. (2555). การตรวจสารเคมีในเลือดและสิ่งส่งตรวจ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิทยา อยู่สุข. (2555). *ความปลอดภัยในการประกอบอาชีพ Occupational safety*. กรุงเทพฯ: เบสท์ กราฟฟิค เพรส.

วาสนา นัยพัฒน์. (2557). การคัดกรองปัจจัยเสี่ยง การสำรวจความรู้ และความตระหนักในการป้องกันการ เจ็บป่วยจากความร้อน จากการฝึกของทหารกองประจำการ. *เวชสารแพทย์ทหารบก, 67*(2), 47-57.

สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน. (2550). *ความปลอดภัยในการทำงานในอุตสาหกรรม หล่อหลอมโลหะ*. กรุงเทพฯ: เรียงสาม กราฟฟิค ดีไซด์.

สำนักงานประกันสังคม. (2559). *การเจ็บป่วยอุบัติเหตุจากความร้อน*. เข้าถึงได้จาก http: //www.sso.go.th/wpr/category.jsp?lang = th&cat = 80.

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2557). *รายงานสถานการณ์โรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ปี 2557.* นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข.

สุดาว เลิศวิสุทธิไพบูลย์. (2551). *การตรวจวัดและประเมินสภาพความร้อนและความเย็น*.ใน: วิรัตน์ โพธิสารวราภรณ์ (บรรณาธิการ), *สุขศาสตร์อุตสาหกรรม* (หน้า 1-95). นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุโขทัยธรรมมาธิราช. (2555). *สุขศาสตร์อุตสาหกรรม การประเมิน หน่วยที่ 1-5* (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุพัตรา โล่สิริวัฒน์. (2541). อุณหภูมิกาย. ใน สุวรรณา หังสพฤกษ์ สุพัตรา โล่สิริวัฒน์ และ สุพรพิมพ์ เจียสกุล (บรรณาธิการ), *สรีรวิทยา* (หน้า 566-583). กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.

สุรินทร์ นิยมมางกูร. (2546). *เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง* . กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวรีย์ ศิริโภคาภิรมย์. (2546). *การวิจัยทางการศึกษา*. ลพบุรี: สถาบันราชภัฏเทพสตรี.

อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก. (2556). *อาชีวอนามัยและความปลอดภัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อภิญา เพียรพิจารณ์ เรณู สอนเครือ และโสภา ลี้ศิริวัฒนกุล. (2552). สัญญาณชีพ. ใน เรณู สอนเครือ (บรรณาธิการ), *แนวคิดพื้นฐานและหลักการพยาบาล เล่ม* 1 (หน้า 258-300). นนทบุรี: ยุทธรินทร์ การพิมพ์.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). (2017). *Threshold Limit Values for Chemical Substance and physical Agents, Biological Exposure Indices*. Cincinnati, OH.

ANSI/ASHRAE Standard. (2010). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. American Society of Heating,Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

Bates, G. L., Gazey, C., & Cena, K. (1996). *Factors affecting heat illness when working in conditions of thermal stress*. Retrieved from https: //www.ncbi.nlm.nih.gov

Bich, N., Dang, M. D., & Chad, H., Dowell, M. S., & C. I. H. (2014). Factors Associated With Heat Strain Among Workers at an Aluminum Smelter in Texas*, National Institute for Occupational Safety and Health, 56,* 313-318.

Chen, M. L. 1., Chen, C. J., Yeh, W. Y., Huang, J. W., & Mao, I. F. (2003). Heat stress evaluation and worker fatigue in a steel plant. *The science of occupational and environmental health and safety, 64*, 352-359.

Crowe, J. 1., Wesseling, C., Solano, B. R., Umaña, M. P., Ramírez, A. R., Kjellstrom, T., Morales, D., & Nilsson, M. (2013). Heat exposure in sugarcane harvesters in Costa Rica. *American journal of industrial medicine, 58,* 514-548.

Daniel, W. W. (1995). *Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences*. New York: Wiley & Sons.

Dehghan, H., Mortazavi, S. B., Jafari, M. J., & Maracy, M. R. (2013). Cardiac strain between normal weight and overweight workers in hot/humid weather in the Persian Gulf. *International journal of preventive medicine*, *4*(10), 1147.

Fonseca, S. F., Teles, M. C., Ribeiro, V. G. C., Magalhães, F. C., Mendonça, V. A., Peixoto, M. F. D. ... & Lacerda, A. C. R. (2015). Hypertension is associated with greater heat exchange during exercise recovery in a hot environment. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 2015.

Frances, Talaska, Fischbach, Marshall, Barnett, Dunning. (2015). *Amanual of laboratory and diagnostic test*. Karin Duffield.

Fried, L. F., & Palevsky, P. M. (1997). Hyponatremia and hypernatremia. *Medical Clinics of North America, 81,* 585-609.

Giahi, O., Darvishi, E., Aliabadi, M., & Khoubi, J. (2015). *The efficacy of radiant heat controls on workers' heat stress around the blast furnace of a steel industry*. Retrieved from https: //www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26409350.

Havenith, G. (2005). Temperature regulation, heat balance and climatic stress. *In Extreme weather events and public health responses (pp. 69-80)*. Springer Berlin Heidelberg.

Kazman, J. B., Purvis, D. L., Heled, Y., Lisman, P., Atias, D., Van Arsdale, S., & Deuster, P. A.

(2015). Women and exertional heat illness: identification of gender specific risk factors. *US Army Med Dep J,* 58-66.

Kenny, G. P., Jay, O., & Journey, W. S. (2007). Disturbance of thermal homeostasis following dynamic exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *32*(4), 818-831., doi: 10.1139/H07-044.

Kingma, B., Frijns, A., & van Marken Lichtenbelt, W. (2012). The thermoneutral zone: implications for metabolic studies. *Front Biosci (Elite Ed), 4,* 1975-1985.

Larsen, B., Snow, R., Vincent, G., Tran, J., Wolkow, A., & Aisbett, B. (2015). Multiple days of heat exposure on firefighters' work performance and physiology. *PloS one, 10*(9), e0136413.

Lindsay, B. B., John, R. S., Adam, A. H., & Craig, A. H. (2009). Comparison of regional patch collection vs. whole body washdown for measuring sweat sodium and potassium loss during exercise, *J Appl Physiol, 107,* 887-895.

Maria, C. M., & David, B. R. (2010). Heat-Related Fatalities in North Carolina, *American Journal of Public Health,* 635-637.

McGeehin, M., & Mirabelli, M. (2001). *The potential impacts of climate variability and change on temperaturerelated morbidity and mortality in the United*. States. Envr. Health Pers.

Miklos, S., Luis, C., & Andras, G. (2015). The pathophysiology of heat exposure. *Punlished with license by Talor & Francis group, LLC,* 452.

Moumita, S., & Subhashis, S. (2014). Effects of occupational heat exposure on female brick workers in West Bengal, India. *Glob Health Action, 7*, 21923.

Occupational Safety and Health Administration. (2014). *Protecting Workers from theEffects of Heat*. OSHA fact sheet.

Prough, D. S., Barash, P. G. et al. (1997). *Acid-base. fluids and electrolytes. In: Clinical anesthesia* (3rd ed). LippincottRaven Publishers.

Rav-Acha, M., Hadad, E., Epstein, Y., Heled, Y., & Moran, D. S. (2004). Fatal exertional heat stroke: a case series. *The American journal of the medical sciences, 328*(2), 84-87.

Ramón, G. A., Emmanuel, J. B., Catharina, W. C., Richard, J. D., Marvin, G. F., Ilana, W. G., Jason, G. G, Juan, J. H., Leo, S. I., Carlos, R. D., Tamara, H. D., & Lars, B. I. (2015). *Heat stress, dehydration, and kidney functionin sugar canecutters in El Salvador –*

A cross-Shift study of worker satrisk of Mesoameri can nephron pathy. Retrieved from https: //www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26209462.

Rebekah, A. I., Lucas, Y. E., & Tord, K. (2014). *Excessive occupational heat exposure: a significant ergonomic challenge and health risk for current and future workers*. Retrieved from https: //www.ncbi.nlm.nih.gov.

Sandra, F. G., Arthur, R. B., Richard, B., Eric, S., & Gary, D. (2006). Core temperature and percentage of dehydration in professional football linemen and backs during preseason Practices, *Journal of Athletic Training , 41*(1), *8-17*.

Schmeltz, M. T. (2015). *Risk factors and costs influencing hospitalizations due to heat-related illnesses: patterns of hospitalization*. n.p.

Sheila, A., Brenda, J., Opeyemi, F., Michael, H., Glenn, L., Heather, M., & Audrey, P. (2014). *Heat Illness and Death Among Workers — United States, 2012–2013*. Retrieved from https: //www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6331a1.

Suliman, M. E., Johnson, R. J.,Garcia-López, E., et al. (2006). J-shapedmortalityre-lationship foruricacidin CKD*. Am.J.Kidn.Dis.* 48(5), 761-771.

Vidhya, V., Jeremiah, S., Chinnadurai, R. A., Lucas, I., & Tord, K. (2015). *Occupational Heat Stress Profiles in Selected Workplaces in India*. Retrieved from http: //www.mdpi.com/1660-4601/13/1/89/htm.

Wilker, E. H., Yeh, G., Wellenius, G. A., Davis, R. B., Phillips, R. S., & Mittleman, M. A. (2012). Ambient temperature and biomarkers of heart failure: a repeated measures analysis. *Environmental health perspectives*, *120*(8), 1083.

Wonwoong, Na., Jae-Yeon, J., Kyung, E. L, Hyunyoung, K., Byungyool, Jun, Jun-Wook Kwon, Soo-Nam Jo.(2013). Department of Preventive Medicine and Public Health, Ajou University School of Medicine, Suwon; 2Korea Centers for Disease Control and Prevention, Cheongwon, Korea. *J Prev Med Public Health, 46,* 19-27.

World Health Organization. (2006). *BMI classification*. Retrieved from http://apps.who.int/bmi/index

Yanfeng, L., Lijuan, W., Yuhui, Di., Jiaping, L., & Hao, Z. (2013). The effects of clothing thermal resistance and operative temperature on human skin temperature. *Journal of Thermal Biology*, 233-239.

Ying-Xue, L. I. (2016). Relationships between micronutrient losses in sweat and blood pressure among heat-exposed steelworkers. *Industrial health, 54,* 251-223.

Yong-Mei, T., Dao-Gang, W., Xing-Hua, LI., Qian, W., Nan, LIU., Wei-Tian, LIU., & Ying-Xue, L. I. (2016). Relationships between micronutrient losses in sweat and blood pressure among heat-exposed steelworkers. *Industrial health, 54*, 251-223.

Yushi, M., Takaya, A., & Swadhin, K. B. (2006). Role of climate variability in the heatstroke death rates of Kanto region in Japan. *SciRep., 10*(4), 5655. doi: 10.1038/srep05655.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบรายงานผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย

AF 06-13.1

ที่ ๐๘๕/๒๕๖๐

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย	IRB ๐๘๕/๒๕๖๐
โครงการวิจัยเรื่อง	ปัจจัยทำนายผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานที่สัมผัสความร้อนในโรงงานหลอมโลหะแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง FACTORS PREDICTING THE HEALTH EFFECT AMONG EMPLOYEES EXPOSED TO HEAT IN A METAL SMELTER MANUFACTURING FACTORY IN RAYONG PROVINCE
หัวหน้าโครงการวิจัย	นายไรพงศ์ มิตรสันเกี๊ยะ รหัสนิสิต ๕๘๙๐๐๗๘
หน่วยงานที่สังกัด	หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยนี้ได้ (ดูรายละเอียดเอกสารตรวจสอบ)

๑. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐
๒. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐
๓. เอกสารแบบแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐
๔. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว หรือชุดที่ใช้กับข้อมูลจริงจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐
๕. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี) ฉบับที่ ๑ วันที่ ๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

การรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ฉบับนี้ มีผลยังไม่วันที่ ๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

ออกให้ ณ วันที่ ๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

ลงนาม.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนลุข)
ประธานกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบสอบถาม

เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน โรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

คำชี้แจงในการตอบแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามเป็นการเก็บข้อมูลเฉพาะพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

2. แบบสอบถาม คำถามจำแนกเป็น 3 ส่วน จำนวน 24 ข้อ ประกอบไปด้วย

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล จำนวน 12 ข้อ

ส่วนที่ 2ปัจจัยด้านลักษณะการทำงาน จำนวน 4 ข้อ

ส่วนที่ 3 ผลกระทบต่อสุขภาพ จำนวน 8 ข้อ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อนโรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง เพื่อนำผลการศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์ในการเฝ้าระวังและป้องกันการเจ็บป่วยจากความร้อนในการหลอมโลหะต่อไป

การศึกษาครั้งนี้ทางผู้วิจัยจะเก็บข้อมูลไว้เป็นความลับ โดยไม่ระบุชื่อโรงงานและชื่อพนักงานลงในรายงานการวิจัย ซึ่งการเข้าร่วมการศึกษาครั้งนี้จะเป็นไปโดยสมัครใจ ท่านอาจจะปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการศึกษาครั้งนี้ และการตอบคำถามท่านมีสิทธิ์ที่จะตอบหรือไม่ตอบคำถามข้อใดก็ได้ โดยคำตอบของท่านจะไม่มีการเปิดเผยรายชื่อของผู้ตอบแบบสอบถาม และผลการวิจัยก็จะถูกเสนอในภาพโดยรวมเท่านั้น

ขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

นายวีรพงศ์ มิตรสันเทียะ
นิสิตปริญญาโท สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

วันที่ทำการเก็บข้อมูล ...../...../.....

รหัสแบบสอบถาม .....

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล

1. เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง
2. น้ำหนัก ..... กิโลกรัม
3. ส่วนสูง ..... เซนติเมตร
4. ปัจจุบันท่านมีอายุ .....ปี
5. ท่านดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่
    ( ) ไม่เคยดื่มเลย (ข้ามไปตอบ ข้อ 8)
    ( ) เคยดื่มแต่เลิกดื่มแล้ว (ข้ามไปตอบ ข้อ 8)
    ( ) ยังดื่มอยู่ (ตอบข้อ 6 และ7)
6. ท่านดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ครั้งล่าสุดตอนไหน
    ( ) ดื่มก่อนเข้าทำงาน
    ( ) ดื่มมาเมื่อคืนก่อนมาทำงาน
    ( ) ดื่มมาแล้ว 1 วัน
    ( ) ดื่มมาแล้วมากกว่า 1 วัน
7. ท่านดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ปริมาณเท่าใดต่อสัปดาห์
    ( ) ดื่มเล็กน้อย
    ( ) หนึ่งแก้ว
    ( ) 2-3 แก้วต่อสัปดาห์
    ( ) มากกว่า 4 แก้วต่อสัปดาห์
8. นนี้จนถึงเวลาทำแบบสอบถามท่านดื่มน้ำเปล่าจำนวน ..... แก้ว

(1 แก้ว เท่ากับ 250 มิลลิลิตร)

9. วันนี้จนถึงเวลาทำแบบสอบถามท่านดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของเกลือแร่หรือไม่

(เช่น สปอนเซอร์ เอ็ม-150 ลิโพ กระทิงแดง คาราบาวแดง หรือ ORS ฯลฯ)

    ( ) ไม่เคยดื่มเลย (ข้ามไปตอบ ข้อ 11)
    ( ) ดื่ม (ตอบข้อ 10)
10. จากข้อ 9 ท่านดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของเกลือแร่ (เช่น สปอนเซอร์ เอ็ม-150 ลิโพ กระทิงแดง คาราบาวแดง หรือ ORS ฯลฯ) ปริมาณเท่าใด
    ( ) น้อยกว่า 150 มิลลิลิตรต่อวัน
    ( ) 150-300 มิลลิลิตรต่อวัน
    ( ) มากกว่า 300 มิลลิลิตรต่อวัน

11. นอกจากเครื่องแบบของโรงงานแล้ว วันนี้ท่านสวมใส่เครื่องแต่งกายอย่างอื่นขณะท่านปฏิบัติงานอีกหรือไม่

( ) ไม่ใส่

( ) ใส่ (ตอบข้อ 12)

12. เครื่องแต่งกายที่ท่านใส่นอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงานในการปฏิบัติงานของวันนี้

เครื่องแต่งกาย	ไม่ใส่	ใส่
เสื้อยืดคอกลม		
เสื้อกล้าม หรือเสื้อซับ		
กางเกงขาสั้น หรือบล็อกเซอร์		
ถุงเท้า		
ถุงมือ		
อื่นๆโปรดระบุ……..		

ส่วนที่ 2 ปัจจัยด้านลักษณะงาน

1. ท่านปฏิบัติงานในโรงงานแห่งนี้ แผนกใด

( ) ทำแบบหล่อและไส้แบบ

( ) หลอมโลหะและปรับส่วนผสม

( ) เทแบบ

( ) ถอดแบบ

( ) หลังถอดแบบ

2. ระยะเวลาในการทำงาน ณ โรงงานนี้.....ปี .....เดือน

3. ท่านทำงานเฉลี่ยวันละ ..... ชั่วโมง

4. ในแต่ละวันท่านมีเวลาพักระหว่างทำงานประมาณวันละ…… ชั่วโมง

ส่วนที่ 3 ผลกระทบต่อสุขภาพ

ใน 7 วันที่ผ่านมาคุณเคยมีปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ขณะทำงานหรือหลังเลิกงานหรือไม่	**มีอาการเหล่านี้หรือไม่**	
	ไม่มี	**มี**
1. อาการผื่นคันจากความร้อน		
1.1 มีผื่นเม็ดแดง ๆ ขึ้นบริเวณคอ หลัง ข้อพับ หรือหน้าอก ร่วมกับมีอาการคัน ?		
2. อาการตะคริวร้อน		
2.1 มีอาการกล้ามเนื้อกระตุก หรือเกร็ง หรือเป็นเป็นตะคริว โดยเฉพาะที่ขา แขน และหน้าท้อง ?		
3. โรคลมร้อน		
3.1 มีอาการหน้ามืด ตัวเย็น หน้าซีด ตาลาย หรือหมดสติชั่วคราว ?		
4. อาการอ่อนเพลียเนื่องจากความร้อน		
4.1 มีอาการกระหายน้ำ ปากแห้ง หรือคอแห้ง ?		
4.2 มีอาการอ่อนเพลีย หรือไม่มีแรง?		
4.3 มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน หรือเหงื่อออกมาก ?		
4.4 ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ ?		
5. โรคลมเหตุร้อน		
5.1 ตัวร้อน ไม่มีเหงื่อออก ระดับความรู้ สึกตัวเปลี่ยนแปลง เช่น ซึม สับสน มึนงง ?		

แบบบันทึกข้อมูลหมายเลข.....

แบบบันทึกข้อมูลที่ตรวจวัดสภาพแวดล้อมการทำงาน

แผนกที่ทำการตรวจวัด.....

ครั้งที่ตรวจวัด	**อุณหภูมิ WBGT เฉลี่ย (องศาเซลเซียส)**	**เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล (นาที)**
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

แบบบันทึกข้อมูลหมายเลข.....

แบบบันทึกข้อมูลที่ตรวจวัดสรีรวิทยาและระดับอิเล็กโทไลต์ในปัสสาวะ

รหัสพนักงาน	ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัว (mmHg)			อัตราการเต้นของหัวใจ (ครั้งต่อนาที)			อุณหภูมิร่างกายทางช่องหู (องศาเซลเซียส)			ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในปัสสาวะ (mV)	
	ก่อนการทำงาน	ระหว่างการทำงาน	หลังเลิกงาน	ก่อนการทำงาน	ระหว่างการทำงาน	หลังเลิกงาน	ก่อนการทำงาน	ระหว่างการทำงาน	หลังเลิกงาน	ก่อนการทำงาน	หลังเลิกงาน

ภาคผนวก ค

ผลการทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ชื่อ-สกุล รศ.ดร. นันทพร ภัทรพุทธ
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
   สถานที่ทำงาน ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
   คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ชื่อ-สกุล ผศ.ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
   สถานที่ทำงาน ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
   คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. ชื่อ-สกุล ดร.พรทิพย์ เย็นใจ
   ตำแหน่งทางวิชาการ อาจารย์
   สถานที่ทำงาน ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
   คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

การประเมินความตรงของเนื้อหา (Validity) ของเครื่องมือวิจัย

เรื่อง ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออาการเจ็บป่วยจากความร้อนของพนักงานที่รับสัมผัสความร้อน โรงงานอุตสาหกรรมหลอมโลหะ ในเขตจังหวัดระยอง

แบบประเมินประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 ปัจจัยด้านลักษณะการทำงาน

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านผลกระทบต่อสุขภาพ

คำชี้แจง แบบประเมินความตรงของเนื้อหาของแบบสอบถามนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถาม มีความเหมาะสมในการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ซึ่งจะทำการประเมินความตรงของเนื้อหา โดยได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาความตรง ดังนี้

+1 = แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสม

0 = ไม่แน่ใจว่าคำถามมีความเหมาะสมหรือไม่

-1 = แน่ใจว่าคำถามไม่มีความเหมาะสม

จากนั้นนำมาพิจารณาถึงความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบโดยพิจารณาเป็นรายข้อ โดยการการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ทั้งนี้ค่า IOC ที่ยอมรับว่ามีความเที่ยงตรงคือมีค่าตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป ถ้าหากมีค่าน้อยกว่า 0.6 ถือว่าข้อนั้นไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จะต้องตัดออกไปหรือทำการปรับปรุงข้อสอบข้อนั้นใหม่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผลการประเมินความตรงของเนื้อหา (Validity) ของเครื่องมือวิจัย

ส่วนที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล

ข้อที่	คำถามในแบบสอบถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
A1	เพศ ( ) 1. ชาย ( ) 2. หญิง	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
A2	น้ำหนัก……..กิโลกรัม	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
A3	ส่วนสูง.....เซนติเมตร	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
A4	ปัจจุบันท่านมีอายุ.....ปี	0	+1	+1	0.67	นำไปใช้ได้
A5	ท่านดื่มสุราหรือเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์หรือไม่ ( ) 1. ไม่เคยดื่มเลย (ข้ามไปตอบ ข้อ 8) ( ) 2. เคยดื่มแต่เลิกแล้ว (ข้ามไปตอบ ข้อ 8) ( ) 3. ยังดื่มอยู่ (ตอบข้อ 6 และ 7)	+1	0	+1	0.67	นำไปใช้ได้
A6	ท่านดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ครั้งล่าสุดตอนไหน ( ) ดื่มก่อนเข้าทำงาน ( ) ดื่มมาเมื่อคืนก่อนมาทำงาน ( ) ดื่มมาแล้ว 1 วัน ( ) ดื่มมาแล้วมากกว่า 1 วัน	0	+1	+1	0.67	นำไปใช้ได้

ข้อที่	คำถามในแบบสอบถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
A7	ท่านดื่มสุราหรือเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ปริมาณเท่าใดต่อสัปดาห์ ( )1. ดื่มเล็กน้อย ( )2. หนึ่งแก้ว ( ) 3. 2-3 แก้วต่อสัปดาห์ ( ) 4. มากกว่า 4 แก้วต่อสัปดาห์	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
A8	วันนี้จนถึงเวลาทำแบบสอบถาม ท่านดื่มน้ำเปล่า จำนวน ..... แก้ว (1 แก้ว เท่ากับ 250 มิลลิลิตร)	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
A9	วันนี้จนถึงเวลาทำแบบสอบถาม ท่านดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของเกลือแร่หรือไม่ (เช่น สปอนเซอร์ เอ็ม-150 ลิโพ กระทิงแดง คาราบาวแดง หรือ ORS ฯลฯ) ( ) 1. ไม่เคยดื่มเลย (ข้ามไปตอบ ข้อ 11) ( ) 2. ดื่ม (ตอบข้อ 10)	+1	+1	0	0.67	นำไปใช้ได้
A10	จากข้อ 9 ท่านดื่มเครื่องดื่มที่มีส่วนประกอบของเกลือแร่ (เช่น สปอนเซอร์ เอ็ม-150 ลิโพ กระทิงแดง คาราบาวแดง หรือ ORS ฯลฯ) ปริมาณเท่าใด	0	+1	+1	0.67	นำไปใช้ได้

ข้อที่	คำถามในแบบสอบถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
	( ) 1. น้อยกว่า 150 มิลลิลิตรต่อวัน ( ) 2. 150-300 มิลลิลิตรต่อวัน ( ) 3. มากกว่า 300 มิลลิลิตรต่อวัน					
A11	นอกจากเครื่องแบบของโรงงานแล้ว วันนี้ท่านสวมใส่เครื่องแต่งกายอย่างอื่นขณะท่านปฏิบัติงานอีกหรือไม่ ( ) 1. ไม่ใส่ ( ) 2. ใส่ (ตอบข้อ 12)	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
A12	เครื่องแต่งกายที่ท่านใส่นอกเหนือจากเครื่องแบบของโรงงานในการปฏิบัติงานของวันนี้ ( ) 1. เสื้อยืดคอกลม ( ) 2. เสื้อกล้าม หรือเสื้อซับ ( ) 3. กางเกงขาสั้น หรือบล็อกเซอร์ ( ) 4. ถุงเท้า ( ) 5. ถุงมือ	+1	0	+1	0.67	นำไปใช้ได้

ส่วนที่ 2 ปัจจัยด้านลักษณะการทำงาน

ข้อที่	คำถามในแบบสอบถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
B13	ท่านปฏิบัติงานในโรงงานแห่งนี้แผนกใด ( ) 1. ทำแบบหล่อและไส้แบบ ( ) 2. หลอมโลหะและปรับส่วนผสม ( ) 3. เทแบบ ( ) 4. ถอดแบบ ( ) 5. หลังถอดแบบ	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
B14	ระยะเวลาในการทำงาน ณ โรงงานนี้.....ปี	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
B15	ท่านทำงานเฉลี่ยวันละ .....ชั่วโมง	0	+1	+1	0.67	นำไปใช้ได้
B16	ในแต่ละวันท่านมีเวลาพักระหว่างทำงานประมาณ วันละ…….....ชั่วโมง	+1	0	+1	0.67	นำไปใช้ได้

ส่วนที่ 3 ข้อมูลด้านผลกระทบต่อสุขภาพ

ข้อที่	คำถามในแบบสอบถาม	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการวิเคราะห์
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
B17	**ใน 7 วันที่ผ่านมาคุณเคยมีปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ขณะทำงานหรือหลังเลิกงานหรือไม่**					
B17.1	มีผื่นเม็ดแดง ๆ ขึ้นบริเวณคอ หลังข้อพับ หรือหน้าอก ร่วมกับมีอาการคัน ?	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
B17.2	มีอาการกล้ามเนื้อกระตุก หรือเกร็ง หรือเป็นเป็นตะคริว โดยเฉพาะที่ขา แขน และหน้าท้อง ?	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
B17.3	มีอาการหน้ามืด ตัวเย็น หน้าซีด ตาลาย หรือหมดสติชั่วคราว ?	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
B17.4	มีอาการกระหายน้ำ ปากแห้ง หรือคอแห้ง ?	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
B17.5	มีอาการอ่อนเพลีย หรือไม่มีแรง?	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
B17.6	มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน หรือเหงื่อออกมาก ?	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
B17.7	ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ ?	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้
B17.8	ตัวร้อน ไม่มีเหงื่อออก ระดับความรู้ สึกตัวเปลี่ยนแปลง เช่น ซึม สับสน มึนงง ?	+1	+1	+1	1	นำไปใช้ได้

NSC-TISI-TIS 17025
CALIBRATION 0015

Request No. 22-60 / 0511 **MTC No.** PSL-H 130 / 60

Certificate of Calibration

Customer :	Faculty of Public Health, Burapha University
	169 T. Saensuk, A. Mueng, Chonburi
Equipment :	Thermo-Hygrometer (Thermal Environment Monitor)
Model /Type :	QUESTemp°34
Serial Number :	TEP010013
Maker :	3M, QUEST Technologies
Date of Request :	5 May 2017
Date of Calibation :	18 May 2017

This certificate is traceable to International System of Units (SI Units) through Photometry and Temperature Standards Laboratory, Industrial Metrology and Testing Service Centre, Thailand Institute of Scientific and Technology Research (TISTR), NSC-ONSC accredited Calibration No. 0015.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95 %.

Calibrated by :

(Ms. Kanjanaphorn Amattirat)

(Ms. Panit Thummasri)

Approved by:

(Mr. Kamchai Singhapiwat)
Director
Photometry and Temperature Standards Laboratory

Ref. No : 2012260050501725001
Issued Date : 23 May 2017

Page 1 of 4

The results relate only to the items tested or calibrated.
Advertising the Report/Certificate and publicity of the results except in full are prohibited unless written permission is obtained from the governor of TISTR.

Head Office
35 Mu 3 Tambon Khlong Ha, Amphoe Khlong Luang, Changwat Pathumthani 12120, Thailand
Tel. (66) 0 2577 9000
Fax. (66) 0 2577 9009
E-mail : rumpai@tistr.or.th Website:www.tistr.or.th

Office/Laboratory
Soi 1C, Bangpoo Industrial Estate, Sukhumvit Road, Amphoe Muang, Changwat Samutprakan 10280, Thailand
Tel. (66) 0 2323 1672-80 ext. 115, 116
Fax. (66) 0 2323 9165
E-mail : mtc@tistr.or.th

Office
196 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
Tel. (66) 0 2579 1121-30 ext. 5219, 5225, 5217
Fax. (66) 0 2579 8592
E-mail : sumalee@tistr.or.th

Request No. 22-60 / 0511 **MTC No.** PSL-H 130 / 60

Description of Unit Under Calibration :

Customer :	Faculty of Public Health, Burapha University
Address :	169 T. Saensuk, A. Mueng, Chonburi
Equipment :	Thermo-Hygrometer (Thermal Environment Monitor)
Serial Number :	TEP010013
Calibration Required :	Temperature at 25, 35, 40 °C
Ambient Condition :	Ambient temperature (23 ± 3) °C
	Relative humidity (55 ± 20) %
Laboratory Address :	Photometry and Temperature Standards Laboratory
	Soi 1, Bangpoo Industrial Estate, Sukhumvit Rd., Samutprakan

Reference Standard :

Digital Thermometer with Sensor, Model : F250H, S/N : 9345 008 2331, Sensor RTD Probe No. RTD-01 and RTD-02 which was calibrated by Industrial Metrology and Testing Service Centre, Certificate No. PSL-T 883/59.

The temperature scale in use of this laboratory is the International Temperature Scale of 1990.

Calibration Procedure :

The certifies the above equipment was calibrated according to procedure no. WI.CP.18.

Support Equipment :

Temperature & Humidity Controlled Chamber, Model : 9145-5116-00AA, S/N : 1403041

Adjustments : NONE

P.T.

The results relate only to the items tested or calibrated.
Advertising the Report/Certificate and publicity of the results except in full are prohibited unless written permission is obtained from the governor of TISTR.

Head Office
35 Mu 3 Tambon Khlong Ha, Amphoe Khlong Luang, Changwat Pathumthani 12120, Thailand
Tel. (66) 0 2577 9000
Fax. (66) 0 2577 9009
E-mail : rumpai@tistr.or.th Website:www.tistr.or.th

Office/Laboratory
Soi 1C, Bangpoo Industrial Estate, Sukhumvit Road, Amphoe Muang, Changwat Samutprakan 10280, Thailand
Tel. (66) 0 2323 1672-80 ext. 115, 116
Fax. (66) 0 2323 9165
E-mail : mtc@tistr.or.th

Office
196 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
Tel. (66) 0 2579 1121-30 ext. 5219, 5225, 5217
Fax. (66) 0 2579 8592
E-mail : sumalee@tistr.or.th

Request No. 22-60 / 0511 **MTC No.** PSL-H 130 / 60

Results of Calibration :-

Table : Temperature Measurement @ Wet Bulb

Average Measured Temperature (°C)	Average Displayed of UUC (°C)	Correction Measured of UUC (°C)	Expanded Uncertainty of Measurement (± °C)
24.8	25.0	-0.2	0.50
34.9	35.0	-0.1	0.50
40.0	39.9	0.1	0.50

Table : Temperature Measurement @ Dry Bulb

Average Measured Temperature (°C)	Average Displayed of UUC (°C)	Correction Measured of UUC (°C)	Expanded Uncertainty of Measurement (± °C)
24.8	24.9	-0.1	0.50
34.9	34.9	0.0	0.50
40.0	39.8	0.2	0.50

P.1.

The results relate only to the items tested or calibrated.
Advertising the Report/Certificate and publicity of the results except in full are prohibited unless written permission is obtained from the governor of TISTR.

Head Office
35 Mu 3 Tambon Khlong Ha, Amphoe Khlong Luang, Changwat Pathumthani 12120, Thailand
Tel. (66) 0 2577 9000
Fax. (66) 0 2577 9009
E-mail : rumpai@tistr.or.th Website:www.tistr.or.th

Office/Laboratory
Soi 1C, Bangpoo Industrial Estate, Sukhumvit Road, Amphoe Muang, Changwat Samutprakan 10280, Thailand
Tel. (66) 0 2323 1672-80 ext. 115, 116
Fax. (66) 0 2323 9165
E-mail : mtc@tistr.or.th

Office
196 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
Tel. (66) 0 2579 1121-30 ext. 5219, 5225, 5217
Fax. (66) 0 2579 8592
E-mail : sumalee@tistr.or.th

Request No. 22-60 / 0511 **MTC No.** PSL-H 130 / 60

Results of Calibration :-

Table : Temperature Measurement @ Globe Bulb

Average Measured Temperature (°C)	Average Displayed of UUC (°C)	Correction Measured of UUC (°C)	Expanded Uncertainty of Measurement (± °C)
24.9	24.9	0.0	0.50
34.9	34.9	0.0	0.50
40.0	39.8	0.2	0.50

Note :

1. This calibration was done without removing reservoir cover, white plates and blackened copper sphere of the instrument.
2. The calibration data for instrument in this report is reported within the condition existing at the time of measurement only.

...end of certificate...

The results relate only to the items tested or calibrated.
Advertising the Report/Certificate and publicity of the results except in full are prohibited unless written permission is obtained from the governor of TISTR.

Head Office
35 Mu 3 Tambon Khlong Ha, Amphoe Khlong Luang, Changwat Pathumthani 12120, Thailand
Tel. (66) 0 2577 9000
Fax. (66) 0 2577 9009
E-mail : rumpai@tistr.or.th Website:www.tistr.or.th

Office/Laboratory
Soi 1C, Bangpoo Industrial Estate, Sukhumvit Road, Amphoe Muang, Changwat Samutprakan 10280, Thailand
Tel. (66) 0 2323 1672-80 ext. 115, 116
Fax. (66) 0 2323 9165
E-mail : mtc@tistr.or.th

Office
196 Phahonyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
Tel. (66) 0 2579 1121-30 ext. 5219, 5225, 5217
Fax. (66) 0 2579 8592
E-mail : sumalee@tistr.or.th

ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
CALIBRATION CENTER FOR INDUSTRY, FACULTY OF ENGINEERING, BURAPHA UNIVERSITY
Saensook, Muang, Chonburi 20131, Tel. 0 3839 3913-4, 0 3839 3916, 0 3810 2222 Ext.3329 Fax. 0 3839 3915, www.cib-buu.com

Cert No. CIB17-MC-02022

CERTIFICATE OF CALIBRATION

ELECTRONIC BALANCE

Customer Name	: Faculty of Public Health, Burapha University	Job No.	: NP17-001
Customer Address	: 169 Tumbol Seansuk	Received Date	: 25 May 2017
	Amphur Muang, Chonburi 20000	Calibrated Date	: 30 May 2017
Instrument Description	: Dial Balance	Issued Date	: 31 May 2017
Manufacturer	: KOKO	Issued By	: Mass
Model No.	: PH01	Metrology Laboratory, CIB	
Serial Number	: -	Calibration Method	
Range	: 0 kg to 130 kg	WI No.	: WI-CAL-MC-02
Resolution	: 1 kg	Reference to	: UKAS LAB14
Condition	: Good Operated		

Calibration Standards Used :

Standards Description	Manufacturer	Serial Number	Due Date
Standard Weight Calss M1	5 kg	I5K689-55 to I5K690-55	30 June 2017
Standard Weight Calss M1	10 kg	I10K391-55 to I10K700-55	30 June 2017
Standard Weight Calss M1	20 kg	I20K701-55 to I20K710-55	30 June 2017

Traceability :

The calibration is traceable to SI units by reference to national measurement standards : SPC Calibration Center Co.,Ltd., Thailand (Accreditation No.0087) through the Certificate No.C02150411.

Environmental Conditions :

The calibration was performed at an ambient temperature of (20 ±2) °C with relative humidity at (55 ±15) %. and atmospheric pressure of (1005±10) mbar.

Uncertainty of Measurement :

The estimated uncertainty of measurement is at a confidence level of approximately 95 % (coverage factor, k=2.03).

Checked By : W. Kongsagul
Mr. Wissarut Kongsagul
Person in charge

Approved By : A. Deepatana
Dr. Anat Deepatana
Authorized Signatory

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the Director of Calibration Center for Industry, Burapha University (CIB).

FR-REP-02-01-02

ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
CALIBRATION CENTER FOR INDUSTRY, FACULTY OF ENGINEERING, BURAPHA UNIVERSITY
Saensook, Muang, Chonburi 20131, Tel. 0 3839 3913-4, 0 3839 3916, 0 3810 2222 Ext.3329 Fax. 0 3839 3915, www.cib-buu.com

Cert No. CIB17-MC-02022

RESULT OF CALIBRATION

Result of Calibration

Repeatability

Weight (kg)	Standard deviation (kg)
120	0.447

Departure of indication from nominal value

Unit : kg

No.	Load	Mean Indication	Correction	Uncertainty	*k*
1	0	0.0	0.0	1.7	*2.00*
2	20	19.0	1.0	1.7	*2.00*
3	40	39.0	1.0	1.7	*2.00*
4	60	58.0	2.0	1.7	*2.00*
5	80	79.0	1.0	1.7	*2.00*
6	100	98.0	2.0	1.7	*2.00*
7	120	117.0	3.0	1.7	*2.00*

This report will certify of the calibrated equipment only.

End of Certificate

ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
CALIBRATION CENTER FOR INDUSTRY, FACULTY OF ENGINEERING, BURAPHA UNIVERSITY
Saensook, Muang, Chonburi 20131, Tel 0 3839 3913-4, 0 3839 3916, 0 3810 2222 Ext.3329 Fax 0 3839 3915, www.cib-buu.com

Cert No. CIB17-DC-67001

CERTIFICATE OF CALIBRATION

HEIGHT RULE

Customer Name	: Faculty of Public Health, Burapha University	Job No.	: NP17-001
Customer Address	: 169 Tumbol Seansuk	Received Date	: 25 May 2017
	Amphur Muang, Chonburi 20000	Calibrated Date	: 30 May 2017
Instrument Description	: Height Ruler	Issued Date	: 31 May 2017
Manufacturer	: -	Issued By	: Dimensional
Code Number	: PH03	Metrology Laboratory, CIB	
Serial Number	: -	Calibration Method	
Range	: 0 cm to 200 cm	WI No.	: WI-CAL-DC-67
Resolution	: 1 cm	Reference to	: JIS B 7516 : 1987
Condition	: Good Operated		

Calibration Standards Used :

Standards Description	Code Number	Serial Number	Due Date
Steel Ruler	401F	1117-46	30 June 2017

Traceability :

The calibration is traceable to SI units by reference to national measurement standards : Calibratech Co.,Ltd. (CAL),Thailand (Accreditation No.0030), through the Certificate No.108213-1.

Environmental Conditions :

The calibration was performed at an ambient temperature of (20 ± 2) °C with relative humidity at (55 ±15) %.

Uncertainty of Measurement :

The estimated uncertainty of measurement is at a confidence level of approximately 95 % (coverage factor, k=2).

Checked By : W. Kongsagul
Mr. Wissarut Kongsagul
Person in charge

Approved By : A. Deepatana
Dr. Anat Deepatana
Authorized Signatory

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the Director of Calibration Center for Industry, Burapha University (CIB).

ศูนย์สอบเทียบเครื่องมือวัดสำหรับอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
CALIBRATION CENTER FOR INDUSTRY, FACULTY OF ENGINEERING, BURAPHA UNIVERSITY
Saensook, Muang, Chonburi 20131, Tel. 0 3839 3913-4, 0 3839 3916, 0 3810 2222 Ext.3329 Fax. 0 3839 3915, www.cib-buu.com

Cert No. CIB17-DC-67001

RESULT OF CALIBRATION

Instrumental Error

Unit : cm

Nominal Range	Measured Value	Correction
20.0	19.95	-0.05
40.0	40.00	0.00
60.0	60.00	0.00
80.0	80.00	0.00
100.0	99.95	-0.05
120.0	119.95	-0.05
140.0	139.95	-0.05
160.0	160.00	0.00
180.0	179.95	-0.05
200.0	199.95	-0.05
Uncertainty of Measurement	0.11	

This report will certify of the calibrated equipment only.

End of Certificate

The Office of Health Service Support Region 6 Chonburi Page 1 of 1

Department of Health Service Support **Cert. No. : CA-6-60-23211-00007**

Comparison Report

Detail : DIGITAL BLOOD PRESSURE ID No. : ABP-PHBUU-01

Manufacturer : BEURER Model : BM-40 Serial No. : 100656662

Client : มหาวิทยาลัยบูรพา Section : คณะสาธารณสุขศาสตร์

จังหวัดชลบุรี

Room Ambient Temperature : 23 °C (15-25 °C) Humidity : 50 %RH (20-85 %RH)

Tested Date : 3/3/2560 **Approved Date** 3/3/2560

Measurement Method ปฏิบัติตามวิธีสอบเทียบเครื่องวัดความดันโลหิตโดยการวัดแบบ Oscilometric รหัส W1-CAL-BP-01 โดยใช้เครื่องมือวัดที่ได้รับการสอบเทียบจากหน่วยงานที่ได้มาตรฐาน และสอบเทียบภายใต้สภาวะแวดล้อมตามที่กำหนด

Standard Used :

Description / Model	Manufacture	Serial Number	Cal Date	Cert No.
Non-Invasive Blood Preesur Simulator Model	*Fluke*	*2093020*	*6/9/2559*	*PRE-60-0028*

Measurement Results :

	STD Setting (mmHg)	UUC Reading (mmHg)	Error (mmHg)	Uncertaintry (+/-mmHg)	Accept value (+/-mmHg)
Diastolic Pressure	30.0	30.00	0.00	0.70	8.00
	80.0	79.33	-0.67	0.97	8.00
	100.0	98.33	-1.67	0.97	8.00
Systolic Pressure	60.0	58.67	-1.33	1.90	8.00
	120.0	117.67	-2.33	0.97	8.00
	150.0	151.00	1.00	2.12	8.00
Heart Rate	STD Setting (BPM)	UUC Reading (BPM)	Error (BPM)	Uncertaintry (+/-BPM)	Accept value (+/-BPM)
	60.0	60.00	0.00	0.58	2.00
	80.0	80.00	0.00	0.58	2.00
	120.0	120.00	0.00	0.58	2.00

The reported uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k = 2$, Providing a level of confidence of approximately 95%

Tested by : .....

(นายพิชิตพร นิลใน)

นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน

Approved by : .....

(นายบุญชัย พุทธนิมิตกุล)

หัวหน้ากลุ่มวิศวกรรมการแพทย์

Comment : This report certifies the Comparison results as of the date, the location and the conditions of calibrate only

76 Moo 5 Angsila - Bangsan Rd. Tambon Angsila, Amphoe Mueang, Chonburi Tel. 0-3839-7233 Fax.0-3839-7233

The Office of Health Service Support Region 6 Chonburi Page 1 of 1

Department of Health Service Support **Cert. No. : CA-6-60-23211-00008**

Certificate of Calibration

Detail : PATIENT THERMOMETER ID No. : EIT-PHBUU-01

Manufacturer : BEURER Model : FT78 Serial No. : 100696887

Client : มหาวิทยาลัยบูรพา Section : คณะสาธารณสุขศาสตร์

จังหวัดชลบุรี

Room Ambient : Temperature : 23 °C (15-25 °C) Humidity : 50 %RH (20-85 %RH)

Cal Date : 3/3/2560 **Approved Date :** 3/3/2560

Measurement Method ปฏิบัติตามวิธีสอบเทียบThermometer รหัส W1-CAL-TM-01 โดยใช้เครื่องมือวัดที่ได้รับการสอบเทียบจากหน่วยงานที่ได้มาตรฐานและสอบเทียบภายใต้สภาวะแวดล้อมตามที่กำหนด

Standard Used :

Description / Model	Manufacture	Serial Number	Cal Date	Cert No.
Digital Thermometer Model 1521	*Hart*	*A36769*	*18/9/2559*	*TM-60-0003*

Measurement Results :

UUC Setting (Celsius)	STD Reading (Celsius)	Error (Celsius)	Uncertainty (Celsius)	Accept value (+/-Celsius)
35.467	35.500	-0.033	0.060	0.50
37.000	36.999	0.001	0.060	0.50
39.000	39.000	-0.001	0.060	0.50

The reported uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor $k = 2$, Providing a level of confidence of approximately 95%

Tested by : .....

(นายพิชิตพร นิลใน)

นายช่างไฟฟ้าชำนาญงาน

Approved by : .....

(นายบุญชัย พุทธนิมิตกุล)

หัวหน้ากลุ่มวิศวกรรมการแพทย์

Comment : This report certifies the calibrate results as of the date, the location and the conditions of calibrate only.

76 Moo 5 Angsila - Bangsan Rd. Tambon Angsila, Amphoe Mueang, Chonburi Tel. 0-3839-7233 Fax.0-3839-7233