

บทความปริทัศน์
(Review article)

การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์

Ergonomics risk assessment using psychophysical approach

ธีรพันธ์ แก้วดอก*

Teeraphun Kaewdok *

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

Faculty of Public Health, Thammasat University, Klong-luang, Pathumthani 12121 Thailand (teeraphun.k@fph.tu.ac.th)

*ผู้พิมพ์หลัก

Received: December 24, 2020/ Revised: December 29, 2020/ Accepted: December 30, 2020

บทคัดย่อ: การใช้เกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาระงานและการรับรู้ความเครียดทางกายภาพของคนทำงาน ปัจจัยของงาน เช่น น้ำหนัก ความถี่ในการยกจะถูกปรับตามความเครียดหรือการออกแรงทางกายภาพที่คนทำงานรับรู้เพื่อกำหนดค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ ข้อมูลทางจิตฟิสิกส์นี้ นำมาใช้ในการออกแบบปรับปรุงสภาพการทำงานอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามการนำเกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์ไปใช้ควรมีการทบทวนและคำนึงถึงข้อจำกัดของเกณฑ์นี้ที่ยังคงต้องมีการศึกษาวิจัย บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์ รวมถึงได้อภิปรายข้อดี ข้อเสียของเกณฑ์ประเมินนี้

ABSTRACT: Psychophysical approach has been used to study the relationship between workloads and workers' perception of physical strain. The task factors, such as load weights or lifting frequencies, are adjusted according to the physical strain or exertion perceived by the workers to determine the maximum acceptable workload. There are extensive psychophysical data for designing a variety of the tasks. Applications of this approach should be reviewed, and current limitations of the psychophysical approach are needed to be investigated. This article was aimed to review ergonomics risk assessment using psychophysical approach. Advantages and disadvantages of the psychophysical approach are discussed.

คำสำคัญ: น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ ความถี่สูงสุดที่ยอมรับได้ ความปลอดภัย จิตฟิสิกส์

Keywords: Maximum acceptable weight, Maximum acceptable frequency, Safety, Psychophysics

1. บทนำ

การนำแนวทางการยศาสตร์เป็นเครื่องมือไปใช้ในการดำเนินการเชิงรุกเพื่อป้องกันและเฝ้าระวังปัญหาการบาดเจ็บที่เกิดจากการทำงานทั้งทางกายภาพและจิตใจมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเกิดความเข้าใจถึงคุณลักษณะของมนุษย์ในแง่ของความสามารถและข้อจำกัดของร่างกายทำให้สามารถออกแบบแก้ไขปรับปรุงงานให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมเกิดการยอมรับได้ของคนทำงานและมีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการทำงานน้อยที่สุด [1] เกณฑ์การประเมินความเสี่ยงด้วยจิตฟิสิกส์เป็นหนึ่งในสามเกณฑ์ที่นิยมนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ร่วมกับเกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์และสรีรวิทยา [2] ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อให้ทราบถึงสภาพทางการยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานสัมพันธ์กับปัจจัยเสี่ยงที่มีศักยภาพมากพอที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพทั้งทางกายและจิตใจหรือไม่ หากมีอยู่ระดับใด [3] โดยมีเป้าหมายเพื่อที่จะปรับปรุงงานหรือสภาวะงานให้เข้ากับแต่ละบุคคลโดยคำนึงถึงด้านร่างกายและจิตใจซึ่งมีความแตกต่างกันของแต่ละบุคคล ดังนั้นสิ่งสำคัญของการศึกษาวิชาการยศาสตร์คือ การมีความรู้เมื่อใดเกิดภาวะความเครียดขึ้นแล้วมีความรู้ในวิธีการแก้ไขเพื่อบรรเทาให้ความไม่พึงประสงค์อันนั้นหายไปเพื่อสุขภาพและความปลอดภัยอันดี ตลอดจนการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน โดยมีหลักการเป็นการหาจุดสมดุลที่สุทธระหว่างผู้ปฏิบัติงานคือขีดความสามารถกับสภาพการทำงานที่ทำให้ผู้ปฏิบัติงานนั้นอยู่ในสภาพที่ปลอดภัย สะดวกสบาย และมีอัตราผลผลิตสูงสุด [2] [4]

จากการทบทวนงานวิจัยนิยมใช้เกณฑ์ประเมินทางจิตฟิสิกส์มากำหนดเป็นแนวทางในปรับปรุงงานเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานเกินขีดจำกัดความสามารถของตน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าเกณฑ์การประเมินวิธีนี้ทำได้ง่าย

ประหยัด ผลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบและปรับปรุงการทำงานเพื่อลดการบาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงานได้ทันที และเหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องทำหลายกิจกรรม เช่น งานยก งานขนย้าย งานวางวัสดุสิ่งของ [5] จึงมีการนำแนวทางนี้ไปศึกษาวิจัยหาค่าแนะนำที่ยอมรับได้จากการทำงานในอย่างแพร่หลายในงานภาคอุตสาหกรรม งานบริการ งานภาคเกษตรกรรม รวมถึงงานบริการสุขภาพ [6] การศึกษาเพื่อกำหนดค่าสูงสุดที่ยอมรับได้จากทำงานของพนักงาน (Maximum acceptable workload) เช่น น้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ [7] [8] [9] ค่าความถี่ที่ยอมรับได้ [8] [10] ระดับความสูงที่เหมาะสมสำหรับงานยืนและมีการหยิบ ยกขึ้นงาน [9] ผลการศึกษาเหล่านี้จะถูกนำมากำหนด ปรับปรุงสภาพการทำงานให้สอดคล้องกับความสามารถทางร่างกายพนักงานเพื่อความปลอดภัย ลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บจากการทำงาน Marras และ Karwowski [11] ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการนำเกณฑ์ทางจิตฟิสิกส์มาใช้ศึกษาเพื่อกำหนดค่าที่ยอมรับได้ภายใต้ขีดความสามารถของร่างกายในการทำงานนั้นเหมาะกับงานที่ต้องใช้กิจกรรมด้วยแรงกายเป็นหลัก ซึ่งในปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยและมีข้อเสนอแนะในการทำงานที่มาจากเกณฑ์นี้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ โดยเฉพาะงานที่ต้องอยู่ในท่าทางจำกัดเป็นประจำหรือในสถานที่เฉพาะ งานเหมืองแร่ หรืองานยกที่หนักเกินไป ที่การใช้เกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์และสรีรวิทยาไม่สามารถนำมาใช้ได้ด้วยข้อจำกัดบางประการ เช่น เครื่องมืออุปกรณ์ในการทดลอง การที่ไม่สามารถทดลองในสถานงานจริงได้ [2] [12] [13] สำหรับประเทศไทยนั้นการศึกษาวิจัยทางการยศาสตร์โดยใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์รวมถึงบทความวิจัยที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิชาการยังพบค่อนข้างน้อย

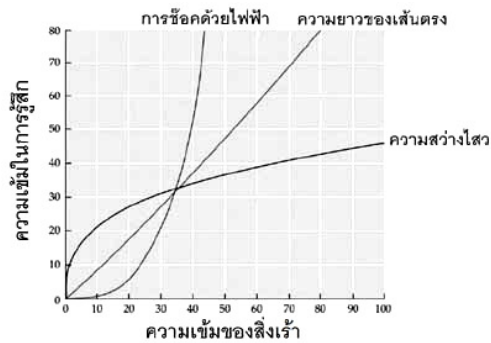
การใช้เกณฑ์หรือวิธีที่เหมาะสมสำหรับประเมินความเสี่ยงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยให้ผู้ประเมินความเสี่ยงสามารถเลือกใช้เกณฑ์หรือวิธีประเมินเพื่อชี้บ่งและวิเคราะห์ความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพงาน และลักษณะของพนักงานที่จะประเมิน นำไปสู่การสร้างเข้าใจถึงคุณลักษณะของมนุษย์ในแง่ของความสามารถและข้อจำกัดของร่างกายทำให้สามารถออกแบบแก้ไขปรับปรุงงานให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมเกิดการยอมรับได้ของคนทำงานมากที่สุด ดังนั้นบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงด้วยเกณฑ์จิตฟิสิกส์รวมทั้งข้อดี ข้อเสีย เพื่อเป็นทางเลือกให้กับผู้ประเมินสามารถนำไปประยุกต์ใช้อย่างถูกต้องในการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ต่อไป

2. ความหมาย

จิตฟิสิกส์ (Psychophysics) เป็นสาขาหนึ่งของจิตวิทยา เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้าทางกายภาพ (Stimulus) และการตอบสนองของร่างกายต่อสิ่งเร้า (Sensation) แสดงออกมาเป็นการรับรู้ในเชิงปริมาณ [2] [14] ความแรงของการตอบสนองมีความสัมพันธ์โดยตรงต่อสิ่งเร้าที่มากระทบ [5] โดยมีความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันกำลัง กฎการยกกำลัง Steven's power law มีดังนี้

$$S = kl^n$$

โดยที่	S	คือ ความแรงของการตอบสนอง
	l	คือ ระดับความเข้มของสิ่งเร้า
	K	คือ ค่าคงที่
	n	คือ ค่าความชันของฟังก์ชันกำลังในกราฟ
		สำหรับงานยกของค่า n จะเท่ากับ 1.45 [15]



รูปที่ 1: ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของความรู้สึกกับความเข้มของสิ่งเร้าทางกายภาพ

ที่มา: Schiffman. (2001). Sensation and perception integrated approach

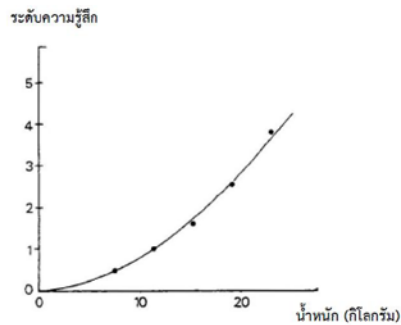
จากรูปที่ 1 เมื่อความเข้มของสิ่งเร้าทางกายภาพที่มากกระทบร่างกายและมีขนาดมากขึ้น ประสาทสัมผัสจะเปลี่ยนแปลงสิ่งเร้าให้เป็นสัญญาณทางเคมี ส่งสัญญาณต่อไปยังสมอง เพื่อตีความสร้างกระบวนการรับรู้ทางการเห็น การได้ยิน การสัมผัส การได้กลิ่น และการรู้รส ทำให้เราสามารถเข้าใจสิ่งแวดล้อมรอบๆ ตัวเราได้โดยอาศัยประสบการณ์จากการสัมผัส (Sensory Experience) เมื่อถึงจุดๆ หนึ่งระดับความเข้มในการรู้สึกจะมีค่าเท่ากับความเข้มของสิ่งเร้าทางกายภาพและแปรผันตรงกัน ซึ่งความเข้มของความรู้สึกนี้จะมีค่าจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของสิ่งเร้า เช่นการช็อคด้วยไฟฟ้าแม้ว่าจะมีปริมาณความเข้มน้อยแต่ก็สามารถทำให้เกิดการตอบสนองของการรู้สึกที่สูงในทันที เป็นต้น นักวิจัยจึงนำหลักการนี้มาประยุกต์ในการทดลองทางจิตฟิสิกส์มาประเมินหาระดับความเข้มในการรู้สึกที่แสดงออกมาเป็นการตอบสนองความหนัก ความเหนื่อย ความล้าจากการทำงาน โดยใช้ตัวแปร เช่น น้ำหนัก ความแรง ความถี่ แทนความเข้มของสิ่งเร้าทางกายภาพ

3. การประเมินการรับรู้ความรู้สึก

การรับรู้เป็นการอธิบายการตอบสนอง หรือความสนใจต่อสิ่งเร้าในสิ่งแวดล้อมนั้น ที่ในบางสถานการณ์ไม่สามารถประเมินได้ทางกายภาพหรือวัดได้ด้วยทางสรีรวิทยา [12] [13] ได้นำหลักการจิตฟิสิกส์มาประยุกต์การทดลองเพื่อประเมินความรู้สึกจากสิ่งกระตุ้นทางกายภาพ เช่น การออกกำลังกาย การออกแรงทำงาน โดยใช้ความรู้สึกของผู้ทดลองเป็นหลัก และพัฒนาเทคนิคการประเมินระดับความเค้น ความเหนื่อย จากสิ่งกระตุ้นนั้น การรับรู้ความหนัก (Perception of effort) ในงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายหรืองานที่ต้องใช้แรงกายในการออกแรงทำงานนั้น จะนำเสนอเป็นแบบประเมินความการรับรู้ เช่น การประมาณค่าขนาด (Magnitude estimation) ผลรวมของการประเมินการรับรู้จากสิ่งกระตุ้นทางกายภาพ [13] และแบบประเมินที่นิยมใช้กันเพื่อการรับรู้ความรู้สึกจากการการตอบสนองการทำงาน การออกกำลังกาย หรือใช้ในการช่วยวินิจฉัยของแพทย์ เพื่อระดับความรู้สึกในการวัดความสัมพันธ์ของความเข้มของความรู้สึกกับความเข้มของสิ่งเร้า [15] แบบประเมินความรู้สึกเหนื่อย (Rating of perceived exertion: RPE) พัฒนาโดย Borg ปี ค.ศ.1990 [16] ซึ่งเป็นแบบดั้งเดิมจากการทดลองจำนวนหลายๆ ครั้ง ด้วยเก็บข้อมูลจากประชากรวัยทำงานช่วงอายุ 25 ถึง 45 ปี ออกแรงด้วยการปั่นจักรยานต้านแรง (Bicycle ergometer) ให้ออกแรงระดับปานกลางถึงสูงสุดของผู้ทดลองแล้วให้ผู้ทดลองประมาณค่าความรู้สึกเหนื่อย ด้วยการบอกระดับตัวเลขที่รู้สึกสอดคล้องกับความรู้สึกเหนื่อย มีระดับคะแนน 6 – 20 ซึ่งผลจากการทดลองสอดคล้องกับอัตราการเต้นของหัวใจเท่ากับ 60 – 200 ครั้งต่อนาที แสดงว่าค่าความรู้สึกกับการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของระบบหลอดเลือดและหัวใจมีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก (0.80-0.90) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาระดับกรดแลคติกในเลือดควบคู่กันไปด้วย ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าการประมาณค่าความรู้สึกเหนื่อยมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับระดับการเต้นของหัวใจและระดับกรดแลคติกในเลือด แต่ระดับของการประมาณค่าขึ้นกับกับสภาพความหนักของงานที่ทำ ผลจากการศึกษานี้จึงได้

พัฒนาออกแบบการประเมินที่ใช้มาจนถึงปัจจุบัน ต่อมา Borg พัฒนาแบบประเมินให้สามารถใช้ได้กับหลายลักษณะงานและสถานการณ์ที่มีความหนักมากขึ้น สิ่งสำคัญคือการปรับวิธีการแสดงถึงการตอบสนองการรับรู้ด้วยตัวเลขตั้งแต่ 0-10 โดยให้เหตุผลว่าคนทั่วไปจะมีความเข้าใจได้ง่ายกว่าแบบเดิม เรียกว่า Category scale with ratio properties หรือ CR 10 [12]

Ljungberg และคณะ [17] ได้ทดสอบความสัมพันธ์ของการประมาณขนาดค่าความรู้สึกกับน้ำหนักที่ยก พบว่ามีความสัมพันธ์ในระดับดีมากจึงสรุปว่าความเข้มของความรู้สึกขึ้นกับความหนักหรือปริมาณของงานที่ทำ ดังแสดงรูปที่ 2



รูปที่ 2: ความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยระดับความรู้สึกกับขนาดน้ำหนักที่ยก

4. การประเมินด้วยเกณฑ์จิตฟิสิกส์ (Psychophysical approach)

การประยุกต์ใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์ในการหาค่าที่ยอมรับได้จากการทำงาน ในการชี้บ่งถึงภาระงานนั้นจะไม่เกินขีดความสามารถของร่างกาย สำหรับกำหนดค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum acceptable) เช่น น้ำหนักสูงสุด แรงสูงสุด ความถี่สูงสุด เวลาสูงสุดในการทำงาน [18] ซึ่งถือว่าค่านี้เป็นค่าที่อยู่ภายใต้การตอบสนองจากความรู้สึกของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ระบบหัวใจและหลอดเลือด รวมถึงระบบประสาท [12] ทำโดยการให้ผู้ถูกทดสอบที่มีสุขภาพดีทำงานในสภาพงานต่างๆ ที่กำหนด และสามารถปรับค่าตัวแปรต่างๆ เช่น น้ำหนัก ความถี่ แรง ได้โดยไม่รู้ค่าที่แท้จริงเพื่อให้ผู้ถูกทดสอบเลือกค่าที่มากที่สุดที่พอใจและจินตนาการว่าหากต้องทำกิจกรรมนั้นตลอดระยะเวลาการทำงานด้วยสภาพงานที่กำหนดจะสามารถทำงานนั้นๆ ได้ ถ้ารู้สึกว่ายังไม่ใช่มากที่สุดที่สามารถทำได้หรือค่านี้รู้สึกมากเกินไปเกินไป ผู้ทดลองสามารถเพิ่มหรือลดค่านี้ลงได้ตามต้องการได้ตลอดเวลา จนกว่าจะรู้สึกถึงค่านี้หรือสภาพงานเป็นค่ามากที่สุดที่ผู้ทดลองสามารถทำได้ “โดยไม่เกินกำลังที่ไม่ก่อให้เกิดความเครียด ภาวะไม่สบาย เหนื่อยหอบ หรืออุณหภูมิร่างกายสูงเกินขนาดที่จะเป็นอันตราย”

อย่างไรก็ตาม การทดลองเพื่อศึกษาค่าสูงสุดที่ยอมรับได้จากตัวแปรเช่น น้ำหนัก แรง และความถี่ ต้องใช้เวลาในการฝึกหัดการยกหรือเคลื่อนย้ายวัสดุเพื่อให้ผู้ถูกทดสอบเรียนรู้หลักและวิธีการที่ถูกต้องซึ่งใช้เกณฑ์ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้จากร้อยละ 99 ของคนงานเพศชาย หรือ ร้อยละ 75 ของคนงานเพศหญิง หรือร้อยละ 90 ของคนงานรวมทั้งหญิงและชายในสัดส่วนที่เท่ากัน [18]

Wu และคณะ [19] ได้ประยุกต์ใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์เพื่อหาระดับความสามารถสูงสุดในงานยกวัสดุด้วยท่าทางที่ไม่สมมาตร กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาหญิง 12 คน ให้ทำงานด้วยการกำหนดความถี่ (ยกเพียง 1 ครั้ง 1 ครั้ง/นาทิจและ 4 ครั้ง/นาทิจ) ท่าทางยกวัสดุ (มุม 30, 60 และ 90 องศา) ประเมินด้วยแบบประเมินความเหนื่อย RPE scale พบว่าค่าน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้มีแนวโน้มลดลงเมื่อมีความถี่ในการยกเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับมุมของการยกวัสดุเมื่อต้องยกหรือโน้มตัวมากขึ้น ระดับน้ำหนักที่ยอมรับได้มีค่าลดลง นอกจากนี้ยังประเมินด้วยอัตราการเต้นของหัวใจและการใช้ออกซิเจนในร่างกายร่วมด้วย ตัวแปรด้านขนาดของสิ่งที่จะยกเคลื่อนย้าย รวมถึงระยะการทำงานก็ส่งผลต่อระดับ

ความรู้สึกเหนื่อย มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักที่ยอมรับได้และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ เช่นเดียวหลายการศึกษาที่ผ่านมา [7] [9] [20] [21]

นักวิจัยที่ใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์มาใช้ในการประเมิน โดยสรุปเสนอแนะว่าในกรณีที่ผู้วิจัยไม่สามารถใช้เกณฑ์ทาง ชีวกลศาสตร์หรือสรีรวิทยามาใช้ประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ที่สรีรวิทยา อาจเนื่องจากข้อจำกัดของแต่ละวิธี รวมถึงปัญหาด้านเครื่องมืออุปกรณ์ในการประเมิน การเลือกใช้วิธีจิตฟิสิกส์ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับเป็นข้อมูลในการปรับปรุงงานและพัฒนาค่าที่เหมาะสมสำหรับการทำงาน โดยเฉพาะงานที่ต้องใช้แรงกายเป็นหลัก เกณฑ์ประเมินด้วยวิธีนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมกับหลายลักษณะงานท่าค่อนข้างจำกัด เช่น งานที่ทำในพื้นที่จำกัด งานที่ต้องอยู่ในท่าทางที่ผิดธรรมชาติ เนื่องจากสามารถจำลองการทำงานได้จริง ข้อมูลที่ได้เป็นการประมวลผลภายใต้การประมาณค่าจากผลทางชีวกลศาสตร์และทางสรีรวิทยาแสดงออกมาด้วยการรับรู้จากความรู้สึกของผู้ปฏิบัติงาน [2] [13] [18] นอกจากนี้ Ayoub and Dempsey ยังเสนอแนะอีกว่าในการนำเกณฑ์จิตฟิสิกส์ไปใช้ควรคำนึงถึงผลกระทบจากปัจจัยส่วนบุคคล เช่น อายุ เพศ ความแข็งแรงของร่างกาย ปัจจัยลักษณะงานเช่น ความถี่ของการยกหรือเคลื่อนย้าย ระยะเวลาการทำงาน ขนาด น้ำหนักของวัสดุ ลักษณะมือจับ ท่าทาง และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ความร้อน ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการลดความสามารถในงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยแรงกายจากการประเมินด้วยจิตฟิสิกส์ ดังนั้นการหาขีดความสามารถของรายครพิจารณาปัจจัยดังกล่าวเหล่านี้ด้วย

ในปี ค.ศ. 1991 Snook and Ciriello [18] ได้ทำการศึกษาโดยใช้วิธีจิตฟิสิกส์เพื่อหาค่าน้ำหนักสูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum acceptable weight: MAW) และ ความถี่สูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum acceptable frequency: MAF) ร่วมกับการวัดค่าอัตราการใช้ออกซิเจน และอัตราการเต้นของหัวใจ สำหรับการยกของขึ้นลง การผลัก การลาก และการเดินถือ เพิ่มเติมจากงานวิจัยที่ทำไว้ตั้งแต่ปี 1967-1983 ในคนงานชายและหญิงจากโรงงานอุตสาหกรรม ผลที่ได้คือตารางพิจารณาค่าสูงสุดของน้ำหนักและความถี่ (Snook table ซึ่งไม่ได้นำเสนอในบทความนี้ แนะนำผู้อ่านค้นคว้าเพิ่มเติม) เปอร์เซ็นไทล์ที่ 10, 25, 75 และ 95 ของประชากรภาคอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจัยที่พิจารณาคือ ความถี่ในการทำงาน ระยะทาง ความสูง ระยะเวลาทำงาน-พัก ขนาดกล่องและมือจับ ระยะที่ยกของออกห่างจากลำตัว และงานผสม ผลจากการทดลองพบว่าค่าน้ำหนัก และน้ำหนักจะลดลงเมื่อความถี่ในการทำงาน ระยะทาง ความสูง และขนาดกล่องเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะที่ความถี่สูงๆ ส่วนระยะเวลาทำงาน-พัก ซึ่งทดลองเปรียบเทียบการทำงาน 2 แบบ คือ 40 นาที-พัก 10 นาที กับทำงาน 100 นาที พัก 20 นาที ในระยะเวลา 4 ชั่วโมง พบว่าได้ค่าน้ำหนักสูงสุดและความถี่สูงสุดไม่ต่างกัน จึงนำมาประยุกต์ในการทดลองด้วยวิธีจิตฟิสิกส์เนื่องจากภายใต้ระดับขีดการรับรู้ของบุคคล (Perceptual threshold) จะมีแนวโน้มของการเกิดการรับรู้จากสิ่งเร้าในนาที่ที่ 5 เป็นต้นไป [13]

5. ข้อดีและข้อเสียของการใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์

นักวิจัยทางด้านการยศาสตร์จากหลายองค์กรได้ศึกษาวิจัยหาวิธีการและเกณฑ์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงในกิจกรรมทางกายต่างๆ เพื่อทำการชี้บ่งและวิเคราะห์ปัจจัยเสี่ยงทางกรยศาสตร์ ซึ่ง การนำเกณฑ์ทางด้านการยศาสตร์มาใช้เพื่อพิจารณาความปลอดภัยและความเสี่ยงในการทำงานนั้น จะนำไปสู่การปรับปรุงสภาพการทำงานให้เกิดความเหมาะสมระหว่างปริมาณงานกับความสามารถและข้อจำกัดไม่เกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ของคนทำงาน อย่างไรก็ตามเกณฑ์ประเมินทางจิตฟิสิกส์ที่เป็นการศึกษาถึงค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ของคนส่วนใหญ่ มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงสภาพการทำงานนั้น การที่ผู้ประเมินจะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นกับปัญหาทางการยศาสตร์และวัตถุประสงค์รวมถึงลักษณะงานความรู้ทักษะของผู้ประเมินเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ ผู้ใช้ต้องศึกษาและทำความเข้าใจของข้อดีข้อเสียของการนำเกณฑ์หรือวิธีการประเมินความเสี่ยงมาใช้ เนื่องจากแต่ละวิธีการยังมีข้อขัดแย้งกันอยู่บ้างซึ่งควรมีการศึกษาวิจัยต่อไป [22] ดังนั้นการนำเกณฑ์การประเมินด้วยวิธีจิตฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานทางการยศาสตร์ ควรพิจารณาข้อดีและข้อเสีย โดยสรุปดังนี้ [2]

5.1 ข้อดีของเกณฑ์จิตฟิสิกส์

5.1.1 สามารถทำการทดลองโดยการจำลองการทำงานได้จริง จากการทำงานภาคอุตสาหกรรมได้

5.1.2 ข้อมูลทั้งหมดสามารถเก็บได้จากคนงานที่ทำงานภาคอุตสาหกรรม เช่น งานยก งานดัน งานดึง งานถือ งานเคลื่อนย้าย

5.1.3 ข้อมูลที่ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ขยายผลไปสู่ประชากรทั่วไปได้ ส่วนเกณฑ์ทางสรีรวิทยาและชีวกลศาสตร์นั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการเก็บข้อมูลเชิงทดลองในห้องปฏิบัติการ และอาจมีข้อจำกัดเรื่องจำนวนกลุ่มตัวอย่าง และส่วนใหญ่ใช้นักศึกษา นอกจากนี้ทั้งสองเกณฑ์ยังใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่ยู่งยากกว่า

5.1.4 มีความเหมาะสมกับการศึกษาในลักษณะงานที่ทำเป็นช่วงๆ หรืองานเป็นกะ ซึ่งเป็นลักษณะงานที่พบทั่วไปในงานอุตสาหกรรม ซึ่งหากใช้เกณฑ์ทางสรีรวิทยาประมาณหรือกำหนดเป็นค่าที่ยอมรับได้ อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากกว่า

5.1.5 ผลการศึกษาที่ได้เป็นประโยชน์นำไปสู่การออกแบบ ปรับปรุงลักษณะงาน สภาพการทำงาน และสามารถศึกษาวิจัยเพิ่มเติมต่อยอดได้

5.1.6 เกณฑ์จิตฟิสิกส์นี้ใช้พิจารณาประเมินเกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์และกับทางสรีรวิทยาในการประมาณค่าหรือกำหนดค่าที่ยอมรับได้จากการทำงานซึ่งถือได้ว่าเป็นการรวมผลกระทบลักษณะที่แตกต่างกันที่มีแต่ละบุคคลและบุคคลจะตอบสนองผลกระทบนี้ผสมผสานออกมาในรูปแบบการตอบสนองเชิงการรับรู้ทางจิตฟิสิกส์

5.1.7 ผลจากการศึกษาโดยใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์มีความสัมพันธ์กับการเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างจากการทำงาน

5.1.8 ผลจากการศึกษาโดยใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการทำงานครอบคลุมมากกว่า การใช้เกณฑ์อีกสองวิธี

5.1.9 การใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์เหมาะสมกับงานที่ต้องทำในกรณีท่าทางไม่สมมาตร สถานที่ทำงานคับแคบ ประหยัดทำงาน เวลาร่น้อย เหมาะสมกับการประยุกต์ทดลองในภาคอุตสาหกรรม และงานที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น อุ้มหรืองานเหมืองแร่

5.2 ข้อเสียของเกณฑ์จิตฟิสิกส์

5.2.1 ข้อจำกัดที่สำคัญที่สุดของการใช้เกณฑ์คือ คือค่าที่ได้อยู่ภายใต้การคาดเดาซึ่งการเลือกระดับที่ต่ำกว่าสภาพงานจริงเพื่อป้องกันการบาดเจ็บในระหว่างการทดลอง อาจไม่มีความเที่ยงตรง

5.2.2 เป็นวิธีการใช้ความรู้สึกของผู้ถูกทดสอบเป็นหลัก อาจไม่มีความแม่นยำ

5.2.3 ผลจากการประเมินงานที่มีความถี่สูงอาจจะเกินกว่าค่าของพลังงานร่างกายที่ใช้จริง

5.2.4 ค่าที่ยอมรับได้อาจจะมีความขัดแย้งกับผลประเมินจากเกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์

5.2.5 ในกรณีที่งานท่าทางบิดเอี้ยว เอื้อมตัว ผู้ถูกทดสอบอาจไม่สามารถแสดงความรู้สึกได้ อาจส่งผลต่อการเกิดการบาดเจ็บได้ ดังนั้นการทดลองด้วยวิธีนี้จึงควรระวังอย่างยิ่ง

อย่างไรก็ตามในขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงทางกายศาสตร์นั้นควรใช้เกณฑ์ประเมินทางชีวกลศาสตร์หรือสรีรวิทยาร่วมด้วย เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ให้ได้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ถึงแม้ว่าเกณฑ์ประเมินทางจิตฟิสิกส์จะเป็นผลการตอบสนองจากการผสมผสานทางชีวกลศาสตร์กับทางสรีรวิทยาและมีข้อดีหลายประการ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดซึ่งการประเมินด้วยการวัดความรู้สึกอย่างเดียวนั้นอาจไม่เพียงพอต่อการรับรู้ของผู้มีประสบการณ์ทำงานในการที่จะได้ข้อมูลสำหรับกำหนดค่าที่ยอมรับได้ที่มีความเชื่อมั่นและเที่ยงตรงมากขึ้น ผลการศึกษาทางจิตฟิสิกส์ควรได้รับการยืนยันจากการทดสอบด้วยเกณฑ์ทางชีวกลศาสตร์และทางสรีรวิทยาด้วยจึงจะสมบูรณ์ยิ่งขึ้น [23]

6. บทสรุป

การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยใช้เกณฑ์จิตฟิสิกส์ว่าด้วยค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ของคนส่วนใหญ่ สำหรับชี้บ่งถึงภาระงานนั้นจะไม่เกินขีดความสามารถของร่างกาย สำหรับกำหนดค่าสูงสุดที่ยอมรับได้เช่น น้ำหนักสูงสุด แรงสูงสุด ความถี่สูงสุด เวลาสูงสุดในการทำงาน อย่างไรก็ตามการนำเกณฑ์นี้มาใช้ผู้ประเมินควรทำความเข้าใจถึงวิธีการประเมินให้เหมาะสมกับลักษณะงานและคุณลักษณะของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งเกณฑ์การประเมินนี้มีทั้งข้อดีข้อเสีย ผู้นำไปใช้ควรพิจารณาเกณฑ์ประเมินทางชีวกลศาสตร์และทางสรีรวิทยาร่วมด้วย เพื่อให้ได้คำแนะนำในการปรับปรุงงานที่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานให้มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] นริศ เจริญพร. เอกสารการสอนชุดวิชาการยศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2 ed. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช; 2554.
- [2] Ayoub MM, Dempsey PG. The psychophysical approach to manual materials handling task design. *Ergonomics*. 1999;42(1):17-31.
- [3] สุตติดา กรุงไกรวงศ์. เอกสารการสอนชุดวิชาการยศาสตร์และจิตวิทยาอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. พิมพ์ครั้งที่ 2 ed. นนทบุรี: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช; 2563.
- [4] กิตติ อินทรานนท์. การยศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2, ed. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2548.
- [5] Bhattacharya A, and McGlothlin, J. D. Occupational ergonomics: Theory and Applications. 2 ed. New York: Marcel Dekker, Inc. ; 2012.
- [6] Mital A, Nicolson, A. S., and Ayoub, M. M. A guide to manual material handling. . 2 ed. London: Taylor and Francis Ltd. ; 1997.
- [7] Pinder ADJ, Boocock MG. Prediction of the maximum acceptable weight of lift from the frequency of lift. *Int J Ind Ergon*. 2014;44(2):225-37.
- [8] Charoenporn N, Outama A, Kaewdok T, Eard P, Kooncumchoo P. Maximum Acceptable Weight of Lift in Adolescence Aged 15 to Less Than 18 Years Old. *Adv. Intel. Syst. Comput*. 2019;826:778-88.
- [9] Lee KS, Hwang J. Determination of maximum acceptable and comfortable height during one-handed lifting. *Work (Reading, Mass)*. 2020;65(3):497-507.
- [10] Widia M, Dawal SZ, Yusoff N. Maximum acceptable frequency of lift for combined manual material handling task in Malaysia. *PLoS ONE*. 2019;14(5):1-13.
- [11] Marras WS, Karwowski W. Intervention, Control and application in occupational ergonomics. New York: Taylor and Francis; 2006.
- [12] Borg G. A general scale to rate symptoms and feelings related to problems of ergonomic and organizational importance. *G Ital Med Lav Ergon*. 2008;30(1 Suppl A):A8-10.
- [13] Gamberale F. Perception of effort in manual materials handling. *Scand J Work Environ Health*. 1990;16 Suppl 1:59-66.

- [14] สิริอร วิชชาวุธ. จิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 3 ed. ปทุมธานี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2553.
- [15] Schiffman HR. Sensation and perception integrated approach. McGraw Hill John Wiley & Sons.; 2001.
- [16] Borg G. Psychophysical scaling with applications in physical work and the perception of exertion. Scand J Work Environ Health. 1990;16 Suppl 1:55-8.
- [17] Ljungberg AS, Gamberale F, Kilbom Å. Horizontal lifting— Physiological and psychological responses. Ergonomics. 1982;25(8):741-57.
- [18] Snook SH, Ciriello VM. The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. Ergonomics. 1991;34(9):1197-213.
- [19] Wu S-P. Maximum acceptable weights for asymmetric lifting of Chinese females. Appl Ergon. 2003;34(3):215-24.
- [20] Wu SP, Chen CC. Psychophysical determination of load carrying capacity for a 1-h work period by Chinese males. Ergonomics. 2001;44(11):1008-23.
- [21] Wu S-P. Psychophysically determined 1-h load carrying capacity of Chinese females. Int J Ind Ergon. 2006;36(10):891-9.
- [22] อีรพันธ์ แก้วดอก. เกณฑ์ทางด้านการยศาสตร์เพื่อพิจารณาความปลอดภัยและความเสี่ยงในงานที่ใช้แรงกาย. วารสารการยศาสตร์ไทย. 2563;3(1):54-64.
- [23] Hutchinson JC, Tenenbaum G. Perceived effort — Can it be considered gestalt? Psychol Sport Exerc. 2006;7(5):463-76.