

นิพนธ์ต้นฉบับ

(Original article)

## ประสิทธิผลของการปรับปรุงด้ามตะหลิวเพื่อลดความเสี่ยงของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่าง ในงานผัดอาหารของพนักงานแผนกโภชนาการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่ง

## The effectiveness of improvement of kitchen turner handle for reducing the risk of shoulder and low back muscle in stir-frying task among cooks at nutrition unit in a hospital

ณัฐ ปันเปล่ง\*, ปวีณา มีประดิษฐ์, ทนงศักดิ์ ยิ่งรัตนสุข

Nath Punpleng\*, Pravena Meepradit, Tanongsak Yingratanasuk

สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health Burapha University ([nath.punpleng@gmail.com](mailto:nath.punpleng@gmail.com))

\*ผู้เขียนหลัก

Received: July 18, 2022/ Revised: October 5, 2022/ Accepted: October 19, 2022

**บทคัดย่อ:** การใช้ตะหลิวที่มีความยาวด้ามจับและตำแหน่งในการจับด้ามตะหลิวไม่เหมาะสมในงานผัดอาหารส่งผลให้ความเสี่ยงทางกายศาสตร์และการออกแรงของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างของพนักงานผัดอาหารมากขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิผลของการปรับปรุงความยาวด้ามจับและตำแหน่งในการจับด้ามตะหลิว โดยการประยุกต์ใช้หลักของพีทาโกรัส กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยในครั้งนี้ได้จากการคัดเลือกพนักงานที่มีหน้าที่ผัดอาหารในฝ่ายโภชนาการของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งซึ่งผ่านเกณฑ์การคัดเลือกจำนวน 19 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป แบบประเมินความเสี่ยงในท่าทางการทำงานของไหล่และหลังส่วนล่าง และเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ผลการศึกษาพบว่าหลังการปรับปรุงด้ามจับ คะแนน REBA เฉลี่ยของไหล่อด้านที่ถนัดและไม่ถนัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และการประเมินหลังส่วนล่างภายหลังการปรับปรุง พบว่า คะแนน REBA เฉลี่ยลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สำหรับการประเมินการออกแรงของกล้ามเนื้อ ภายหลังการปรับปรุงด้ามจับ พบว่า ค่าเฉลี่ยของร้อยละคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการหดตัวที่มากที่สุด (%MVC) ของกล้ามเนื้อไหล่ Anterior deltoid ด้านที่ถนัด กล้ามเนื้อ Posterior deltoid ทั้งด้านที่ถนัดและไม่ถนัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และค่าเฉลี่ยของ %MVC กล้ามเนื้อ Erector spinae และกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi ทั้งด้านที่ถนัดและไม่ถนัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าหลักของพีทาโกรัสสามารถปรับปรุงความยาวด้ามจับและตำแหน่งเพื่อลดความเสี่ยงทางกายศาสตร์ของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างได้ จึงควรใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาออกแบบด้ามจับในอุปกรณ์อื่นๆ ต่อไป

**คำสำคัญ:** การปรับปรุงด้ามตะหลิว; ความเสี่ยง; ไหล่; หลังส่วนล่าง; ผัดอาหาร

**ABSTRACT:** The use of the kitchen turner with the improper handle length and grip position in a stir-frying task increases the ergonomic risk and exertion of the shoulder and lower back muscles of the cook. This research aimed to assess the effectiveness of improvement of the length of the kitchen turner handle and the grip position by applying the Pythagorean theorem. Overall, 19 stir-frying cooks from the nutrition department of a hospital who met the inclusion criteria were recruited to participate in this study. The research instruments of this study included the structured questionnaire, the Rapid Entire Body Assessment (REBA) and the electromyography (EMG). Using the improved turner handle, the results revealed that the mean REBA scores of the dominant and non-dominant shoulders were decreased significantly ( $p < 0.01$ ). In the lower back assessment, the mean REBA score was also reduced significantly ( $p < 0.01$ ) after the improvement. For the evaluation of muscle exertion using EMG after the improvement of the handle, it showed that the mean percentage of maximum voluntary contraction (%MVC) of the anterior deltoid muscle on the dominant side and the posterior deltoid muscles on the dominant and non-dominant sides were decreased significantly ( $p < 0.01$ ). In addition, the mean of %MVC of Erector spinae muscles of both dominant and non-dominant sides and Latissimus dorsi muscles of both dominant and non-dominant sides was decreased significantly ( $p < 0.01$ ). The results from this study showed the applying Pythagorean theorem for the length of the kitchen turner handle and the grip position could reduce the ergonomic risk on the shoulder and lower back muscles. Therefore, it may be used as a basis for further development of handle designs in other devices.

**Keywords:** Improvement of kitchen turner handle; Risk; Shoulder; Low back; Stir-frying

## 1. บทนำ

ข้อมูลจากการรายงานสถิติโรคที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า โรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการทำงาน (Work-related musculoskeletal disorders: WMSDs) เป็นโรคที่พบบ่อยที่สุดในกลุ่มประชากรวัยแรงงาน อีกทั้งยังพบได้ในหลากหลายกลุ่มอาชีพ<sup>1</sup> จากรายงานสถานการณ์โรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ของกองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2561 ระบุว่าผู้ป่วยโรคกระดูกและกล้ามเนื้อที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเกี่ยวข้องเนื่องจากการทำงานมีจำนวน 114,578 คน คิดเป็นอัตราป่วยต่อประชากรแสนราย เท่ากับ 189.37 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2560 ที่พบผู้ป่วยในโรคกลุ่มดังกล่าวจำนวน 100,743 คน คิดเป็นอัตราป่วยต่อประชากรแสนราย เท่ากับ 167.22<sup>2</sup>

การศึกษาของ Xu และคณะ (2013) พบว่าความชุกของการเกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกิดขึ้นจากการทำงานในอุตสาหกรรมอาหารของหลายประเทศมีความแตกต่างกันอย่างมากขึ้นอยู่กับประเภทของสถานประกอบการและบริบทของแต่ละประเทศ<sup>3</sup> ในการศึกษาอาชีพแม่ครัวของประเทศฮ่องกง พบว่า ผู้ประกอบอาหารร้อยละ 41.2 ประสบปัญหาเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกจากการทำงาน<sup>4</sup> การศึกษาของ Chyuan และคณะ (2004) พบว่าอวัยวะที่พบบ่อยที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ ไหล่ ร้อยละ 41.1, หลังส่วนล่าง ร้อยละ 53 และนิ้วมือ/ข้อมือ ร้อยละ 38.2 ตามลำดับ<sup>5</sup> สาเหตุสำคัญที่ทำให้พบการเจ็บป่วยบ่อยที่อวัยวะดังกล่าว เนื่องจากการประกอบอาหารนั้นจะต้องใช้ความร้อนสูงในการปรุงอาหารทำให้ผู้ประกอบอาหารจะต้องยืนห่างจากเตาและเกิดท่าทางในการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น การงอหลังหรือเอี้ยวตัวผิดอาหารเกินระยะที่เหมาะสม เป็นต้น นอกจากนี้ พ่อครัวจะต้องออกแรงทำงานในลักษณะเดิมซ้ำๆเป็นเวลานาน ส่งผลให้ผู้ประกอบอาหารในฮ่องกงประสบปัญหาโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกจากการทำงานเป็นจำนวนมาก<sup>6</sup> ลักษณะของสถานงานที่ไม่เหมาะสมจึงเป็นสาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกิดขึ้นจากการทำงานปรุงอาหาร ดังนั้นการปรับปรุงสถานงานให้เหมาะสมกับลักษณะงานและสัดส่วนร่างกายของพนักงานจึงมีความสำคัญในการลดการเกิดโรคดังกล่าว<sup>7</sup>

ข้อมูลจากการสำรวจสภาพปัญหาดังกล่าวในประเทศไทย โดยรุ่งเพชร แสงจันทร์ (2559) ได้ทำการสำรวจการเกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกในฝ่ายโภชนาการของโรงพยาบาลพระนั่งเกล้าพบว่า พนักงาน 23 คนจาก 31 คน (ร้อยละ 76) มีปัญหาระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกจากการทำงานในช่วง 12 เดือนระหว่างการศึกษา โดยอวัยวะ 3 ลำดับแรกที่เป็นปัญหามากที่สุด ได้แก่ เข่า, ข้อมือ/มือ และหลังส่วนล่าง ตามลำดับ ซึ่งพบว่าการเกิดโรคระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกิดขึ้นจากการทำงานในพนักงานฝ่ายโภชนาการที่กล่าวข้างต้นมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.0001$ ) กับปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยจากลักษณะการทำงาน และปัจจัยด้านจิตสังคม อีกทั้งยังพบอีกว่า พนักงานปรุงอาหารหน้าเตามีค่าคะแนนความเสี่ยงจากท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสมมากกว่า 11 คะแนน จากการประเมินด้วยเครื่องมือ Rapid Entire Body Assessment (REBA)<sup>8</sup>

ในการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับสภาพปัญหา ลักษณะงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ของพนักงานแผนกโภชนาการของโรงพยาบาลที่เป็นกรณีศึกษาในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 พบว่า พนักงานแผนกโภชนาการมีระยะเวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมงต่อวัน ทำงานล่วงเวลารวันละ 2-4 ชั่วโมง ทำงาน 5 วันต่อสัปดาห์ และผลการสำรวจอาการเจ็บป่วยของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างของพนักงานแผนกนี้กลับพบว่า พนักงาน 8 คน จาก 17 คน หรือเท่ากับร้อยละ 47 มีประวัติโรคทางระบบกระดูกและโครงสร้างกล้ามเนื้อจากการทำงาน โดยงานที่พบว่าเป็นปัญหาอย่างมาก คือ งานผิดอาหารด้วยสองมือ เมื่อทำการสอบถามเป็นรายบุคคลพบว่าพนักงานที่ทำงานนี้มักมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างเป็นหลัก เนื่องจากเป็นงานที่มีท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ ได้แก่ การเอี้ยวตัวผิดอาหารในระยะที่ไม่เหมาะสมทำให้พนักงานจะต้องงอหลังในขณะผิด การงอ

และกางแขนขาขณะผัดที่มากกว่า 90 องศา ซึ่งสาเหตุเป็นผลมาจากความยาวของด้ามจับตะหิวที่ไม่เหมาะสมกับสรีระของพนักงาน นอกจากนี้ยังพบว่าพนักงานจะต้องผัดในลักษณะท่าทางซ้ำๆ ด้วยความถี่ในการผัดที่สูงถึง 28-30 ครั้งต่อนาที ติดต่อกันเป็นระยะเวลากว่า 160 นาที และเมื่อทำการประเมินความเสี่ยงของพนักงานแต่ละคนด้วยเครื่องมือ REBA พบว่า คะแนนรวมของ REBA มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความเสี่ยงทาง การยศาสตร์ที่สูงมาก โดยอวัยวะ 2 ลำดับแรกที่มีคะแนนสูงที่สุด ได้แก่ ไหล่และหลังส่วนล่าง ตามลำดับ ด้วยเหตุนี้พนักงานกลุ่มนี้จึงควรได้รับการปรับปรุงให้ลักษณะท่าทางในการทำงานมีความเหมาะสมตามสรีระของพนักงานและสถานงานโดยเร็ว

งานผัดอาหารจะใช้ตะหิวเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดท่าทางในการทำงานที่มีความเสี่ยงต่อระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง โดยมีการศึกษาพบปัจจัยของตะหิวที่ส่งผลต่อการเจ็บป่วยของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง ได้แก่

1. ความยาวของด้ามตะหิว โดยการเพิ่มความยาวของด้ามจับจะส่งผลให้มีค่าการได้เปรียบเชิงกล (Mechanical Advantage: MA) ที่มากขึ้นและจะช่วยผ่อนแรงให้กับผู้ใช้ได้มากขึ้น<sup>9</sup> นอกจากนี้การปรับปรุงอุปกรณ์เครื่องใช้ภายในห้องครัวให้เหมาะสมกับสรีระของผู้ใช้จะช่วยให้ท่าทางการทำงานถูกต้องตามหลักการยศาสตร์มากขึ้นและช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคที่บริเวณหลังส่วนล่างได้<sup>10</sup>

2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของด้ามตะหิว ในการจับตะหิวผู้ใช้งานจะจับด้ามจับในท่า Power grip ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของด้ามจับที่เหมาะสมในการจับในท่านี้อยู่ระหว่าง 3.0 – 5.1 เซนติเมตรหรือ 1.2 – 2.0 นิ้ว<sup>11</sup>

3. ขนาดของส่วนปลายของตะหิว ในการตักอาหารแต่ละครั้งร่างกายจะต้องใช้การผสานของกล้ามเนื้อในหลายส่วน เช่น กล้ามเนื้อ Erector spinae และ Latissimus dorsi ที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง กล้ามเนื้อ Supraspinatus และ Deltoid ที่ใช้ในการกางไหล่ เป็นต้น<sup>12</sup> ซึ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงของขนาดส่วนปลายของตะหิวให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้ปริมาณและน้ำหนักอาหารในการตักหรือผัดแต่ละครั้งมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจะส่งผลโดยตรงให้กล้ามเนื้อเหล่านั้นมีการใช้งานเกินกำลังมากขึ้น

4. ลักษณะท่าทางในการจับด้ามตะหิว จากการศึกษาของ Rempel และคณะ (1998) พบว่า การออกแรงในท่าคว่ำมือ 45 องศาจะเป็นท่าที่มีความดันในโพรงข้อมือต่ำที่สุดและมีโอกาสเสี่ยงต่อกลุ่มอาการเส้นประสาทกดทับบริเวณข้อมือ (Carpal tunnel syndrome) น้อยที่สุด แต่ในทางกลับกันหากออกแรงในท่าหงายมือเต็มที่ (Full supination) จะทำให้ความดันในโพรงข้อมือมีค่าสูงที่สุดและเสี่ยงต่อการเกิดโรคได้มากที่สุด<sup>13</sup>

5. ตำแหน่งในการจับด้ามตะหิวสองมือ หากจับด้ามตะหิวในตำแหน่งที่ไกลจากจุดหมุนมากขึ้น ค่า MA ก็จะมีมากขึ้นและช่วยผ่อนแรงให้กับผู้ใช้งานตะหิวได้มากขึ้นตามไปด้วย<sup>9</sup>

จากทั้ง 5 ปัจจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น พบว่ามี 3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของตะหิวอันได้แก่ ขนาดความยาวด้ามจับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของด้ามตะหิวและขนาดของส่วนปลายของตะหิว ซึ่งสามารถมีการปรับเปลี่ยนให้มีความเหมาะสมได้ ส่วนอีก 2 ปัจจัยที่เหลือเกี่ยวข้องกับลักษณะท่าทางและตำแหน่งในการจับโดยจะมีการเปลี่ยนแปลงตาม 3 ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นที่ได้รับการปรับปรุง ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ความสำคัญกับ 3 ปัจจัยแรกเป็นหลัก แต่จากการสำรวจพบว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของด้ามตะหิวที่ใช้ในแผนกนี้มีขนาด 3.0 เซนติเมตรตามคำแนะนำของ Cummins<sup>11</sup> และขนาดของส่วนปลายของตะหิวมีขนาด 18 เซนติเมตรทำให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักอาหารที่ตักขึ้นมาได้ในการผัดอาหารแต่ละครั้งมีค่าเท่ากับ 3.75 กิโลกรัมซึ่งเป็นน้ำหนักที่เหมาะสมอยู่แล้ว<sup>14</sup> ประกอบกับข้อมูลจากการสำรวจและการสอบถามในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 ที่กล่าวไปข้างต้น ซึ่งพบว่า ด้ามตะหิวมีความยาวไม่เหมาะสมกับสรีระของพนักงาน กล่าวคือ ด้ามตะหิวที่สั้นเกินไปทำให้พนักงานมีความจำเป็นที่จะต้องโน้มตัวไปด้านหน้าด้วยมุมที่สูงถึง 40 องศา อีกทั้งยังต้องงอและกางแขนมากกว่า 90 องศาเพื่อเอื้อมไปผัดอาหารในกระทะที่มีขนาดใหญ่ที่อยู่ห่างออกไปจากร่างกายของพนักงานผัด

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะปรับปรุงด้ามตะหิวให้มีความยาวด้ามจับและตำแหน่งในการจับด้ามตะหิวที่เหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงในท่าทางการทำงานและการออกแรงกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างในพนักงานฝ่ายโภชนาการของโรงพยาบาลแห่งนี้ให้เหมาะสมกับสรีระของพนักงานแต่ละคนและมีค่าการได้เปรียบเชิงกลสูงที่สุด ซึ่ง

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางให้กับผู้ผลิตสินค้าหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการพัฒนาออกแบบตามจับตะหลิวหรืออุปกรณ์อื่นๆให้เหมาะสมกับสรีระของผู้ใช้งานได้

## 2. วิธีการศึกษา

### 2.1 รูปแบบการศึกษา

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi – Experimental Research) โดยทำการศึกษาในประชากรกลุ่มเดียว ทำการวัดผลก่อนและหลัง ซึ่งนำการปรับปรุงตามตะหลิวให้เหมาะสมกับสรีระของพนักงานคัดอาหารมาใช้เพื่อลดความเสี่ยงและการออกแรงของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างของกลุ่มพนักงานคัดอาหารของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี โดยทำการประเมินความเสี่ยงในท่าทางการทำงานของไหล่และหลังส่วนล่างด้วยเครื่องมือ Rapid Entire Body Assessment (REBA) ออกมาเป็นคะแนนความเสี่ยงและประเมินการออกแรงของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่าง ด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electromyography; EMG) ออกมาเป็นค่าร้อยละของคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการหดตัวที่มากที่สุด (Maximum Voluntary Contraction; MVC)

### 2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ พนักงานฝ่ายโภชนาการของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ที่ทำหน้าที่ในการคัดอาหารจำนวน 20 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Chow S-C และคณะ<sup>15</sup> คำนวณขนาดตัวอย่างได้ทั้งสิ้น 17 คน และเพื่อป้องกันการสูญหายของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ผู้วิจัยจึงเพิ่มผู้เข้าร่วมโครงการอีกร้อยละ 10 คิดเป็นจำนวน 2 คน รวมทั้งสิ้นเป็น 19 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเข้า คือ เป็นผู้ที่ยินยอมเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจมีอายุระหว่าง 18-65 ปี เกณฑ์การคัดออก คือ ผู้ที่ปฏิเสธการอยู่ร่วมเป็นอาสาสมัครกลุ่มวิจัยต่อไปจนแล้วเสร็จได้ ผู้ที่มีประวัติการเจ็บป่วยหรือได้รับการรักษาอาการผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่างที่วินิจฉัยโดยแพทย์ รวมทั้งการบาดเจ็บที่เป็นอุปสรรคต่อการคัดอาหาร ผู้ที่เคยมีประวัติการผ่าตัดกระดูกสันหลังมาก่อนและพนักงานหญิงที่ตั้งครรภ์

### 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

2.3.1 แบบสอบถามข้อมูล ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ในท่ายืน ประวัติการเจ็บป่วยและโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการคัดอาหาร มือข้างที่ถนัด การจับตามตะหลิว ประสบการณ์ในการทำงานและประวัติการผ่าตัดกระดูกสันหลัง และส่วนที่ 2 ความพึงพอใจและข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานหลังการปรับปรุงตามจับตะหลิว โดยความพึงพอใจมีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ ด้านลักษณะทางกายภาพ ด้านการใช้งาน ด้านความแข็งแรงและด้านความปลอดภัยในการใช้งาน แสดงผลเป็น Likert scales โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ยโดยรวมของความพึงพอใจ 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แบบสอบถามทั้งสองส่วนได้ผ่านการทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ซึ่งมีความรู้ในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องรายข้ออยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ คือ มีค่าระหว่าง 0.67 ถึง 1

2.3.2 แบบประเมินความเสี่ยงของการทำงานด้วยเครื่องมือ Rapid Entire Body Assessment (REBA) สำหรับในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้มีการนำ REBA มาประยุกต์ใช้เพียง 2 ขั้นตอน คือ การประเมินความเสี่ยงของลำตัวและแขน ส่วนบนจากทั้งหมด 13 ขั้นตอน เนื่องจากอวัยวะดังกล่าวเป็นอวัยวะหลักที่มีได้รับผลกระทบในงานคัดอาหารมากที่สุด และในการปรับปรุงตามจับตะหลิวจะส่งผลกับอวัยวะนี้มากที่สุด การประเมิน REBA ในงานวิจัยมีรายละเอียด ดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 2 การประเมินลำตัว (หลังส่วนล่าง) โดยมีการให้คะแนนความรุนแรงของปัญหาของร่างกายในส่วนนี้ ดังนี้

- 1 คะแนน หมายถึง สำหรับลำตัวตั้งตรงหรือไม่มีการงอของลำตัว
- 2 คะแนน หมายถึง สำหรับลำตัวที่มีการก้มหรือเอน 0-20 องศา
- 3 คะแนน หมายถึง สำหรับลำตัวที่มีการก้ม 20-60 องศาหรือเอนมากกว่า 20 องศา
- 4 คะแนน หมายถึง สำหรับลำตัวที่มีการก้มมากกว่า 60 องศา

หมายเหตุ : ในกรณีที่หลังมีการบิด และ/หรือเอียงไปด้านข้างให้บวกคะแนนเพิ่มอีกกรณีละ 1 คะแนน<sup>16, 17</sup>

2) ขั้นตอนที่ 7 การประเมินแขนส่วนบน (ไหล่) โดยมีการให้คะแนนความรุนแรงของปัญหาของร่างกายในส่วนนี้ ดังนี้

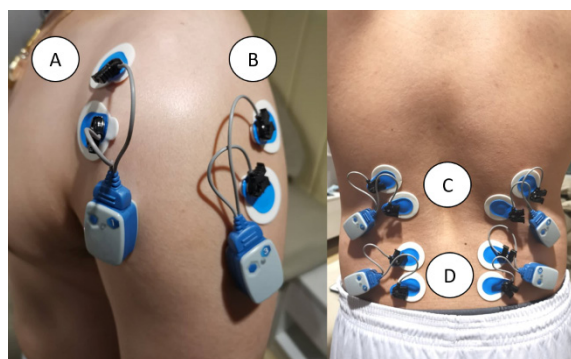
- 1 คะแนน หมายถึง สำหรับการงอของไหลมาข้างหน้าหรือเหยียดไปข้างหลัง 0-20 องศา
- 2 คะแนน หมายถึง สำหรับการงอของไหลมาข้างหน้า 20-45 องศาหรือเหยียดไปข้างหลังมากกว่า 20 องศา
- 3 คะแนน หมายถึง สำหรับการงอของไหลมาข้างหน้า 45-90 องศา
- 4 คะแนน หมายถึง สำหรับการงอของไหลมาข้างหน้ามากกว่า 90 องศา

หมายเหตุ : ในกรณีที่มีการกางแขนออกห่างจากลำตัว และ/หรือมีการยกไหล่ขึ้นให้บวกคะแนนเพิ่มอีกกรณีละ 1 คะแนนและในกรณีที่มีที่รับน้ำหนักของแขนให้ลบคะแนนลงอีกกรณีละ 1 คะแนน<sup>16, 17</sup>

การแปลผลระดับความเสี่ยงประยุกต์มาจากเกณฑ์ของ Openshaw และ Taylor (2006)<sup>18</sup> โดยแบ่งเป็น 2 ระดับ ดังนี้

- ในกรณีที่คะแนนของ REBA ในส่วนของหลังส่วนล่างหรือไหล่มีคะแนนอยู่ระหว่าง 1-3 คะแนนจะถือว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดบาดเจ็บของกล้ามเนื้อและข้อต่อของลำตัวน้อย
- ในกรณีที่คะแนนมีค่ามากกว่า 3 คะแนนจะถือว่ามีความเสี่ยงสูง

2.3.3 เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ชนิดอิเล็กทรอนิกส์แบบวางบนผิวหนัง (Surface electromyography) ชุดวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อชนิดไร้สาย แบบ 8 ช่องสัญญาณ ใช้สำหรับวัดและวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ รุ่น Wireless Surface EMG with Internal IMU and Biomechanical Sensors ซึ่งได้รับการปรับเทียบความถูกต้องของเครื่องมือจาก Noraxon USA, Inc. หมายเลขใบรับรอง IMS-NOX 006/2021 รับรองวันที่ 12 ตุลาคม 2564 โดยตำแหน่งในการวางขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างเป็นดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตำแหน่งของการวางขั้วรับสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่าง โดยกล้ามเนื้อ Anterior deltoid วางที่ตำแหน่ง A กล้ามเนื้อ Posterior deltoid วางที่ตำแหน่ง B กล้ามเนื้อ Latissimus dorsi วางที่ตำแหน่ง C และกล้ามเนื้อ Erector spinae วางที่ตำแหน่ง D

2.3.4 ตะหลิวที่ใช้ในการผัดอาหารสองมือ โดยที่มีความยาวของด้ามจับตะหลิวจำนวน 2 ขนาด ได้แก่ ขนาดเดิม 57 เซนติเมตรที่ไม่ได้รับการปรับปรุงและขนาด 75 เซนติเมตรที่ได้รับการปรับปรุงความยาวและตำแหน่งในการจับด้ามตะหลิวโดยประยุกต์ตามหลักของพีทาโกรัส ซึ่งแบ่งช่วงตำแหน่งในการจับด้ามตะหลิวที่ระยะห่าง 62 เซนติเมตร

จากส่วนต้นของด้ามตะหลิวออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงสเกลตำแหน่งในการจับที่ 1 ใช้จับในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีความสูงจากพื้นถึงข้อศอกในท่ายืนน้อยกว่า 98 เซนติเมตรและช่วงสเกลตำแหน่งในการจับที่ 2 ใช้จับในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างมีความสูงจากพื้นถึงข้อศอกในท่ายืนมากกว่าหรือเท่ากับ 98 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2



**รูปที่ 2** ตะหลิวที่ใช้ในการผัดอาหารสองมือ โดยตะหลิวด้านซ้าย คือ ตะหลิวขนาดเดิมก่อนปรับปรุงและตะหลิวด้านขวา คือ ตะหลิวที่ได้รับการปรับปรุง เมื่อ A แทนช่วงสเกลตำแหน่งในการจับที่ 1 และ B แทนช่วงสเกลตำแหน่งในการจับที่ 2

## 2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงระหว่างวันที่ 1 มีนาคม 2565 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2565 ที่ฝ่ายโภชนาการของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี ประกอบด้วยทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังนี้

1) จัดประชุมกลุ่มอาสาสมัคร เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและขั้นตอนการเข้าร่วมวิจัยเบื้องต้น จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากอาสาสมัครโดยใช้แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปรวมทั้งทำการวัดสัดส่วนของร่างกาย ประกอบด้วยความสูงจากพื้นถึงข้อศอกในท่ายืน (Elbow height) และความยาวจากข้อศอกจนตำแหน่งในการจับวัตถุ (Elbow-grip length) ของแต่ละบุคคลด้วยวิธีการวัดสัดส่วนร่างกายตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม<sup>(19)</sup> จากนั้นบันทึกข้อมูลลงใน Microsoft excel worksheet

2) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 5, 50 และ 95 ของความสูงจากพื้นถึงข้อศอกในท่ายืน (Elbow height) และความยาวจากข้อศอกจนตำแหน่งในการจับวัตถุ (Elbow-grip length) จากกลุ่มตัวอย่างเพื่อใช้ในการปรับปรุงด้ามตะหลิวต่อไป

3) ปรับปรุงความยาวและตำแหน่งในการจับตะหลิวด้วยสูตรคำนวณตามหลักของพีทาโกรัสให้เหมาะสมกับสรีระของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน

4) อธิบายขั้นตอนการผัดอาหารในงานวิจัยนี้ให้แก่อาสาสมัครและทำการผัดถั่วเหลืองที่มีน้ำหนัก 20 กิโลกรัมต่อหนึ่งกระทะ คนละ 2 รอบ โดยเริ่มจากผัดด้วยตะหลิวที่มีความยาวด้ามจับ 57 เซนติเมตรก่อน จากนั้นจึงผัดด้วยตะหลิวที่มีความยาวด้ามจับ 75 เซนติเมตร ผัดด้วยความถี่ 30 ครั้ง/นาที ใช้เวลาในการผัดรอบละ 8 นาที โดยในการผัดอาหารแต่ละรอบจะมีระยะเวลาห่างกันเพื่อให้กล้ามเนื้อไหล่และหลังมีการคลายตัวและฟื้นจากความเมื่อยล้าอย่างน้อย 10 นาทีขึ้นไป<sup>20, 21</sup> นอกจากนี้อาสาสมัครทุกคนจะถูกกำหนดให้ใช้อุปกรณ์ผัดอาหารอื่นๆและสถานีนงานแบบเดียวกันทุกคน

5) ทำความสะอาดผิวหนังอาสาสมัครโดยการเช็ดแอลกอฮอล์และติดอิเล็กโทรดแบบวางที่ผิวหนังที่กล้ามเนื้อ Deltoid ส่วนหน้าและหลัง, กล้ามเนื้อ Erector spinae และกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi และทำการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อขณะผัดอาหาร

6) บันทึกข้อมูลและถ่ายภาพวิดีโอในขณะที่ผัดอาหารด้วยตะหลิวสองมือที่มีด้ามจับแตกต่างกันทั้งสองขนาด

7) วิเคราะห์คะแนน REBA ในการประเมินลำตัว (หลังส่วนล่าง) และการประเมินแขนส่วนบน (ไหล่) โดยจะเลือกท่าทางการผัดอาหารที่ไม่เหมาะสมที่สุดของพนักงานแต่ละคนมาใช้ในการวิเคราะห์และนำผลคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อที่บันทึกได้มาวิเคราะห์เพื่อประเมินการออกแรงของกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างและไหล่ ด้วยค่าร้อยละคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการหดตัวที่มากที่สุด (Maximum Voluntary Contraction; MVC)

8) ประเมินความพึงพอใจและสอบถามข้อเสนอแนะของอาสาสมัครภายหลังการปรับปรุงด้ามจับตะหลิว

## 2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

2.5.1 สถิติเชิงพรรณนา ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ เพศ ประวัติการเจ็บป่วยและโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการผัดอาหาร มือข้างที่ถนัด การจับด้ามตะหลิว ประสบการณ์ในการทำงานและประวัติการผ่าตัดกระดูกสันหลัง วิเคราะห์และแสดงผลในรูปจำนวนและร้อยละ ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ความพึงพอใจของผู้ใช้งานหลังการปรับปรุงด้ามจับตะหลิว วิเคราะห์ผลด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสูงจากพื้นถึงข้อศอกในท่ายืน (Elbow height) และความยาวจากข้อศอกจนตำแหน่งในการจับวัตถุ (Elbow-grip length) วิเคราะห์และแสดงผลออกมาเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ไคที่ 5, 50 และ 95

2.5.2 สถิติเชิงอนุมาน ใช้เพื่อเปรียบเทียบคะแนน REBA ก่อนและหลังการปรับปรุงด้ามจับตะหลิวด้วยสถิติ Wilcoxon signed rank test เนื่องจากทดสอบการแจกแจงข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test พบว่ามีการแจกแจงแบบโค้งไม่ปกติ และเปรียบเทียบค่าร้อยละคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการหดตัวที่มากที่สุด (Maximum Voluntary Contraction; MVC) ของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างก่อนและหลังการปรับปรุงด้ามจับตะหลิวด้วยสถิติ Paired sample t-test เนื่องจากทดสอบการแจกแจงข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-Wilk test พบว่ามีการแจกแจงแบบโค้งปกติ

## 3. ผลการศึกษา

### 3.1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 78.9 และเป็นเพศชายร้อยละ 21.1 มีอายุสูงสุด 56 ปี ต่ำสุด 29 ปี และอายุเฉลี่ย  $43.42 \pm 7.76$  ปี น้ำหนักสูงสุด 85 กิโลกรัม ต่ำสุด 47 กิโลกรัมและน้ำหนักเฉลี่ย  $68.68 \pm 11.53$  กิโลกรัม ส่วนสูงสูงสุด 170 เซนติเมตร ต่ำสุด 145 เซนติเมตรและส่วนสูงเฉลี่ย  $157.63 \pm 8.38$  กิโลกรัม ค่าดัชนีมวลกายสูงสุด 32.8 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> ต่ำสุด 22.4 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> และค่าดัชนีมวลกายเฉลี่ย  $27.47 \pm 2.90$  กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> โดยมีพนักงานที่น้ำหนักปกติ น้ำหนักเกินและอ้วนร้อยละ 5.3, 15.8 และ 78.9 ตามลำดับ ประสบการณ์ในการทำงานสูงสุด 26 ปี ต่ำสุด 1 ปีและประสบการณ์ในการทำงานเฉลี่ย  $11.45 \pm 9.35$  ปี กลุ่มตัวอย่างมีโรคประจำตัวทั้งสิ้น 8 คน คิดเป็นร้อยละ 42.1 ซึ่งโรคที่พบ ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันในเลือดสูง โรคเบาหวานและโรคไทรอยด์ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ถนัดมือขวา จับด้ามตะหลิวทั้งชนิดมือเดียวและสองมือและไม่ประวัติการผ่าตัดกระดูกสันหลัง

### 3.2 ผลการประเมินความเสี่ยงในท่าทางการทำงานของร่างกายส่วนไหล่และหลังส่วนล่างของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการปรับปรุงด้ามจับตะหลิว

ผลการจัดระดับความเสี่ยงคะแนน REBA พบว่า ในช่วงก่อนการปรับปรุงด้ามจับตะหลิวพนักงานที่มีความเสี่ยงสูง (คะแนนมากกว่า 3 คะแนน) ทั้งไหล่ด้านที่ถนัดและไม่ถนัดมีจำนวนทั้งสิ้น 13 และ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 68.4 และ 21.1 ตามลำดับ ภายหลังการปรับปรุงจำนวนพนักงานที่มีความเสี่ยงสูง (คะแนนมากกว่า 3 คะแนน) ทั้งไหล่ด้านที่

ถนัดและไม่ถนัดลดลงเป็น 4 และ 0 คน คิดเป็นร้อยละ 21.1 และ 0 ตามลำดับ สำหรับการจัดระดับความเสี่ยงของหลังส่วนล่าง พบว่า ในช่วงก่อนการปรับปรุงท่าตะหลิวพนักงานที่มีความเสี่ยงสูง (คะแนนมากกว่า 3 คะแนน) มีจำนวนทั้งสิ้น 12 คน คิดเป็นร้อยละ 63.2 และภายหลังการปรับปรุงจำนวนพนักงานที่มีความเสี่ยงสูง (คะแนนมากกว่า 3 คะแนน) ลดลงเป็น 4 คน คิดเป็นร้อยละ 21.1

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนน REBA ของไหล่ทั้งสองข้าง ก่อนและหลังการปรับปรุงท่าตะหลิวด้วยสถิติ Wilcoxon signed rank test ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าไหล่อด้านที่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีคะแนน REBA เฉลี่ย ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับ  $3.95 \pm 0.85$  คะแนน และหลังปรับปรุงมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเป็น  $3.05 \pm 0.91$  คะแนน สำหรับไหล่อด้านที่ไม่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีคะแนน REBA เฉลี่ย ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับ  $3.21 \pm 0.42$  คะแนน และหลังปรับปรุงมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเป็น  $2.53 \pm 0.51$  คะแนน เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ Wilcoxon signed rank test พบว่า หลังการปรับปรุงท่าตะหลิวกลุ่มตัวอย่างมีค่าคะแนน REBA เฉลี่ยของไหล่อทั้งด้านที่ถนัดและไม่ถนัดลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ( $p = 0.002$  และ  $p = 0.001$  ตามลำดับ) ดังตารางที่ 1

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนน REBA ของหลังส่วนล่าง ก่อนและหลังการปรับปรุงท่าตะหลิวด้วยสถิติ Wilcoxon signed rank test ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าหลังส่วนล่างของกลุ่มตัวอย่างมีคะแนน REBA เฉลี่ย ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับ  $3.68 \pm 0.89$  คะแนน และหลังปรับปรุงมีคะแนนเฉลี่ยลดลงเป็น  $2.53 \pm 0.91$  คะแนน เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ Wilcoxon signed rank test พบว่า หลังการปรับปรุงท่าตะหลิวกลุ่มตัวอย่างมีค่าคะแนน REBA เฉลี่ยของหลังส่วนล่างลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ( $p < 0.001$ ) ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการเปรียบเทียบคะแนน Rapid Entire Body Assessment (REBA) ของไหล่และหลังส่วนล่าง ก่อนและหลังการปรับปรุงท่าตะหลิวโดยใช้สถิติ Wilcoxon signed rank test (n=19)

| อวัยวะ              | ความเสี่ยงในท่าทางการทำงาน | Min | Max | Mean | Std. | Z     | p-value |
|---------------------|----------------------------|-----|-----|------|------|-------|---------|
| ไหล่อด้านที่ถนัด    | ก่อนปรับปรุง               | 3   | 6   | 3.95 | 0.85 | -3.09 | 0.002*  |
|                     | หลังปรับปรุง               | 2   | 5   | 3.05 | 0.91 |       |         |
| ไหล่อด้านที่ไม่ถนัด | ก่อนปรับปรุง               | 3   | 4   | 3.21 | 0.42 | -3.36 | 0.001*  |
|                     | หลังปรับปรุง               | 2   | 3   | 2.53 | 0.51 |       |         |
| หลังส่วนล่าง        | ก่อนปรับปรุง               | 2   | 5   | 3.68 | 0.89 | -3.64 | <0.001* |
|                     | หลังปรับปรุง               | 1   | 4   | 2.53 | 0.91 |       |         |

\* p-value มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

### 3.3 ผลการประเมินการออกแรงของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการปรับปรุงท่าตะหลิว

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ %MVC ของกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหน้า ก่อนและหลังการปรับปรุงท่าตะหลิวด้วยสถิติ Paired sample t-test ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่ากล้ามเนื้อไหล่ส่วนหน้าด้านที่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับร้อยละ  $46.27 \pm 6.30$  และหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยลดลงเป็นร้อยละ  $41.30 \pm 7.03$  สำหรับกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหน้าด้านที่ไม่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ก่อนปรับปรุงท่า

ตะหลิวมีค่าเท่ากับร้อยละ  $46.72 \pm 8.81$  และหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยลดลงเป็นร้อยละ  $44.96 \pm 8.11$  เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ Paired sample t-test พบว่า หลังการปรับรูปร่างท่าตะหลิวกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ของกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหน้าด้านที่ถนัดลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ( $p = 0.001$ ) แต่ค่าเฉลี่ยของ %MVC ของกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหน้าด้านที่ไม่ถนัดก่อนและหลังการปรับปรุงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p = 0.061$ ) ดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ %MVC ของกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหลัง ก่อนและหลังการปรับรูปร่างท่าตะหลิวด้วยสถิติ Paired sample t-test ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่ากล้ามเนื้อไหล่ส่วนหลังด้านที่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับร้อยละ  $46.01 \pm 7.37$  และหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยลดลงเป็นร้อยละ  $43.64 \pm 7.47$  สำหรับกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหลังด้านที่ไม่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับร้อยละ  $48.42 \pm 10.00$  และหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยลดลงเป็นร้อยละ  $43.66 \pm 10.76$  เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ Paired sample t-test พบว่า หลังการปรับรูปร่างท่าตะหลิวกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ของกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหลังด้านที่ถนัดลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $p = 0.017$ ) และกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหลังด้านที่ไม่ถนัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ( $p = 0.001$ ) ดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ %MVC ของกล้ามเนื้อ Erector spinae ก่อนและหลังการปรับรูปร่างท่าตะหลิวด้วยสถิติ Paired sample t-test ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่ากล้ามเนื้อ Erector spinae ด้านที่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับร้อยละ  $66.82 \pm 6.71$  และหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยลดลงเป็นร้อยละ  $63.72 \pm 7.00$  สำหรับกล้ามเนื้อ Erector spinae ที่ไม่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับร้อยละ  $67.70 \pm 6.26$  และหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยลดลงเป็นร้อยละ  $60.63 \pm 8.75$  เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ Paired sample t-test พบว่า หลังการปรับรูปร่างท่าตะหลิวกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ของกล้ามเนื้อ Erector spinae ทั้งด้านที่ถนัดและไม่ถนัดลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ( $p = 0.001$  และ  $p < 0.001$  ตามลำดับ) ดังตารางที่ 2

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ %MVC ของกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi ก่อนและหลังการปรับรูปร่างท่าตะหลิวด้วยสถิติ Paired sample t-test ดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่ากล้ามเนื้อ Latissimus dorsi ด้านที่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับร้อยละ  $60.52 \pm 8.54$  และหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยลดลงเป็นร้อยละ  $57.05 \pm 9.16$  สำหรับกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi ที่ไม่ถนัดของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ก่อนปรับปรุงท่าตะหลิวมีค่าเท่ากับร้อยละ  $61.16 \pm 9.20$  และหลังปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยลดลงเป็นร้อยละ  $56.27 \pm 11.59$  เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติ Paired sample t-test พบว่า หลังการปรับรูปร่างท่าตะหลิวกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ของกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi ทั้งด้านที่ถนัดและไม่ถนัดลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ( $p < 0.001$  และ  $p = 0.002$  ตามลำดับ) ดังตารางที่ 2

### 3.4 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากนำตะหลิวที่ได้รับปรับปรุงไปใช้ในสภาพแวดล้อมการทำงานจริง

ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากนำตะหลิวที่ได้รับปรับปรุงไปใช้ในสภาพแวดล้อมการทำงานจริงเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่า พนักงานมีความถี่ในการใช้งานตะหลิวน้อยกว่า 2 ครั้ง/สัปดาห์ ใช้งาน 2-4 ครั้ง/สัปดาห์และใช้งานมากกว่า 4 ครั้ง/สัปดาห์ ร้อยละ 21.1, 36.8 และ 42.1 ตามลำดับ พนักงานจำนวน 10 คนเลือกจับด้ามตะหลิวในตำแหน่งช่วงสเกลที่ 1 และอีก 9 คนที่เหลืเลือกจับด้ามตะหลิวในตำแหน่งช่วงสเกลที่ 2 ระดับความพึงพอใจด้านลักษณะทางกายภาพมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 5

คะแนนและมีค่าเฉลี่ย  $4.37 \pm 0.70$  คะแนนซึ่งเป็นระดับความพึงพอใจมาก ระดับความพึงพอใจด้านการใช้งานมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 5 คะแนนและมีค่าเฉลี่ย  $4.55 \pm 0.65$  คะแนนซึ่งเป็นระดับความพึงพอใจมากที่สุด ระดับความพึงพอใจด้านความแข็งแรงมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 5 คะแนนและมีค่าเฉลี่ย  $4.32 \pm 0.70$  คะแนนซึ่งเป็นระดับความพึงพอใจมาก ระดับความพึงพอใจด้านความปลอดภัยในการใช้งานมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 3 คะแนน ค่าสูงสุดเท่ากับ 5 คะแนนและมีค่าเฉลี่ย  $4.45 \pm 0.69$  คะแนนซึ่งเป็นระดับความพึงพอใจมาก และระดับความพึงพอใจโดยรวมทั้ง 4 ด้านมีค่าเฉลี่ย  $4.42 \pm 0.61$  คะแนนซึ่งเป็นระดับความพึงพอใจมาก ดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 2** ผลการเปรียบเทียบค่าร้อยละคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อในการหดตัวที่มากที่สุด (%MVC) ของกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหน้า (Anterior deltoid) กล้ามเนื้อไหล่ส่วนหลัง (Posterior deltoid) กล้ามเนื้อ Erector spinae ก่อนและหลังการปรับปรุงท่ามตะหลิวโดยใช้สถิติ Paired sample t-test (n=19)

| กล้ามเนื้อ                          | การออกแรงของกล้ามเนื้อ | Mean  | Std.  | Mean diff# |      | t    | df | p-value |
|-------------------------------------|------------------------|-------|-------|------------|------|------|----|---------|
|                                     |                        |       |       | Mean       | Std. |      |    |         |
| Anterior deltoid<br>ด้านที่ถนัด     | ก่อนปรับปรุง           | 46.27 | 6.30  | 4.98       | 5.17 | 4.20 | 18 | 0.001*  |
|                                     | หลังปรับปรุง           | 41.30 | 7.03  |            |      |      |    |         |
| Anterior deltoid<br>ด้านที่ไม่ถนัด  | ก่อนปรับปรุง           | 46.72 | 8.81  | 1.76       | 3.83 | 2.00 | 18 | 0.061   |
|                                     | หลังปรับปรุง           | 44.96 | 8.11  |            |      |      |    |         |
| Posterior deltoid<br>ด้านที่ถนัด    | ก่อนปรับปรุง           | 46.01 | 7.37  | 2.37       | 3.94 | 2.62 | 18 | 0.017** |
|                                     | หลังปรับปรุง           | 43.64 | 7.47  |            |      |      |    |         |
| Posterior deltoid<br>ด้านที่ไม่ถนัด | ก่อนปรับปรุง           | 48.42 | 10.00 | 4.76       | 4.97 | 4.17 | 18 | 0.001*  |
|                                     | หลังปรับปรุง           | 43.66 | 10.76 |            |      |      |    |         |
| Erector spinaeด้านที่ถนัด           | ก่อนปรับปรุง           | 66.82 | 6.71  | 3.09       | 3.34 | 4.04 | 18 | 0.001*  |
|                                     | หลังปรับปรุง           | 63.72 | 7.00  |            |      |      |    |         |
| Erector spinaeด้านที่ไม่ถนัด        | ก่อนปรับปรุง           | 67.70 | 6.26  | 7.07       | 6.79 | 4.54 | 18 | <0.001* |
|                                     | หลังปรับปรุง           | 60.63 | 8.75  |            |      |      |    |         |
| Latissimus dorsi<br>ด้านที่ถนัด     | ก่อนปรับปรุง           | 60.52 | 8.54  | 3.47       | 3.48 | 4.35 | 18 | <0.001* |
|                                     | หลังปรับปรุง           | 57.05 | 9.16  |            |      |      |    |         |
| Latissimus dorsi<br>ด้านที่ไม่ถนัด  | ก่อนปรับปรุง           | 61.16 | 9.20  | 4.89       | 5.77 | 3.69 | 18 | 0.002*  |
|                                     | หลังปรับปรุง           | 56.27 | 11.59 |            |      |      |    |         |

หมายเหตุ # ค่า %MVC หลังการปรับปรุงท่ามตะหลิว - ค่า %MVC ก่อนการปรับปรุงท่ามตะหลิว

\* p-value มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

\*\* p-value มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 3 ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ภายหลังจากการนำตะหลิวที่ได้รับปรับปรุงไปใช้ในสภาพแวดล้อมการทำงานจริง

| รายการประเมินความพึงพอใจ (n=19)                                | Min | Max | Mean | Std. |
|----------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|
| <b>ด้านลักษณะทางกายภาพ</b>                                     | 3   | 5   | 4.37 | 0.70 |
| ความเหมาะสมของความยาวของด้ามจับ                                | 3   | 5   | 4.32 | 0.89 |
| ความเหมาะสมของตำแหน่งในการจับ                                  | 3   | 5   | 4.37 | 0.60 |
| ความเด่นชัดของเทปพันด้ามจับในการมองเห็นช่วงตำแหน่งการจับ       | 3   | 5   | 4.42 | 0.61 |
| <b>ด้านการใช้งาน</b>                                           | 3   | 5   | 4.55 | 0.65 |
| ความสะดวกในการใช้งาน                                           | 3   | 5   | 4.58 | 0.61 |
| ความสะดวกในการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายตะหลิว                      | 3   | 5   | 4.53 | 0.70 |
| <b>ด้านความแข็งแรง</b>                                         | 3   | 5   | 4.32 | 0.70 |
| ความแข็งแรงทนทานของเทปพันด้ามจับ                               | 3   | 5   | 4.11 | 0.66 |
| ความแข็งแรงทนทานของด้ามจับ                                     | 3   | 5   | 4.53 | 0.70 |
| <b>ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน</b>                              | 3   | 5   | 4.45 | 0.69 |
| ความยาวของด้ามจับที่เปลี่ยนแปลงไม่ทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งาน | 3   | 5   | 4.42 | 0.69 |
| ลักษณะของด้ามจับที่เปลี่ยนแปลงไม่ทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งาน  | 3   | 5   | 4.47 | 0.70 |
| <b>ความพึงพอใจโดยรวม</b>                                       | 3   | 5   | 4.42 | 0.61 |

#### 4. อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อเกิดโรกระบบกล้ามเนื้อและโครงสร้างกระดูกที่เกี่ยวข้องเนื่องจากการทำงาน ได้แก่ เพศหญิง อายุมากกว่า 40 ปี มีประสบการณ์ทำงานมากกว่า 6 ปี และมีน้ำหนักเกิน<sup>22-25</sup> จากการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุเฉลี่ย  $43.42 \pm 7.76$  ปี ประสบการณ์ในการทำงานเฉลี่ย  $11.45 \pm 9.35$  ปี และมีน้ำหนักเกิน (ค่าดัชนีมวลกายตั้งแต่ 23 กิโลกรัม/เมตร<sup>2</sup> ขึ้นไป) สูงถึงร้อยละ 94.7 ปัจจัยเสี่ยงส่วนบุคคลเหล่านี้อาจเป็นเหตุให้พนักงานในแผนกนี้เกิดโรคทางระบบกระดูกและโครงสร้างกล้ามเนื้อ

การปรับปรุงด้ามจับตะหลิวในงานวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยการปรับปรุงความยาวของด้ามจับและตำแหน่งในการจับด้ามตะหลิวโดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยมมุมฉากของพีทาโกรัสเพื่อหาขอบเขตของระยะเอื้อมในแนวราบที่เหมาะสม<sup>26</sup> ร่วมกับการประยุกต์ใช้ขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ในการออกแบบเครื่องมือ<sup>27</sup> เพื่อได้ความยาวด้ามจับตะหลิวที่เหมาะสม คือ 75 เซนติเมตรและตำแหน่งในจับที่เหมาะสมกับสรีระของผู้ใช้งาน ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานปรุงอาหารมากขึ้นและการออกแรงในการทำงานลดลง<sup>28</sup>

การปรับปรุงด้ามตะหลิวในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดความเสี่ยงของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างของพนักงานที่ทำงานผลิตอาหาร ซึ่งแบ่งการเปรียบเทียบความเสี่ยงออกมาใน 2 ส่วน ดังนี้

##### 4.1 การเปรียบเทียบความเสี่ยงในท่าทางการทำงานของไหล่และหลังส่วนล่างด้วยคะแนน REBA

ผลการประเมินในช่วงก่อนการปรับปรุงด้ามตะหลิว พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนน REBA ของไหล่ข้างที่ถนัดและไม่ถนัด มีค่าสูงถึง  $3.95 \pm 0.85$  และ  $3.21 \pm 0.42$  คะแนน ตามลำดับ โดยพนักงานที่มีความเสี่ยงสูง (คะแนนมากกว่า 3 คะแนน) ทั้งไหล่ด้านที่ถนัดและไม่ถนัดมีจำนวนทั้งสิ้น 13 และ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 68.4 และ 21.1 ตามลำดับ ซึ่งผลของไหล่ข้างที่ถนัดมีความใกล้เคียงกับการศึกษาในประเทศอินเดีย<sup>23</sup> แต่สูงกว่าศึกษาอื่นๆ ที่พบว่าผู้ประกอบอาหารมีความเสี่ยงในการทำงานของไหล่อยู่ระหว่างร้อยละ 5 ถึง 16.7 เท่านั้น<sup>8, 29</sup> สำหรับหลังส่วนล่างมีคะแนนความเสี่ยงเฉลี่ยเท่ากับ  $3.68 \pm 0.89$  คะแนน โดยพนักงานที่มีความเสี่ยงสูงของหลังส่วนล่างมีจำนวนทั้งสิ้น 12 คน คิดเป็นร้อยละ 63.2 ซึ่งถือว่ามีส่วนความใกล้เคียงกับการศึกษาในประเทศอินเดีย<sup>23</sup> แต่มีสัดส่วนสูงมากกว่าการศึกษาอื่นๆ<sup>8, 29</sup>

สาเหตุที่ทำให้พนักงานคัดอาหารมีความเสี่ยงในท่าทางการทำงานสูง เนื่องจากด้ามจับตะหลิวที่มีความยาวเพียง 57 เซนติเมตรและสถานีงานที่มีความสูงเพียง 59 เซนติเมตร ซึ่งมีความสูงไม่เพียงพอและไม่เหมาะสมกับสรีระของพนักงาน<sup>7</sup> จนเป็นสาเหตุให้พนักงานจะต้องงอหลังและกางไหล่ข้างที่ถนัดมากขึ้นเพื่อไปคัดอาหารที่อยู่ไกลจากลำตัว

ภายหลังการใช้ตะหลิวที่ได้รับการปรับปรุงด้ามจับให้เหมาะสมกับสรีระ คะแนน REBA เฉลี่ยของไหล่ด้านที่ถนัดและไม่ถนัดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็น  $3.05 \pm 0.91$  และ  $2.53 \pm 0.51$  คะแนน ตามลำดับ และจำนวนพนักงานที่มีความเสี่ยงสูงของไหล่ด้านที่ถนัดและไม่ถนัดลดลงเป็น 4 และ 0 คน ตามลำดับ นอกจากนี้คะแนน REBA ของหลังส่วนล่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็น  $2.53 \pm 0.91$  คะแนน และจำนวนพนักงานที่มีความเสี่ยงสูงลดลงเป็น 4 คน โดยสาเหตุที่ทำให้ความเสี่ยงในท่าทางการทำงานของไหล่และหลังส่วนล่างลดลงอย่างชัดเจนเกิดจากการที่ความยาวของด้ามจับที่มากขึ้นและตำแหน่งในการจับที่เหมาะสมทำให้พนักงานไม่จำเป็นต้องก้มตัวหรือกางไหล่ข้างที่ถนัดเพื่อไปคัดอาหารที่อยู่ไกลจากลำตัวและเป็นผลให้คะแนน REBA ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 4.2 การเปรียบเทียบการออกแรงของกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างด้วยค่า %MVC

สาเหตุที่ทำให้กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของ %MVC ของกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหน้าด้านที่ถนัด กล้ามเนื้อไหล่ส่วนหลังทั้งสองด้านลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและค่าเฉลี่ยของ %MVC ของกล้ามเนื้อไหล่ส่วนหน้าด้านที่ไม่ถนัดมีค่าลดลงไม่แตกต่างกัน เนื่องจากความยาวของด้ามจับตะหลิวก่อนปรับปรุงมีขนาดสั้นเกินไปและตำแหน่งในการจับอยู่ใกล้จากจุดที่คัดอาหารมากเกินไปจนทำให้เกิดการเสียเปรียบเชิงกลมากขึ้น เมื่อมีการปรับปรุงความยาวด้ามจับจาก 57 เซนติเมตรเป็น 75 เซนติเมตรและปรับปรุงตำแหน่งการจับที่ไกลจากจุดที่คัดอาหารมากขึ้น จะทำให้ค่าการได้เปรียบเชิงกล (Mechanical advantage: M.A.) เพิ่มขึ้นและส่งผลให้ประสิทธิภาพการผ่อนแรงของการใช้งานตะหลิวมากขึ้นตามไปด้วย<sup>9</sup> ซึ่งผลการประเมินในงานวิจัยนี้ได้ผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Willius และคณะ (2016)<sup>30</sup> ที่มีการลดลงของการออกแรงกล้ามเนื้อไหล่ภายหลังการปรับปรุงความยาวด้ามจับของไม้ถูพื้นให้เหมาะสมกับสรีระของผู้ใช้งาน แต่ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Imrhan และ Farahmand (1999) ที่พบว่าการปรับปรุงด้ามจับให้ยาวขึ้นจะส่งผลให้ค่า %MVC เพิ่มขึ้นร้อยละ 15 เนื่องจากในงานวิจัยนี้มีการปรับปรุงเพียงความยาวด้ามจับ<sup>31</sup> แต่ไม่ได้ปรับปรุงตำแหน่งในการจับให้เหมาะสมกับสรีระเหมือนในงานวิจัยนี้

สำหรับค่าเฉลี่ยของ %MVC กล้ามเนื้อ Erector spinae และกล้ามเนื้อ Latissimus dorsi ทั้งสองด้านลดลงเมื่อเทียบกับก่อนปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกับกล้ามเนื้อไหล่ เป็นผลมาจากความยาวของด้ามจับตะหลิวที่เหมาะสมทำให้ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องก้มตัวเพื่อไปคัดอาหารที่อยู่ไกลจากลำตัวและลดการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสองที่มีหน้าที่หลักในการควบคุมการเคลื่อนไหวของหลังส่วนล่าง<sup>12, 32</sup> สอดคล้องกับงานวิจัยของ Raschke และ Chaffin (1996)<sup>33</sup> และ Roy และคณะ (2003)<sup>34</sup>

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไป

ข้อจำกัดในงานวิจัยนี้ คือ การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นการคัดเลือกกลุ่มอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งจะทำให้เกิดอคติจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างได้

จากผลการประเมินหลังการปรับปรุงด้ามจับตะหลิวโดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยมมุมฉากของพีทาโกรัสจะเห็นว่าพนักงานมีความเสี่ยงของท่าทางการทำงานและการออกแรงกล้ามเนื้อไหล่และหลังส่วนล่างลดลงอย่างเห็นได้ชัด จึงสามารถนำการประยุกต์ใช้ทฤษฎีนี้ไปใช้กับพนักงานคัดอาหารในหน่วยงานหรือองค์กรอื่นได้ สำหรับการวิจัยครั้งต่อไปผู้วิจัยเสนอแนะให้มีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยมมุมฉากของพีทาโกรัสในการพัฒนาออกแบบด้ามจับของตะหลิวหรืออุปกรณ์อื่นๆต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

1. รัชชัย รักษาพันธ์ และคณะ. แนวทางการจัดบริการอาชีวอนามัยให้กับแรงงานในชุมชนด้านการยศาสตร์สำหรับเจ้าหน้าที่หน่วยบริการสุขภาพปฐมภูมิ. นนทบุรี: สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค; 2560.
2. กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์ โรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมปี 2561. นนทบุรี: กองโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค; 2561.
3. Xu YW, Cheng AS, Li-Tsang CW. Prevalence and risk factors of work-related musculoskeletal disorders in the catering industry: A systematic review. *Work*. 2013;44(2):107-16.
4. Survey on occupational safety and health conditions of kitchen work in chinese restaurants [Internet]. Occupational Safety and Health Council. 2000 [cited 2021 April 25]. Available from: [https://www.oshc.org.hk/oshc\\_data/files/OSHInformation/e\\_kitchen\\_work.pdf](https://www.oshc.org.hk/oshc_data/files/OSHInformation/e_kitchen_work.pdf).
5. Chyuan JYA, Du CL, Yeh WY, Li CY. Musculoskeletal disorders in hotel restaurant workers. *Occup Med*. 2004;54(1):55-7.
6. Wu SP, Ho CP, Yen CL. The effect of wok size and handle angle on the maximum acceptable weights of wok flipping by male cooks. *Ind Health*. 2011;49(6):755-64.
7. Sulaiman R, Taha Z, Dawal SZM. Application of anthropometric dimensions for estimating stove height, stove depth and cooking task envelope for Malaysian elderly population. *Pertanika J Sci & Technol*. 2013;21(1):15-28.
8. รุ่งเพชร แสงจันทร์. ความผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในฝ่ายโภชนาการโรงพยาบาลพระนั่งเกล้า. *วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด*. 2559;28(3):322-8.
9. อติรัฐ มากสุวรรณ. หลักการและค่าการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องกลสามัญและเครื่องกลเชิงซ้อนสำหรับเครื่องผ่อนแรงทางการเกษตร. *วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร*. 2563;4(1):1-19.
10. Shete K, Pandve H, Puntambekar T. Role of ergonomics in kitchen related back problems. *Journal of Ergonomics*. 2015;5(3) doi: 10.4172/2165-7556.1000e141
11. Ergonomics Standard [Internet]. 2019 [cited 2021 June 18]. Available from: <https://public.cummins.com/sites/CSP/SiteCollectionDocuments/StandardsandProcesses/CORP-09-10-03-01%20Ergonomics%20Standard.pdf>.
12. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM, Gray H. Gray's anatomy for students. 4th ed. Philadelphia: Elsevier; 2020.
13. Rempel D, Bach JM, Gordon L, So Y. Effects of forearm pronation/supination on carpal tunnel pressure. *J Hand Surg Am*. 1998;23(1):38-42.

14. ณัฐ ปั่นเป่ง และคณะ. การประเมินความเสี่ยงด้านการยศาสตร์ในงานผัดอาหารของพนักงานแผนกโภชนาการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดชลบุรี. การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ "ราชภัฏสุราษฎร์ธานีวิจัยครั้งที่ 17". 2565:631-41.
15. Chow SC, Shao J, Wang H, Lokhnygina Y. Sample size calculations in clinical research. New York: Chapman and Hall/CRC; 2017.
16. Hignett S, McAtamney L. Rapid entire body assessment (REBA). Appl Ergon. 2000;31(2):201-5.
17. ปวีณา มีประดิษฐ์. การประเมินความเสี่ยงทางด้านการยศาสตร์ กรุงเทพฯ: โอ. เอส. พรินติ้ง เฮาส์; 2559.
18. Openshaw S, Taylor E. Ergonomics and design: a reference guide. DIANE Publishing Company; 2006.
19. กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การวัดสัดส่วนร่างกายพื้นฐานสำหรับการออกแบบเชิงเทคโนโลยี เล่ม1: บทนิยามและตำแหน่งการวัดสัดส่วนร่างกาย. กระทรวงอุตสาหกรรม; 2553.
20. McDonald AC, Calvin T, Keir PJ. Adaptations to isolated shoulder fatigue during simulated repetitive work. Part II: Recovery. J Electromyogr Kinesiol. 2016;29:42-9.
21. Shin HJ, Kim JY. Measurement of trunk muscle fatigue during dynamic lifting and lowering as recovery time changes. Int J Ind Ergon. 2007;37(6):545-51.
22. Ekpenyong CE, Inyang UC. Associations between worker characteristics, workplace factors, and work-related musculoskeletal disorders: a cross-sectional study of male construction workers in Nigeria. Int J Occup Saf Ergon. 2014;20(3):447-62.
23. Subramaniam S, Murugesan S. Investigation of work-related musculoskeletal disorders among male kitchen workers in South India. Int J Occup Saf Ergon. 2015;21(4):524-31.
24. Park J, Kim Y, Han B. Work sectors with high risk for work-related musculoskeletal disorders in Korean men and women. Saf Health Work. 2018;9(1):75-8.
25. Choi SD, Brings K. Work-related musculoskeletal risks associated with nurses and nursing assistants handling overweight and obese patients: a literature review. Work. 2016;53(2):439-48.
26. Anthropometry and Workspace Design [Internet]. 2013 [cited 2021 February 23]. Available from: <https://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA3250pdfs/AnthroDesign.pdf>.
27. Berlin C, Adams C. Production ergonomics: designing work systems to support optimal human performance. London: Ubiquity Press; 2017. p. 65-82.
28. Wu SP, Hsieh CS. Ergonomics study on the handle length and lift angle for the culinary spatula. Appl Ergon. 2002;33(5):493-501.

29. Final report on the study of work-related musculoskeletal disorders in catering industry in Hong Kong [Internet]. 2011 [cited 2021 April 20]. Available from: [https://www.oshc.org.hk/oshc\\_data/files/OSHInformation/Musculoskeletal%20Disorders\\_Catering\\_Eng.pdf](https://www.oshc.org.hk/oshc_data/files/OSHInformation/Musculoskeletal%20Disorders_Catering_Eng.pdf).
30. Wallius MA, Rissanen SM, Bragge T, Vartiainen P, Karjalainen PA, Räsänen K, et al. Effects of mop handle height on shoulder muscle activity and perceived exertion during floor mopping using a figure eight method. Ind health. 2016;54(1):58-67.
31. Imrhan SN, Farahmand K. Male torque strength in simulated oil rig tasks: the effects of grease-smear gloves and handle length, diameter and orientation. Appl Ergon. 1999;30(5):455-62.
32. Shoulder muscles [Internet]. 2021 [cited 2021 April 16]. Available from: <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/shoulder-muscles>.
33. Raschke U, Chaffin DB. Support for a linear length-tension relation of the torso extensor muscles: an investigation of the length and velocity EMG-force relationships. J Biomech. 1996;29(12):1597-604.
34. Roy AL, Keller TS, Colloca CJ. Posture-dependent trunk extensor EMG activity during maximum isometrics exertions in normal male and female subjects. J Electromyogr Kinesiol. 2003;13(5):469-76.