

การออกแบบหัวเชื่อมกับการลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อไหล่จากการเชื่อมในโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ

TORCH DESIGN TO REDUCE FATIGUE ASSOCIATED WITH ARM AND SHOULDER MUSCLES IN WELDING PROCESS OF AIR CONDITIONING FACTORY

ธัญญารัตน์ ฤกษ์ใหญ่

นักศึกษาระดับปริญญาโท (สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย) คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : thunyaratr@windowslive.com

วิชัย พงษ์ธาราธิกุล

อาจารย์ประจำภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : vichai.pru@mahidol.ac.th

เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์

อาจารย์ประจำภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : chalermchai.cha@mahidol.ac.th

สรา อารภรณ์

อาจารย์ประจำภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
E-mail : sara.arp@mahidol.ac.th

บทคัดย่อ

การใช้หัวเชื่อมที่ไม่เหมาะสม ดำเนินการเชื่อมเป็นระยะเวลาานาน จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าของผู้ทำงาน ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการออกแบบหัวเชื่อมใหม่ตามหลักการยศาสตร์เพื่อลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อไหล่โดยศึกษาเปรียบเทียบผลการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไหล่ของผู้ทำการเชื่อมต่อของแดงด้วยหัวเชื่อมเดิมกับหัวเชื่อมใหม่พร้อมกับศึกษาประสิทธิภาพของหัวเชื่อมใหม่ในการเชื่อมที่โรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศแห่งหนึ่ง การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบกึ่งทดลอง ดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นพนักงานเชื่อมต่อของแดง 9 คนที่ไม่มีประวัติที่อาจมีผลกระทบต่อความเมื่อยล้าของแขน มือและไหล่ โดยนำเครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกายมาวัดขนาดของร่างกายของกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 และ 95 ของสัดส่วนร่างกายที่เกี่ยวข้องมาใช้ออกแบบหัวเชื่อมใหม่เพื่อลดระดับของไหล่ ลดมุมระหว่างแขนและลำตัว และลดการบิดของข้อมือขณะที่ทำการเชื่อม ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของความสูงศอกเท่ากับ 87 เซนติเมตร ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5 ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในกำมือเท่ากับ 3.8 เซนติเมตร และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 ของความกว้างของมือเท่ากับ 10 เซนติเมตร หัวเชื่อมใหม่มีขนาดความยาวด้ามจับ, เส้นผ่าศูนย์กลางของด้ามจับและระยะระหว่างกึ่งกลางด้ามจับกับปลายหัวเชื่อมเท่ากับ 12, 3 และ 25 เซนติเมตร ตามลำดับ ปลายหัวเชื่อมเป็นรูปโค้ง ประเมินความเมื่อยล้าจากการตรวจวัดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Deltoid ขณะทำการเชื่อม นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย RMS EMG ด้วยเครื่องวัด EMG เป็นเวลา 20 นาที และบันทึกระยะเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อของแดงแต่ละชิ้นจากกล้องบันทึกภาพ ผลการศึกษาขณะที่ทำการเชื่อมด้วยหัวเชื่อมที่มีอยู่เดิมกับด้วยหัวเชื่อมใหม่จะถูกนำไปเปรียบเทียบทางสถิติ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ขณะที่กลุ่มตัวอย่างทำการเชื่อมด้วยหัวเชื่อมใหม่พบว่าความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ Deltoid และระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเชื่อมต่อของแดงต่อชิ้นน้อยกว่าขณะที่กลุ่มตัวอย่างทำการเชื่อมด้วยหัวเชื่อมที่มีอยู่เดิมอย่างมีนัยสำคัญ ($P\text{-value} < 0.05$) จึงสรุปได้ว่า หัวเชื่อมที่ออกแบบตามหลักเออร์گونอมิกส์สามารถลดความเมื่อยล้า

ของกล้ามเนื้อไหล่ และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเชื่อมต่อทองแดงได้

คำสำคัญ : การยศาสตร์ การวัดสัดส่วนร่างกาย การออกแบบหัวเชื่อม คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ความเมื่อยล้า

ABSTRACT

Inappropriate hand tools cause fatigue at work. The objectives of this study are to design new torch based on the principles of ergonomic for reducing fatigue on shoulder muscle using EMG monitoring results on shoulder of welder, and to study the efficiency of the new torch to weld copper capillary tube at an air conditioning factory. This quasi- experimental study was carried out with 9 subjects who had no history that may have an impact on fatigue on arms, hands and shoulders. Anthropometers were used to measure body dimension of subjects and directed to design a new torch for reducing shoulder level, angle between arm and trunk and angle to twist the wrist while welding. Percentile5th of elbow height was 87 centimeters, Percentile5th of inside grip diameter was 3.8 centimeters and percentile 95th of hand breadth was 10 centimeters. The new torch design has handle length, handle diameter and distances between middle handle to the torch end of 12, 3 and 25 cm. respectively with the curve shape end. The EMG of deltoid muscle activity was measured and would be represented as mean of RMS EMG by electromyograph for 20 minutes and circle time of welding per piece of copper tube of all subjects were measured from time records in video camera. All results which were measured while welding by using existing torch and new torch were compared statistically. The results of this study demonstrated that while subjects were welding by using new torch, deltoid muscle activity and circle time for welding per piece were significantly less than while using existing torch ($P < 0.05$). The experimental results can be concluded that the new torch designed based on the principles of ergonomic can reduce fatigue of shoulder muscle and can increase efficiency of copper capillary tube welding.

KEYWORDS : Anthropometry, Electromyography, Ergonomic, Fatigue, Torch design

บทนำ

ปัจจุบัน โลกกำลังเผชิญกับปัญหาจากภาวะวิกฤต โลกร้อนที่ทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ทำให้ธุรกิจเครื่องปรับอากาศเกิดการขยายตัวควบคู่กัน กระบวนการผลิตเครื่องปรับอากาศสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ซึ่งมีผลต่อสภาพเศรษฐกิจโดยรวมได้ ผลกระทบด้านด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยที่สำคัญและกำลังได้รับความสนใจจากประเทศต่างๆ ทั่วโลก คือ การบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วยเนื่องจากท่าทางการทำงาน ซึ่งเป็นปัญหาด้านการยศาสตร์ (Ergonomics) สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน, 2548-2553 รายงาน

สถิติการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากท่าทางการทำงานของแรงงานที่อยู่ในระบบผู้ประกันตน จากปี พ.ศ. 2547-2552 พบว่า มีสถิติสูงอย่างต่อเนื่อง สถิติจากปี พ.ศ. 2547-2552 พบข้อมูลการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากท่าทางการทำงานคิดเป็นอัตรา 85, 90, 89, 90, 67 และ 63 รายต่อผู้ประกันตน 100,000 ราย ตามลำดับ

จากการตรวจสอบสถิติความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงานเชื่อมต่อทองแดงที่ต้องยกแขนสูงในท่าที่เบี่ยงเบนไปจากธรรมชาติซ้ำๆ ในโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศ ซึ่งถือเป็นการประสบอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากท่าทางการทำงาน

พบว่าใน ปี พ.ศ. 2552 และ 2553 มีการเจ็บป่วยร้อยละ 12 และร้อยละ 11 ของจำนวนพนักงานที่ต้องทำงานเชื่อม ตามลำดับ นอกจากนี้ในปี 2553 ที่ยังมีพนักงานเจ็บป่วยอีกจำนวน 2 ราย รายแรกต้องเข้ารับการรักษาเนื่องจากอาการปวดกล้ามเนื้อเรื้อรังที่แขนและไหล่จากการที่ต้องยกแขนสูงในท่าที่เบี่ยงเบนไปจากธรรมชาติซ้ำๆ ขณะทำงานเชื่อม และอีกรายต้องเข้ารับการรักษาด้วยการผ่าตัดรักษาอาการปลอกหุ้มเอ็นที่ฝ่ามือและนิ้วมืออีกเสบเนื่องจากต้องงอหรือบิดข้อมือด้วยท่าที่เบี่ยงเบนไปจากธรรมชาติซ้ำๆ ขณะที่ทำงานเชื่อมเช่นกัน แสดงให้เห็นแนวโน้มของปัญหาที่น่าจะเกิดจากความบกพร่องของเครื่องมือ คือ หัวเชื่อมที่ใช้ในการทำงานที่มีอยู่เดิมจึงเห็นควรออกแบบหัวเชื่อมใหม่ให้เหมาะกับปฏิบัติงานเพื่อนำมาทดลองแก้ไขปัญหาความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อไหล่นอกจากการทำงาน

กรอบแนวคิดและทฤษฎี

Niebel, B.W. และ Frievalds, A. 2004 ระบุท่าทางที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ คือ ท่าทางที่เบี่ยงเบนไปจากธรรมชาติ เช่น การท้อหรือการเบนของไหล่ การหุบหรือกางของไหล่ การหงายหรือคว่ำข้อมือ การบิดข้อมือ เป็นต้น

Parker, K.G. และ Imbus, H.R.1992. ระบุท่าทางที่ทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุด คือ ศอกเมื่ออยู่ในตำแหน่ง 90-110 องศา, ข้อมือเมื่ออยู่ในตำแหน่ง 0 องศา และนิ้วมือเมื่อ

อยู่ในท่ากำมือหลวมให้ปลายหัวแม่มือชนกับปลายนิ้วอื่น ๆ

V. Florimond, Eng. 2010 กล่าวว่าค่า RMS เป็นเหมือนดัชนีวัดความล้าเมื่อมีการเคลื่อนไหว ขณะที่กล้ามเนื้อเกิดความเมื่อยล้า เส้นใยกล้ามเนื้อจะต้องมีการปรับตัวเพื่อสร้างแรงให้เท่าเดิมกับที่เคยสร้างได้ ซึ่งเป็นเหตุให้ EMG amplitude (RMS) เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่ง RMS จะวัดได้ด้วยเครื่องวัด EMG

Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2005 กล่าวถึงหลักการออกแบบเครื่องมือว่า เครื่องมือควรมีด้ามจับเป็นรูปทรงกระบอก มีเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 3.00-4.50 ซม. และความยาวด้ามจับระหว่าง 11.50-12.00 ซม.

Nag และคณะ, 1988 แนะนำว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของด้ามจับไม่ควรเกินเส้นผ่าศูนย์กลางภายในขณะกำมือ โดยออกแบบให้ครอบคลุมประชากรโดยส่วนใหญ่ (โดยใช้ค่าเปอร์เซนไทล์ที่ 5 ของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในขณะกำมือ)

K.N. Dewangan และคณะ, 2008 ได้แนะนำให้ใช้ค่าเปอร์เซนไทล์ที่ 95 ของความกว้างของมือในการออกแบบความยาวด้ามจับ และให้มีช่องว่างที่ปลายด้ามทั้งสองข้างอีกข้างละ 0.50 ซม.

Waldemar Karwowski, 2005 กล่าวว่าคณะกรรมการมาตรฐานยุโรป prEN 1005-3 แนะนำว่าด้ามจับควรทำมุมกับแนวราบในขณะถือจับ 70 องศาในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

กรอบแนวคิด

ตัวแปรต้น

1. ท่าทางการทำงานเชื่อมท่อทองแดง ด้วยหัวเชื่อมเดิม
2. ท่าทางการทำงานเชื่อมท่อทองแดง ด้วยหัวเชื่อมที่ออกแบบใหม่

ตัวแปรตาม

1. คลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อกล้ามเนื้อไหล่ขณะปฏิบัติงานเชื่อมเชื่อมท่อทองแดง
2. ระยะเวลาต่อชิ้นในการทำงานเชื่อมท่อทองแดง

ตัวแปรควบคุม

1. ปัจจัยส่วนบุคคล (อายุ, ความสูง, ค่าดัชนีมวลกาย, โรคประจำตัวหรือสภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย, สภาวะการมีประจำเดือน, พฤติกรรมการดื่มสุราและสูบบุหรี่)
2. อายุงานในหน้าที่เชื่อมท่อทองแดง
3. ประวัติการประสบอุบัติเหตุที่มีผลต่อการปวดกล้ามเนื้อ
4. ระยะเวลาการพักผ่อนก่อนวัดผล
5. แบบของชิ้นงานท่อทองแดงแบบ 13 ขา
6. เครื่องมือเชื่อมที่ใช้ทดลองเป็นเครื่องเชื่อมเดิมที่อยู่ประจำโต๊ะของพนักงานเชื่อมที่เป็นกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน กับเครื่องเชื่อมที่ออกแบบตามหลักเออร์گونอมิกส์โดยใช้ตัวเดียวกัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อออกแบบหัวเชื่อมใหม่ตามหลักการยศาสตร์ เพื่อลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อไหล่
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการตรวจวัดการเกิดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไหล่จากท่าทางการเชื่อมต่อทองแดงโดยใช้หัวเชื่อมใหม่กับหัวเชื่อมเดิม
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ออกแบบใหม่

สมมุติฐานในการวิจัย มีดังนี้

1. การเกิดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อไหล่ (Deltoid) จากท่าทางการเชื่อมต่อทองแดงด้วยหัวเชื่อมใหม่มีค่าต่ำกว่าหัวเชื่อมเดิม
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อทองแดงต่อขึ้นด้วยหัวเชื่อมใหม่น้อยกว่าด้วยหัวเชื่อมเดิม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สำรวจสภาพปัญหาอันตรายหรือเจ็บป่วยเนื่องจากท่าทางการทำงานเชื่อมต่อทองแดงของพนักงานที่บริษัทผลิตเครื่องปรับอากาศ จากสถิติการเจ็บป่วยที่ห้องพยาบาลและข้อมูลการรักษาพยาบาล
2. เขียนโครงการวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เพื่อพิจารณารับรองโครงการ (โครงการนี้ได้รับเอกสารรับรองโครงการวิจัยเลขที่ MUPH 2011-224)
3. แจงวัตถุประสงค์และวิธีการดำเนินการให้กับกลุ่มตัวอย่างทราบ และให้กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมรับการวิจัยพิจารณาลงนามในหนังสือยินยอมตนให้ทำการวิจัย
4. สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่ละคนด้วย "แบบสัมภาษณ์สถานการณ์ความเมื่อยล้ากล้ามเนื้อของประชากร" โดยผู้สัมภาษณ์เพียงคนเดียวและสัมภาษณ์ก่อนที่พนักงานจะทำการเชื่อม ซึ่งในเบื้องต้นผู้ถูกสัมภาษณ์จะถูกอธิบายเกี่ยวกับแบบสัมภาษณ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ชัดเจน เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการเก็บข้อมูล
5. เลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในกรอบแนวคิดและทฤษฎี ซึ่งต้องยินดีและสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ หากคุณสมบัติไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดข้างต้น จะไม่นำมารวมในการวิจัยในครั้งนี้

6. วัดสัดส่วนร่างกาย ของกลุ่มตัวอย่าง โดยประยุกต์วิธีการวัดสัดส่วนร่างกายตามมาตรฐานเลขที่ มอก. 2521 เล่ม 1- 2553 ซึ่งกำหนดขึ้นโดยรับ ISO 7250-1: 2008 Basic human body measurements for technological design- Part 1: Body measurement definitions and landmarks มาใช้ และบันทึกข้อมูลสัดส่วนร่างกายลงใน "ตารางที่ 1 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของพนักงานเชื่อมต่อทองแดง"

7. นำข้อมูลสัดส่วนร่างกายไปคำนวณค่าเปอร์เซนไทล์ที่ 5 และ 95 แล้วนำไปออกแบบหัวเชื่อมเพื่อให้ลดระดับไหล่, ลดมุมระหว่างแขนที่จับหัวเชื่อมกับลำตัวและลดมุมการบิดข้อมือระหว่างที่ทำการเชื่อมต่อทองแดง

8. วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่างทีละคนด้วยเครื่องวัด Electromyograph Series MP36 กับ BP EL503 disposable electrodes พร้อมกับบันทึกเวลาเพื่อประเมินเวลาที่ใช้ในการเชื่อมชิ้นงานต่อขึ้น โดย

- 1) ทำความเข้าใจกับกลุ่มตัวอย่างที่จะทำการวัดให้ทราบเกณฑ์และวิธีปฏิบัติตนขณะถูกติดตั้งอุปกรณ์วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
- 2) ให้ผู้เข้าร่วมทดลองซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างสวมรองเท้ายางกันไฟฟ้าสถิตย์
- 3) ใช้สำลีชุบน้ำเกลือเช็ดผิวตรงบริเวณกล้ามเนื้อไหล่ที่จะติด electrode โดยเลือกข้างที่ถนัด
- 4) ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดทำความสะอาดและขัดผิวหนังที่ตายแล้วออก
- 5) โกงขนที่มีมากเกินไปออก ถ้าผิวหนังแห้งให้ใช้เจล สำหรับ electrode ทาที่ผิวหนัง ถ้ามีเหงื่อให้ฉีดสเปรย์ลดการขับเหงื่อที่ผิวหนังหลังจากที่เช็ดทำความสะอาดด้วยแอลกอฮอล์
- 6) วาง Surface electrode บนผิวหนัง เหนือกล้ามเนื้อส่วนที่ใหญ่ที่สุดหรือจุดกึ่งกลางของกล้ามเนื้อ Deltoid muscle ตามแนวของเส้นใยกล้ามเนื้อจำนวน 3 จุดใน 1 มัด คือ จุดที่ 1 เป็นขั้วบวก จุดที่ 2 เป็นขั้วลบ และจุดที่ 3 เป็นกราวด์ โดยต้องระวังอย่าให้มือสัมผัสกับแผ่นโลหะที่ Electrode แต่ละชิ้น และระวังอย่าให้เกิดโพรงอากาศ
- 7) ใช้เทปติดบริเวณแผ่นกลมๆ รอบ electrodes เพื่อหลีกเลี่ยงการเคลื่อนไหวของ electrodes และไม่ให้เกิดความตึงที่สายลวด และต้องระวังไม่ให้เทปสัมผัสกับส่วนที่เป็น

โลหะของ electrodes

8) ติดตั้งกล่องบันทึกภาพท่าทางการทำงานและเวลาที่ใช้ในขณะทำการเชื่อมต่อทองแดงของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนด้วยหัวเชื่อมเดิม

9) ตรวจวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยเครื่องวัด EMG ที่กล้ามเนื้อไหล่ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนขณะที่เชื่อมต่อทองแดงด้วยหัวเชื่อมเดิมประมาณ 20 นาที โดยจะมีการบันทึกอุณหภูมิในบรรยากาศการเชื่อมไปด้วย

10) ทำตามขั้นตอนที่ 1) ถึง 9) กับพนักงานตัวอย่างคนอื่น ๆ จนครบ

9. นำหัวเชื่อมใหม่มาให้พนักงานกลุ่มตัวอย่างฝึกใช้เพื่อสร้างความคุ้นเคยกับหัวเชื่อมใหม่ก่อนการทดสอบ โดยใช้เวลาในการฝึกใช้หัวเชื่อมใหม่เท่ากับเวลาที่ใช้ในการฝึกใช้หัวเชื่อมเดิม

10. วัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อของกลุ่มตัวอย่างทีละคน (กลุ่มเดิมกับที่เชื่อมในขั้นตอนที่ 8) พร้อมกับบันทึกภาพและเวลาที่ใช้ในการเชื่อมชิ้นงานต่อชิ้นด้วยหัวเชื่อมใหม่ โดยดำเนินการตามขั้นตอนที่ 8 แต่ใช้หัวเชื่อมใหม่แทน

11. นำภาพจากการบันทึกในขั้นตอนที่ 8 กับขั้นตอนที่ 10 มาสังเกตและบันทึกเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อทองแดงต่อชิ้น

12. นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 10 และขั้นตอนที่ 11 มาวิเคราะห์ผลทางสถิติและบันทึกผลลงใน "ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ RMS EMG จากการเชื่อมด้วยหัวเชื่อมเดิมกับหัวเชื่อมใหม่" และ "ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อทองแดงต่อชิ้นด้วยหัวเชื่อมเดิมกับหัวเชื่อมใหม่"

สรุปผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของพนักงานเชื่อมต่อทองแดง (ซม.)

Anthropometry	Mean	SD	Min	Max	Percentile 5 th	Percentile 95 th
ความสูงศอก (EH)	97.44	4.25	87.00	102.00	87.00	102.00
ความกว้างของมือ (HB)	9.17	0.61	8.00	10.00	8.00	10.00
เส้นผ่าศูนย์กลางภายในขณะกำมือ (GD)	4.47	0.35	3.80	5.00	3.80	5.00

(Age 21-42 years old, n=9)

นำข้อมูลสัดส่วนร่างกายของพนักงานเชื่อมต่อทองแดงมาออกแบบหัวเชื่อมดังนี้

การออกแบบด้ามหัวเชื่อม

1. ความยาวด้ามหัวเชื่อม (HL) = Percentile 95th of HB + ช่องว่างที่ด้ามจับด้านละ 0.50 ซม. + Stopper ที่ด้ามจับด้านละ 0.50 ซม. = 10.00 + (0.50+0.50) + (0.50+0.50) = 12.00 ซม.

2. เส้นผ่าศูนย์กลางด้ามหัวเชื่อม (HD)ต้องน้อยกว่า Percentile 5th ของ GD

ณ ที่นี้ Percentile 5th ของ GD = 3.80 ซม.

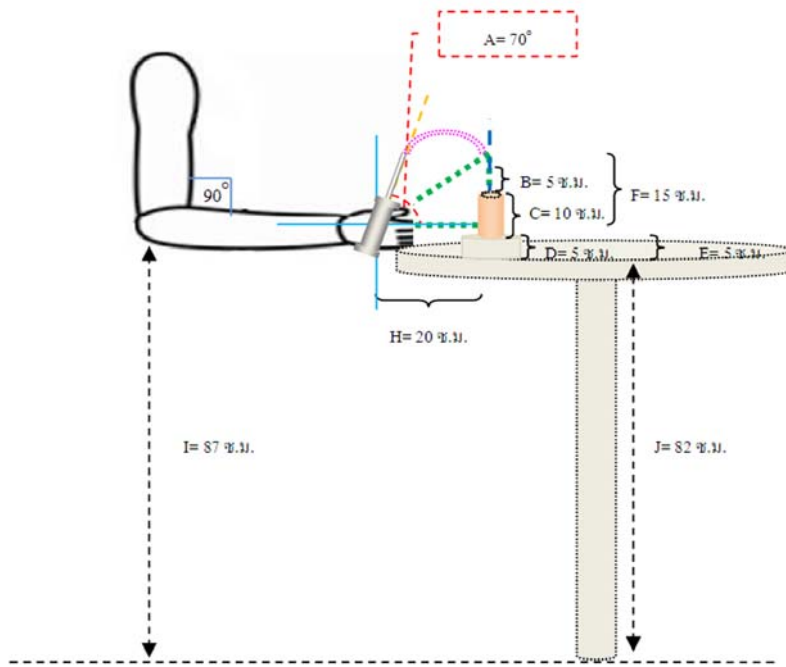
จึงแนะนำเส้นผ่าศูนย์กลางด้ามหัวเชื่อม = 3.00 ซม.

เพื่อให้เกิดการจับยึดที่ดีและมั่นคง การออกแบบจึงให้มีปลอกด้ามจับเป็นยาง เนื่องจากเส้นผ่าศูนย์กลางด้ามหัวเชื่อม เดิมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง = 1.90 ซม.

ดังนั้น จึงออกแบบปลอกด้ามจับยางหนา

$$= (3.00 - 1.90) / 2 = 0.55 \text{ ซม.}$$

การออกแบบปลายหัวเชื่อม โดยหาระยะระหว่างจุดกึ่งกลางด้ามจับถึงปลายทางออกของเปลวไฟหัวเชื่อม



ภาพประกอบ 1 การออกแบบปลายหัวเชื่อม

จากภาพประกอบ 1

A คือ มุมเอียงขณะกำลังจับด้ามจับ (ทำมุม 70° กับแนวระนาบ)

B คือ ระยะในแนวตั้งระหว่างปลายหัวเชื่อมกับจุดเชื่อม = 5 ซม.

C คือ ความสูงของขี้นงาน (Copper capillary tube) = 10 ซม.

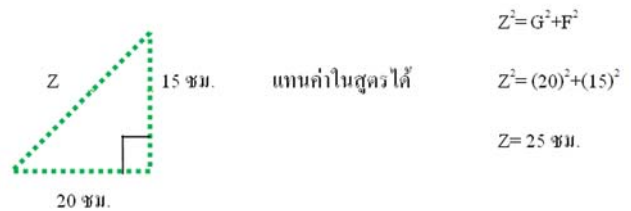
D คือ ความสูงของ Jig = 5 ซม.

E คือ ระยะในแนวตั้งระหว่างผิวโต๊ะเชื่อมกับจุดกึ่งกลางฝ่ามือ = 5 ซม.

F คือ ระยะในแนวตั้งระหว่างความสูงศอกกับจุดเชื่อม = (B+C+D) - E = (5+10+5) - 5 = 15 ซม.

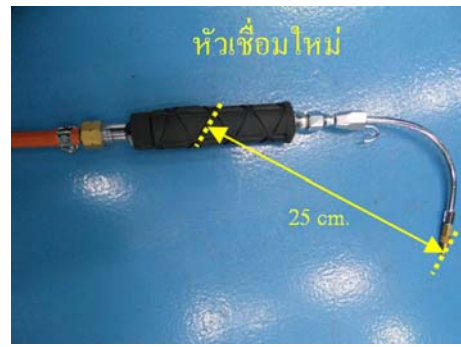
G คือ ระยะในแนวนอนระหว่างจุดกึ่งกลางฝ่ามือกับจุดเชื่อม = 20 ซม.

ดังนั้น คำนวนระยะระหว่างจุดกึ่งกลางฝ่ามือถึงปลายหัวเชื่อมด้วยหลักตรีโกณมิติ ดังนี้



ภาพประกอบ 2 แสดงข้อมูลในการหาระยะระหว่างจุดกึ่งกลางฝ่ามือถึงปลายหัวเชื่อม (Z)

เมื่อทราบค่า Z แล้วให้ตัดโค้งปลายหัวเชื่อม โดยให้ระยะระหว่างจุดกึ่งกลางฝ่ามือถึงปลายหัวเชื่อมเท่ากับ 25 ซม. ดูภาพเปรียบเทียบหัวเชื่อมเดิมกับหัวเชื่อมใหม่ตามภาพประกอบ 3



ภาพประกอบ 3 เปรียบเทียบหัวเชื่อมเดิมกับหัวเชื่อมที่ออกแบบใหม่

สรุปผลจากการออกแบบ ด้ามจับหัวเชื่อมใหม่ มีความยาว 12 ซม. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของด้ามจับ 3 ซม. (รวมความหนาของปลอกด้ามจับที่ทำจากยาง) และมีระยะระหว่าง จุดกึ่งกลางฝ่ามือถึงปลายหัวเชื่อม 25 ซม. ลักษณะหัวเชื่อม เป็นรูปโค้ง (บังคับไม่ให้ผู้ใช้งานแสดงท่าทางยกแขนและไหล่ สูงเพื่อให้เปลวไฟเชื่อมตรงเข้าหาจุดเชื่อม และไม่ให้งอไหลไป ข้างหน้าเกิน 45 องศาหรือให้ไหลอยู่ในท่าทางที่เป็นธรรมชาติ)

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบการเกิดคลื่นไฟฟ้า กล้ามเนื้อขณะที่ทำการเชื่อมด้วยหัวเชื่อมเดิมกับหัวเชื่อมใหม่แสดง ดังตารางที่ 2 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของระยะเวลาที่ใช้ในการเชื่อมท่อทองแดงต่อชิ้นด้วยหัวเชื่อมเดิม กับหัวเชื่อมใหม่แสดงดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการเกิดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อจากค่าเฉลี่ยของ RMS EMG จากการเชื่อมด้วยหัวเชื่อมเดิมกับหัวเชื่อมใหม่

Muscle	Torch type	Mean	SD	t	df	P
Deltoid	Existing torch	52.37	18.59	5.19	35	<0.001
	New torch	41.01	10.53			

Paired- samples t test application, n= 36

สรุป ค่าเฉลี่ยของ RMS EMG จากการทำงานของกล้ามเนื้อ Deltoid ขณะที่กลุ่มตัวอย่างเชื่อมด้วยหัวเชื่อมใหม่มีค่าน้อยกว่า ขณะที่เชื่อมด้วยหัวเชื่อมเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ใช้ในการเชื่อมท่อทองแดงต่อชิ้นด้วยหัวเชื่อมเดิมกับหัวเชื่อมใหม่

Torch type	Mean	SD	t	df	P
Existing torch	64.36	11.77	5.64	35	<0.001
New torch	55.64	9.80			

Paired- samples t test application, n= 36

สรุป ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใช้ในการเชื่อมท่อทองแดงต่อชิ้นด้วยหัวเชื่อมใหม่มีค่าน้อยกว่าขณะที่เชื่อมด้วยหัวเชื่อมเดิม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$)

อภิปรายผล

1. ผลการศึกษาการเกิดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเนื้อนี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Parker K.G and Imbus H.R.,1992 ซึ่งรายงานว่าท่าทางการเคลื่อนไหวของไหล่ด้วยมุมที่มากกว่า 45 องศาจะก่อให้เกิดความเมื่อยล้ามากกว่าท่าทางการเคลื่อนไหวของไหล่ด้วยมุม 0-45 องศา ซึ่งหมายถึงว่าค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะที่อยู่ในท่าทางการเคลื่อนไหวของไหล่ด้วยมุมที่มากกว่า 45 องศา มีความมากกว่าขณะที่อยู่ในท่าทางการเคลื่อนไหวของไหล่ด้วยมุม 0-45 องศา

2. ผลการศึกษาการเกิดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อเนื้อนี้มีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Rebecca L. Brookham และคณะ, 2009 ซึ่งรายงานว่า ท่าทางการงอไหล่ด้วยมุมที่มากขึ้นจะยิ่งก่อให้เกิดค่าคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ Deltoid มากขึ้น

3. ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพของหัวเชื่อมใหม่ ที่ออกแบบตามหลักการยศาสตร์ในการศึกษานี้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Bheem P. Kattel et al.,1996 ซึ่งรายงานว่าเมื่อมุมของไหล่ ศอกและข้อมืออยู่ในท่าทางที่เป็นธรรมชาติจะทำให้การจับยึดเครื่องมือได้มั่นคงแข็งแรงสูงสุดซึ่งสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคกล้ามเนื้อและกระดูกและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตด้วย

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า หัวเชื่อมใหม่สามารถลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อไหล่และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ จึงควรออกแบบหัวเชื่อมตามหลักการยศาสตร์ กำหนดวิธีการปฏิบัติงานและสอนผู้ใช้งานหัวเชื่อมให้เข้าใจเพื่อลดปัญหาด้านอาชีวอนามัยและเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต แต่ถึงแม้ว่าหัวเชื่อมที่ออกแบบครั้งนี้จะช่วยลดความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อไหล่ได้ จากการสังเกตท่าทางการเชื่อมยังพบว่า มีกล้ามเนื้อส่วนอื่นๆ ถูกใช้งานและมีโอกาสที่จะเกิดความเมื่อยล้าและควรได้รับการพิจารณาเพื่อนำไปออกแบบเครื่องมือเพื่อลดความเมื่อยล้าโดยให้กล้ามเนื้อนั้นทำงานด้วยท่าทางที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลทุกท่าน โดยเฉพาะรองศาสตราจารย์วิชัย พุกฤษ์ธำราธิกุล ที่ได้เสียสละเวลาเอาใจใส่ติดตามและแนะแนวทางจนการศึกษาในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอบพระคุณบิดา มารดาที่เป็นผู้ให้กำลังใจและขอบคุณทีมงานโรงงานผลิตเครื่องปรับอากาศที่สมัครใจให้ความร่วมมือในการศึกษานี้

รายการอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2554. "การวัดสัดส่วนร่างกายพื้นฐาน สำหรับการออกแบบเชิงเทคนิคในโลยี เล่ม 1 : บทนิยาม และตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย." ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 128 ตอนพิเศษ 5 สืบค้นเมื่อวันที่ 16 กันยายน 2555, จาก http://siweb.dss.go.th/standard/rachakitja/show_kitja.asp?Article_ID=2427

สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงาน. 2548. "สถิติงานประกันสังคม 2547" กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายสถิติและรายงาน กองวิจัย และพัฒนา.

_____. 2549. "สถิติงานประกันสังคม 2548" กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายสถิติและรายงาน กองวิจัยและพัฒนา.

_____. 2550. "สถิติงานประกันสังคม 2549" กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายสถิติ และรายงาน กองวิจัยและพัฒนา.

_____. 2551. "สถิติงานประกันสังคม 2550" กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายสถิติและรายงาน กองวิจัยและพัฒนา .

_____. 2552. "สถิติงานประกันสังคม 2551" กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายสถิติและรายงาน กองวิจัยและพัฒนา.

_____. 2553. "สถิติงานประกันสังคม 2552" กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายสถิติและรายงาน กองวิจัยและพัฒนา.

- Canadian Centre for Occupational Health and Safety.
2005. **Hand Tool Ergonomics - Tool Design**.
Retrieved February 17, 2012, from <http://www.ccohs.ca/oshanswers/ergonomics/handtools/tooldesign.html>
- Dewangan, K.N., et al. 2008. "Anthropometric data of female farm workers from north eastern India and design of hand tools of the hilly region." **International Journal of Industrial Ergonomics**, 38 (1), 90-100.
- Florimond, V. Eng. 2010. **Basics of SURFACE ELECTROMYOGRAPHY Applied to Physical Rehabilitation and Biomechanis**. Montreal: Thought Technology Ltd.
- Nag, et al. 1988. "Ergonomics in sickle operation." **Applied Ergonomics**, 19 (3), 233-239.
- Niebel, B.W. and Frievalds, A. 2004. **Methods standards and work design**. Pensilvenia: McGraw-Hill.
- Parker, K.G. and Imbus, H.R. 1992. **Cumulative trauma disorders**. Florida: Lewis Publishers.
- Waldermar Karwowski. 2005. **Handbook of Standards and Guidelines in Ergonomics and Human Factors**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publisher.



>> ธีญญารัตน์ ฤกษ์ใหญ่

สำเร็จการศึกษาปริญญาโท คณะสาธารณสุขศาสตร์ สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย จากมหาวิทยาลัยมหิดลปี พ.ศ. 2555 ปริญญาตรี คณะสาธารณสุขศาสตร์ สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จากมหาวิทยาลัยขอนแก่นปี พ.ศ. 2542 เริ่มทำงานที่บริษัทเอกชนในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย ที่บริษัท อินเทอร์เน็ต เทคโนโลยี จำกัด จากนั้นย้ายไปทำงานในตำแหน่งเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยที่บริษัท คาร์ อิมเมจ จำกัด (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็นบริษัท เลนโซ่ อัลลอยด์วิล จำกัด)

ปัจจุบันทำงานตำแหน่งผู้ช่วยผู้จัดการ ส่วนงานความปลอดภัยที่บริษัทผลิตเครื่องปรับอากาศแห่งหนึ่งในประเทศไทย