

สมการทำนายอุณหภูมิร่างกายของพนักงานโรงงานโลหะแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง Prediction Equation for Body Temperature among Metal Manufacturing Factory Workers in Rayong Province

ปณณวัฒน์ สุขประเสริฐ¹, อนามัย เทศกะทิก², ปวีณา มีประดิษฐ์³, วัลลภ ใจดี⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยด้านบุคคล ด้านการทำงาน ด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน ระดับอุณหภูมิร่างกาย และสร้างสมการทำนายอุณหภูมิร่างกายของพนักงานโรงงานโลหะแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง จำนวน 141 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเป็นระบบโดยนำรายชื่อพนักงานมาเรียงลำดับตามพยานุชณะขึ้นต้นและทำการคำนวณค่าช่วงกว้างของการสุ่ม แล้วจึงทำการสุ่ม โดยมีการใช้แบบสัมภาษณ์ เครื่อง Pulse oximeter เครื่องวัด WBGT เครื่องวัดความเร็วอากาศ เครื่องวัดอุณหภูมิร่างกายที่ช่องหู ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายของพนักงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.05) ได้แก่ ดัชนีมวลกาย (BMI) อัตราการเต้นหัวใจ (HR) ปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป (WI) ระยะเวลาการรับสัมผัสความร้อน (HET) ภาระงาน (WL) ดัชนีเวตบอล์โกลบ (WBGT) และความชื้นสัมพัทธ์ (HM) ส่วนอายุ (AGE) และความเร็วอากาศ (WV) ไม่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย (p > 0.05) โดยพบว่า 6 ปัจจัยสามารถทำนายอุณหภูมิร่างกายของพนักงานได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($R^2 = 0.327$; p -value < 0.036) ได้แก่ ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นหัวใจ ปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป ภาระงาน ดัชนีเวตบอล์โกลบ และความชื้นสัมพัทธ์ สามารถเขียนสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบได้คือ $BT = 29.50 - 0.031BMI + 0.017HR + 0.0003WI + 0.004 WL + 0.164WBGT + 0.006HM$ สรุปจากผลการศึกษาจึงควรมีการรณรงค์ให้พนักงานดื่มน้ำบ่อยครั้ง ซึ่งควรจะแนะนำพนักงานเป็นประจำ และมีการติดตั้งระบบระบายอากาศทั่วไปให้กับพนักงาน

คำสำคัญ : ดัชนีเวตบอล์โกลบ, สมการทำนายอุณหภูมิร่างกาย, พนักงานโรงงานโลหะ

Abstract

The objective of this study was to determine factors predicting the equation of the body temperature among metal manufacturing factory workers in Rayong Province. Data were collected from 141 randomly selected subjects using a questionnaire, and data was also collected using a pulse

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยบูรพา e-mail : pannawat.suk@gmail.com

² ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา e-mail : anamai@buu.ac.th

³ ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา e-mail : parvena@buu.ac.th

⁴ ภาควิชาพื้นฐานสาธารณสุข คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา e-mail : wanlopj@buu.ac.th

oximeter, WBGT monitor, wind velocity meter and tympanic thermometer. The study indicated that six factors significantly affected the body temperature (BT) of the workers at a p-value of < 0.05: their Body Mass Index (BMI), Heart rate (HR), Water intake (WI), Heat exposure time (HET), Workload (WL), Wet Bulb Globe Temperature Index (WBGT) and Relative humidity (HM). For prediction equation for the body temperature, 6 factors including Body Mass Index, Heart Rate, Water Intake, Workload, WBGT and Relative Humidity were factors predicting the body temperature ($R^2 = 0.327$; p-value < 0.036). Body temperature equation was $BT = 29.50 - 0.031BMI + 0.017HR + 0.0003WI + 0.004 WL + 0.164WBGT + 0.006HM$. Conclusion: drinking water frequently should be routinely advice to workers and installed the general ventilation system.

Keywords: Wet Bulb Globe Temperature Index, Prediction equation for the body temperature, Metal workers

ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาทางเศรษฐกิจอุตสาหกรรม โดยมีการดำเนินโครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก อุตสาหกรรมโลหะมีแนวโน้มการขยายตัวสูงขึ้นโดยเฉพาะอุตสาหกรรมอะลูมิเนียม (สถาบันเหล็กและเหล็กกล้าแห่งประเทศไทย, 2557) กระบวนการผลิตอะลูมิเนียมประกอบด้วย 4 กระบวนการหลักคือ กระบวนการหลอมหล่อ กระบวนการรีดร้อน กระบวนการรีดเย็น กระบวนการตัด ตกแต่งขั้นสุดท้าย โดยเฉพาะความร้อน พบว่าบริเวณแผนกหลอมหล่อ แผนกรีดร้อน แผนกรีดเย็น และแผนกตัด ตกแต่งขั้นสุดท้าย มีดัชนีเวตบอล์ทโกลบ มีค่าเท่ากับ 39.89 34.05 31.6 และ 31.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (Hanley, 1995) ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องเนื่องจากความร้อน

การเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องเนื่องจากความร้อน ได้แก่ ผื่นจากความร้อน ตะคริวจากความร้อน อ่อนเพลียจากความร้อน หมดสติจากความร้อน และลมแดด (Michael S. Andrew et al., 2012) โดยมีอาการ เช่น มีผื่นแดง เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน หน้ามืด กระจายน้ำ เหงื่อออกมาก ผิวแห้งแดง หนาวสั่น หายใจเร็ว เป็นต้น การเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องเนื่องจากความร้อนทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ และยังสามารถทำให้เสียชีวิตได้ โดยเฉพาะลมแดด จากระบบคลังข้อมูลด้านการแพทย์และสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2559 พบว่ามีอัตราการป่วยโรคจากความร้อนต่อประชากร 100,000 คน เท่ากับ 4.12 ซึ่งมีอัตราการป่วยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2558 (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม, 2560) การเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องเนื่องจากความร้อน สามารถป้องกันได้ เช่น การติดตั้งระบบปรับอากาศ ใช้นวนวมหุ้มโลหะที่ปลดปล่อยรังสีความร้อน การจัดการวงจรการทำงานที่เหมาะสม เป็นต้น (Ryan & Euler, 2017)

อุณหภูมิร่างกายเป็นดัชนีชี้วัดของการเจ็บป่วยจากความร้อนอย่างหนึ่ง โดยปกติร่างกายมีอุณหภูมิเท่ากับ 37 องศาเซลเซียส หากมีอุณหภูมิร่างกายมากกว่า 37 จนถึง 40 องศาเซลเซียส มีความเสี่ยงเกิดการอ่อนเพลียจากความร้อน (Heat exhaustion) แต่หากมีค่าสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส มีโอกาสเสี่ยงสูงต่อลมแดด (Heat stroke) โดยปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย เช่น ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ อายุ ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นของหัวใจที่มากขึ้นอุณหภูมิของร่างกายส่งผลทำให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น ปัจจัยด้านการทำงาน ได้แก่ ระยะเวลาการรับสัมผัสความร้อน และภาระงานที่มากขึ้น ส่งผลทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นเช่นกัน และปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไปสามารถส่งผลให้อุณหภูมิร่างกาย

ลดลง และปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมการทำงานคือ ดัชนีเวตบอล์บ์โลก และความชื้นสัมพัทธ์สูง ส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น แต่ความเร็วอากาศที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิของร่างกายลดลง (Zhou, Xiong, & Lian, 2017)

การศึกษาที่ผ่านมา เคยมีการศึกษาในต่างประเทศ พบว่าการตรวจวัดอุณหภูมิร่างกายทางทวารหนักสามารถทำการวัดได้ยาก จึงมีการศึกษาสมการทำนายอุณหภูมิร่างกายในอาสาสมัครที่เป็นนักศึกษาประเทศสวีเดนแลนดิในสภาวะจำลอง (Niedermann et al., 2014) และมีการศึกษาสมการทำนายอุณหภูมิร่างกายจากหลายตัวแปรปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมในประเทศอังกฤษในสภาวะจำลอง โดยใช้อุณหภูมิผิวหนังใต้ชั้นเสื้อผ้า อุณหภูมิชั้นนอกของเสื้อผ้า อัตราการเต้นหัวใจ สภาวะการทำงานในการทำนาย (Richmond, Davey, Griggs, & Havenith, 2015) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาสมการทำนายอุณหภูมิร่างกายในสภาวะการทำงานจริง รวมทั้งในประเทศไทยยังไม่พบข้อมูลสมการทำนายอุณหภูมิร่างกาย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาสมการทำนายอุณหภูมิร่างกายของพนักงานโรงงานโลหะเพื่อใช้ในการประเมินสภาพแวดล้อมในการทำงาน และเฝ้าระวังโรคที่เกี่ยวข้องเนื่องจากความร้อน โดยมีปัจจัยด้านบุคคล ด้านการทำงาน และด้านสภาพแวดล้อมในการทำงานร่วมทำนาย

วัตถุประสงค์การวิจัย

- (1) เพื่อศึกษาปัจจัยด้านบุคคล ด้านการทำงาน และด้านสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ส่งผลต่ออุณหภูมิร่างกายของพนักงานโรงงานโลหะแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง
- (2) เพื่อศึกษาอุณหภูมิร่างกาย และสร้างสมการทำนายอุณหภูมิร่างกายของพนักงานโรงงานโลหะแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง

สมมติฐานการวิจัย

ปัจจัยด้านบุคคล ด้านการทำงาน และด้านสภาพแวดล้อมในการทำงานมีผลกับอุณหภูมิร่างกายของพนักงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษา คือ พนักงานโรงงานโลหะแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง จำนวน 158 คน คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรเครซีและมอร์แกน (Krejcie & Morgan (1970) อ้างอิงใน ประสพชัย พสุนนท์, 2557) ได้ 141 คน และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเป็นระบบ (Systematic sampling) โดยนำรายชื่อพนักงานมาเรียงลำดับตามพยัญชนะขึ้นต้น และทำการคำนวณค่าช่วงกว้างของการสุ่ม (Sampling interval) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2 เกณฑ์คัดเข้า คือ พนักงานที่มีประสบการณ์ทำงานไม่น้อยกว่า 7 วัน และมีเกณฑ์การคัดออก คือ 1.พนักงานที่ป่วยเป็นโรคที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายออก เช่น โรคไทรอยด์เป็นพิษ มะเร็ง ซึ่งได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์ หรือมีภาวะติดเชื้ เช่น มีไข้ ตัวร้อน เจ็บคอ มีฝีหนองในร่างกาย เป็นต้น 2.มีอุณหภูมิร่างกายที่มากกว่า 38 องศาเซลเซียส

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ

- (1) แบบสัมภาษณ์ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ปัจจัยด้านบุคคล เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ประวัติการป่วยเป็นโรคที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย เป็นต้น โดยอายุมีหน่วยปี ส่วนน้ำหนัก และส่วนสูง ซึ่งน้ำหนักและส่วนสูงจะถูกนำไปแปลผลเป็นค่าดัชนีมวลกาย มีหน่วยเป็นกิโลกรัม/ตารางเมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

(1) สถิติพรรณนา วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ อายุ ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นหัวใจ ปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป ระยะเวลาการรับสัมผัสความร้อน ภาระงาน ดัชนีเวตบัลบ์โกลบ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วอากาศ และอุณหภูมิร่างกาย โดยร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด

(2) สถิติอ้างอิง โดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของตัวแปร ได้แก่ อายุ ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นหัวใจ ปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป ระยะเวลาการรับสัมผัสความร้อน ภาระงาน ดัชนีเวตบัลบ์โกลบ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วอากาศกับอุณหภูมิร่างกายโดยใช้สถิติ Simple liner regression และวิเคราะห์หาสมการทำนายอุณหภูมิร่างกายของพนักงานโดยใช้สถิติ Multiple linear regression

สรุปผลการวิจัย

พบว่าพนักงานมีอายุเฉลี่ย 25.06 ± 2.19 ปี มีดัชนีมวลกายเฉลี่ย 23.55 ± 3.78 กิโลกรัม/ตารางเมตร มีอัตราการเต้นหัวใจ 87.40 ± 11.64 ครั้ง/นาที มีปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป 492.79 ± 238.65 มิลลิลิตร มีระยะเวลาการรับสัมผัสความร้อนเฉลี่ย 97.18 ± 14.27 นาที มีภาระงานเฉลี่ย 222.44 ± 45.64 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง มีดัชนีมวลบัลบ์โกลบเฉลี่ย 30.58 ± 1.36 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 44.01 ± 12.50 และมีความเร็วอากาศ 0.23 ± 0.13 เมตร/วินาที

ปัจจัยด้านบุคคล ได้แก่ ดัชนีมวลกาย และอัตราการเต้นหัวใจ มีผลทางบวกต่ออุณหภูมิร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ส่วนอายุไม่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$) ปัจจัยด้านการทำงาน ได้แก่ ปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป ระยะเวลาการรับสัมผัสความร้อน และภาระงานมีผลต่ออุณหภูมิร่างกายทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) และปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ ดัชนีเวตบัลบ์โกลบ และความชื้นสัมพัทธ์มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) ส่วนความเร็วอากาศไม่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} > 0.05$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายของปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายที่ละปัจจัย

ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย	B	S.E.	Beta	t	p-value
อายุ	-0.001	0.011	-0.003	-0.061	0.952
ดัชนีมวลกาย	0.023	0.006	0.145	3.478	0.001*
อัตราการเต้นหัวใจ	0.022	0.002	0.443	11.727	0.000*
ปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป	0.001	0	0.217	5.264	0.000*
ระยะเวลาการรับสัมผัสความร้อน	0.009	0.002	0.225	5.476	0.000*
ภาระงาน	0.003	0.001	0.267	6.565	0.000*
ดัชนีมวลบัลบ์โกลบ	0.146	0.017	0.339	8.533	0.000*
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.011	0.002	-0.243	-5.946	0.000*
ความเร็วอากาศ	0.041	0.197	0.009	0.209	0.835

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

พนักงานกลุ่มตัวอย่างมีอุณหภูมิร่างกายในช่วงเวลา 10.00 น. 12.00 น. 15.00 น. และ 17.00 น. มีค่าเฉลี่ย 36.28±0.51 36.55±0.55 36.86±0.61 และ 36.71±0.53 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุ (Multiple linear regression) แบบ Stepwise จากทั้ง 7 ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย ได้แก่ ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นหัวใจ ปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป ระยะเวลาการสัมผัส ความร้อน ภาระงาน ดัชนีเวตบอล์บโกลบ และความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกาย ได้แก่ ดัชนีมวลกาย อัตราการเต้นหัวใจ ปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป ภาระงาน ดัชนีเวตบอล์บโกลบ และความชื้นสัมพัทธ์ สามารถร่วมกันทำนายอุณหภูมิร่างกายของพนักงาน ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($R^2 = 0.327$; $p\text{-value} < 0.036$) ดังแสดงในตารางที่ 2 สามารถเขียนสมการพยากรณ์ในรูปแบบแนบดิบได้ดังต่อไปนี้

$$BT = 29.50 - 0.031BMI + 0.017HR + 0.0003WI + 0.004 WL + 0.164WBGT + 0.006HM$$

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย

ปัจจัยที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย		B	S.E.	Beta	t	p-value
Constant	BT	29.50	.968		30.483	0.000
ดัชนีมวลกาย	BMI	-.031	.009	-.200	-3.406	0.001*
อัตราการเต้นหัวใจ	HR	.017	.002	.344	9.421	0.000*
ปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไป	WI	.0003	.000	.107	2.997	0.003*
ภาระงาน	WL	.004	.001	.318	5.310	0.000*
ดัชนีเวตบอล์บโกลบ	WBGT	.164	.028	.379	5.911	0.000*
ความชื้นสัมพัทธ์	HM	.006	.003	.134	2.096	0.036*

$R = .572$; $R^2 = .327$; $SEE = .4855$; $F = 4.395$; $p\text{-value} = 0.036$

หมายเหตุ * มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อภิปรายผล

(1) ปัจจัยด้านบุคคล ด้านการทำงาน และด้านสภาพแวดล้อมในการทำงานที่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย

1.1 ปัจจัยด้านบุคคล

ผลการศึกษาพบว่า อัตราการเต้นหัวใจมีผลต่ออุณหภูมิร่างกายทางบวก ($p\text{-value} < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Xiong et al. (2016) พบว่าอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากอุณหภูมิอากาศที่สูงขึ้น และอัตราเมแทบอลิซึมที่เพิ่มขึ้น ร่างกายมีการรักษาสมดุลของความร้อนไม่ให้สูงมากเกินไป ทำให้เกิดการขยายตัวของหลอดเลือดเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย ทำให้ความดันโลหิตต่ำลง ร่างกายจึงต้องรักษาความดันโลหิตให้คงที่โดยการสูบฉีดเลือดให้มากขึ้น ส่งผลทำให้อัตราการเต้นหัวใจจึงสูงขึ้น (ACGIH, 2016) ดังนั้นควรลดอุณหภูมิอากาศในพื้นที่การทำงาน ด้วยระบบระบายอากาศเฉพาะทั่วไป หรือหลีกเลี่ยงการปฏิบัติงานที่มีภาระงานหนัก ในช่วงที่มีอุณหภูมิอากาศสูง เพื่อลดอัตราการเต้นหัวใจจากการระบายความร้อนของร่างกาย

อายุไม่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย ($p\text{-value} > 0.05$) ไม่สอดคล้องกับ NIOSH (2016) ที่พบว่า ผู้ที่มีอายุมากจะมีเหงื่อที่ใช้ในการระบายความร้อนที่ไม่ดี แต่เนื่องจากพนักงานมีการกระจายตัวของกลุ่มตัวอย่างน้อยเกินไป คือ มีช่วงอายุ 21 – 29 จำนวน 136 คน และ 30 – 39 จำนวน 5 คน อาจทำให้อายุไม่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายได้

1.2 ปัจจัยด้านการทำงาน

มีปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไปมีผลทางบวกต่ออุณหภูมิร่างกาย ($p\text{-value} < 0.05$) ซึ่งไม่สอดคล้องกับ NIOSH (2016) ที่พบว่า การดื่มน้ำทำให้อุณหภูมิร่างกายลดลง เนื่องจากการดื่มน้ำจึงเป็นการทดแทนน้ำที่สูญเสียไปจากการระเหยเหงื่อ ทำให้ระบบสมดุลความร้อนเป็นปกติ โดยปกติร่างกายจะสูญเสียเหงื่อ 0.3 – 1.5 ลิตร/ชั่วโมง เมื่อปฏิบัติงานในสิ่งแวดล้อมที่มีความร้อน (Brake & Bates, 2003) ดังนั้นปริมาณน้ำที่ดื่มเข้าไปมีผลทางลบเนื่องจากพนักงานอาจดื่มน้ำไม่เพียงพอ โดยมีการดื่มน้ำ 250 – 500 มิลลิลิตร ต่อ 2 ชั่วโมง ซึ่งควรดื่มน้ำ 1 ถ้วย (237 มิลลิลิตร) ทุก ๆ 20 นาที เมื่อมีการทำงานในสิ่งแวดล้อมที่มีความร้อน (ACGIH, 2016)

ระยะเวลาสัมผัสกับความร้อนมีผลต่ออุณหภูมิร่างกายทางบวก ($p\text{-value} < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tian et al. (2011) พบว่า เมื่อมีระยะเวลาในการสัมผัสกับความร้อนมากจะส่งผลทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น แต่เนื่องจากร่างกายมีกลไกรักษาสมดุลความร้อน เพื่อป้องกันไม่ให้อุณหภูมิร่างกายสูงมากเกินไป ทำให้ร่างกายยังมีอุณหภูมิไม่ขึ้นจากปกติ แต่หากมีการสัมผัสกับความร้อนเป็นเวลานานเกินไป จนทำให้กลไกรักษาสมดุลความร้อนเสื่อมสภาพไป เช่น การสูญเสียเหงื่อจนทำให้เกิดภาวะขาดน้ำ เป็นต้น ส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น ดังนั้นควรลดระยะเวลาการสัมผัสกับความร้อน เช่น มีการหมุนเวียนการทำงาน หรือมีห้องที่ควบคุมอุณหภูมิสำหรับการพัก

ภาระงานของพนักงานมีภาระงานปานกลาง หรือ 200 – 300 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง โดยภาระงานมีทางบวกกับอุณหภูมิร่างกาย ($p\text{-value} < 0.05$) เนื่องจากภาระงานทำให้อัตราเมแทบอลิซึมเพิ่มขึ้นเพื่อย่อยสลายสารอาหารให้เป็นพลังงาน เพื่อให้ร่างกายสามารถใช้พลังงานได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายเพิ่มสูงขึ้น (Michael S. Andrew et al., 2012) ฉะนั้นภาระงานหนักทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้นมากกว่าภาระงานเบา และปานกลาง (Kamijo & Nose, 2006) ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงงานที่มีภาระงานหนักในช่วงที่มีอุณหภูมิสูง

1.3 ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในการทำงาน

ผลการศึกษาพบว่า ดัชนีเวตบอล์บโกลบมีผลทางบวกต่ออุณหภูมิร่างกาย ($p\text{-value} < 0.05$) เนื่องจากดัชนีเวตบอล์บโกลบส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น (Rahman et al., 2016) ดังนั้นควรมีการลดระดับอุณหภูมิอากาศด้วยระบบระบายอากาศทั่วไป หรือลดการแผ่รังสีความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อน

ความชื้นสัมพัทธ์ มีผลทางบวกต่ออุณหภูมิร่างกาย ($p\text{-value} < 0.05$) เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น ซึ่งความชื้นสัมพัทธ์สูง มีไอน้ำอยู่ในอากาศจำนวนมาก ทำให้ร่างกายไม่สามารถระเหยเหงื่อเพื่อสูญเสียความร้อนจากร่างกายได้ ส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น (Kamijo & Nose, 2006) ดังนั้นควรเพิ่มการระบายอากาศเพื่อลดอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์

ความเร็วอากาศ ไม่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกาย ($p\text{-value} > 0.05$) ซึ่งไม่สอดคล้องกับ Janotkova and Pavelek (2002) ที่พบว่าความเร็วอากาศที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อุณหภูมิร่างกายลดลง และความเร็วอากาศไม่มีผลต่ออุณหภูมิร่างกายอาจเนื่องมาจากมีความเร็วอากาศน้อยเกินไป ซึ่งควรมีความเร็วอากาศ 2.5 เมตร/วินาที เพื่อเพิ่มการระเหยเหงื่อ ลดอุณหภูมิร่างกาย โดยอัตราการระเหยเหงื่อจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเร็วอากาศเพิ่มขึ้นทุก 0.6 เมตร/วินาที (Michael S. Andrew et al., 2012)

(2) อุณหภูมิร่างกาย

ผลการศึกษาพบว่า พนักงานมีอุณหภูมิร่างกาย 36.0 – 37.0 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิปกติร่างกาย แสดงว่าพนักงานไม่เสี่ยงต่อลมแดดเนื่องจากมีอุณหภูมิร่างกายต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส (Becker & Stewart, 2011) แต่อาจเสี่ยงต่ออ่อนเพลียจากความร้อนได้ เนื่องจากการอ่อนเพลียจากความร้อนเกิดขึ้นเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิ 37.0 –

