

การเลือกขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในโรงเรียนตามหลักการยศาสตร์
โดยใช้สมการพยากรณ์
**SELECTION ERGONOMICALLY-SIZED SCHOOL DESK
AND CHAIR BASE ON PREDICTIVE MODELS**

ธิดารัตน์ วุฒิสรีเสถียรกุล และสุธนิตย์ พุทธพนม*
Thidarat Wutthisrisatienkul, and Sutanit Puttapanom*

Faculty of Engineering, Naresuan University
*corresponding author e-mail: sutanitp@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การใช้ขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในโรงเรียนที่ไม่เหมาะสมส่งผลกระทบต่อกระดูกสันหลังของนักเรียนทั้งในระยะสั้นและระยะยาว จึงควรมีการประเมินความเหมาะสมเปรียบเทียบกับสัดส่วนร่างกายของนักเรียนอย่างไรก็ตามการวัดสัดส่วนของร่างกายนั้นวัดได้ยากและเสียเวลามาก การศึกษานี้จึงนำเสนอวิธีการประมาณค่าสัดส่วนร่างกายด้วยการวัดความสูงเพียงอย่างเดียว เนื่องจากโรงเรียนของรัฐบาลในประเทศไทยต้องเลือกใช้โต๊ะและเก้าอี้เรียนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย (TIS) ซึ่งมี 6 ขนาด ดังนั้นการศึกษานี้จึงขอนำเสนอวิธีเลือกขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยนำข้อมูลสัดส่วนของร่างกายของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน มาสร้างสมการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย แล้วใช้สมการพยากรณ์ในการประมาณค่าสัดส่วนร่างกายจากค่าความสูงของนักเรียน 650 คน จากนั้นประเมินความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้แต่ละขนาดซึ่งพบว่าการนำโต๊ะและเก้าอี้เรียนขนาด 3 ร่วมกับขนาด 4 มาใช้ในโรงเรียนจะให้ค่าความเหมาะสมที่ดีกว่าการใช้โต๊ะและเก้าอี้เรียนขนาด 4 ร่วมกับขนาด 5 ที่เป็นมาตรฐานตามที่ใช้ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา

คำสำคัญ: การยศาสตร์ โต๊ะและเก้าอี้เรียน การพยากรณ์ ความไม่เหมาะสม

Abstract

Improperly sized school desks and chairs have many detrimental effects on the spines of the students, leading to both short and long term pain. Hence, it is important to assess the desks and chairs for a proper fit. Comparing a student's anthropometric data with the desk and chair dimensions is the best way to make such an evaluation. Because obtaining anthropometric data can be difficult and time consuming, this paper proposes a methodology to obtain an adequate approximation of the student's anthropometric data with only measurements of the student's height. Because most public schools in Thailand are required to choose school desks and chairs according to the Thai Industrial Standards (TIS) Institute recommendation and

there are 6 sizes available, this paper, also presents how to ergonomically select from the available TIS sizes for a secondary school. The data sample consisted of anthropometric measurements from 20 students, and was used to create simple linear regression predictive equations. The heights of 650 students were transferred to anthropometric data by the predictive equations and the predicted anthropometric measurements then used to evaluate TIS school desk and chair sizes. The results reveal that a combination of sizes 3 and 4 are more appropriate for secondary schools than the combination of sizes 4 and 5 recommended by TIS Institute.

Keywords: ergonomics, school desk and chair, prediction, mismatch

บทนำ

การออกแบบโต๊ะและเก้าอี้เรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในเมืองไทยส่วนใหญ่ใช้โต๊ะและเก้าอี้เรียนที่มีขนาดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโต๊ะเรียน: มอก.1494-2541 และเก้าอี้เรียน: มอก.1495-2541 ซึ่งขนาดของมาตรฐานนี้ถูกออกแบบมาจากสัดส่วนความสูงของร่างกายของเด็กไทยที่ขนาดเปอร์เซ็นต์ที่ 99 เป็นหลักและใช้มาเป็นเวลานานกว่าสิบปี ทำให้ไม่สามารถใช้ได้เหมาะสมกับนักเรียนทุกคน หากนักเรียนใช้โต๊ะและเก้าอี้เรียนที่มีขนาดไม่เหมาะสมจะส่งผลให้โครงสร้างร่างกาย เช่น กระดูกสันหลัง อาจมีการผิดรูปไปจากเดิม ซึ่งพฤติกรรมการณ์ที่ไม่ดีในวัยเด็กจะเป็นปัญหาที่แก้ยากได้เมื่อเป็นผู้ใหญ่ในอนาคต (Yeats, 1997) เก้าอี้ที่สูงเกินไปทำให้น้ำหนักตัวกดทับกล้ามเนื้อบริเวณต้นขา ถ้าโต๊ะสูงเกินไปจะทำให้เด็กต้องยกไหล่ขึ้นเล็กน้อยขณะที่นั่งเขียนหนังสือ ซึ่งลักษณะเช่นนี้ทำให้เกิดอาการปวดกล้ามเนื้อบริเวณไหล่ และส่งผลให้เกิดอาการปวดคอและหลังตามมา (Geldhof et al., 2007; Murphy et al., 2007; Candy et al., 2012) โต๊ะที่สูงและเก้าอี้ที่สูงเกินไปส่งผลเสียต่อร่างกายในขณะที่เด็กนั่งอ่านและเขียนหนังสือ (Panagiotopoulou et al., 2004)

ที่ผ่านมาจึงมีหลาย ๆ งานวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบความไม่เหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้ในโรงเรียนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันกับสัดส่วนร่างกายของนักเรียน Grimes & Legg (2004) พบว่าความไม่เหมาะสมระหว่างความยาวของต้นขากับความลึกของเก้าอี้ที่นั่งทำให้นั่งได้ไม่สะดวกสบายและความสูงของข้อศอกขณะนั่ง กับความสูงของโต๊ะเรียนมีความไม่เหมาะสมกัน ทำให้เกิดอาการปวดที่คอและหัวไหล่ Macedo et al. (2015) แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 ช่วงชั้นและทำการประเมินความเหมาะสมระหว่างโต๊ะและเก้าอี้เรียนกับสัดส่วนร่างกายนักเรียน ซึ่งพบว่าโต๊ะเรียนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของนักเรียนกลุ่มที่ 1 และ 2 มีความเหมาะสม ร้อยละ 24 และ 44 ตามลำดับ และเก้าอี้เรียนมีความเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายเพียงร้อยละ 4 และ 9 ตามลำดับ Parcels et al. (1999) ศึกษาความไม่เหมาะสมระหว่างโต๊ะและเก้าอี้เรียนและสัดส่วนร่างกายของเด็กอเมริกันอายุระหว่าง 11-13 ปี พบว่ามีเพียงร้อยละ 18.90 ของนักเรียนใช้โต๊ะและเก้าอี้เรียนเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกาย Gouvali & Boudolos (2006) ได้ศึกษาและตรวจสอบความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้เรียนกับสัดส่วนของนักเรียนอายุ 6-18 ปี ซึ่งแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม และใช้โต๊ะและเก้าอี้เรียน 3 ขนาดเช่นกัน พบว่าความสูงของโต๊ะและเก้าอี้มีขนาดสูงเกินไปคิดเป็นร้อยละ 81.80 และ 71.50 ตามลำดับ และความลึกของเก้าอี้มีความเหมาะสมเพียงร้อยละ 38.70 และอีกหลาย ๆ งานวิจัยที่พยายามทำการตรวจสอบความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้กับสัดส่วนของผู้ที่ใช้งานในสถานศึกษาต่าง ๆ (Panagiotopoulou et al., 2004;

Castellucci et al., 2010; Mohamed et al., 2010; Habibi et al., 2011; Dianat et al., 2013; Hoque et al., 2014)

ขนาดของโต๊ะและเก้าอี้เรียนควรได้รับการปรับปรุงตามสัดส่วนร่างกายของนักเรียนที่ใช้งาน และการออกแบบที่เหมาะสม ควรเป็นแบบโต๊ะและเก้าอี้ที่ปรับระดับสูง-ต่ำได้ตามความต้องการเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถปรับให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายที่แตกต่างกันได้ แต่ในทางด้านการจัดการนั้นอาจจะปรับขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่มีความสูงเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนักเรียนแต่ละคนไม่ได้เพราะจะต้องใช้งบประมาณจำนวนมาก ดังนั้นหากเป็นการออกแบบที่ปรับความสูงต่ำไม่ได้ อย่างเช่นโต๊ะและเก้าอี้ในโรงเรียน จึงควรวัดหลักการออกแบบสำหรับคนส่วนใหญ่ (Ashby, 1978) เฟอร์นิเจอร์ที่ 90-95 นั่นคือ ออกแบบให้เหมาะสมกับคนที่มีขนาดสัดส่วนใหญ่ ซึ่งโดยปกติขนาดโต๊ะและเก้าอี้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ขนาด คือ แบ่งตามช่วงอายุ 12-14 ปี และ 15-17 ปี (Agha & Alnhhal, 2012; Kafuku, 2015) และโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในประเทศไทยแบ่งขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียนออกเป็น 2 กลุ่มเช่นกัน

ปัจจุบันมีนักวิจัยให้ความสนใจในการปรับปรุงโต๊ะและเก้าอี้เรียนที่ใช้ในสถานศึกษาให้เหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายโดยแบ่งโต๊ะและเก้าอี้ออกเป็นหลายขนาด ซึ่งมาตรฐานในการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้ของแต่ละประเทศมีค่าแตกต่างกัน เช่น ISO 5970-1979, มอก.1494-2541 และ มอก.1495-2541 โดยถูกสร้างขึ้นจากการวัดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ทั้งสิ้น สำหรับการออกแบบเก้าอี้จึงจำเป็นต้องวัดสัดส่วนร่างกายในท่านั่งซึ่งเป็นค่าที่วัดค่าได้ยากและใช้เวลานานมากหากต้องวัดค่าเหล่านี้ในนักเรียนแต่ละคน อีกทั้งการวัดสัดส่วนอาจวัดโดยตรง (Hafezi et al., 2010; Baharmpour et al., 2013) ซึ่งต้องสัมผัสร่างกายของผู้ถูกทดสอบและใช้เวลานานเนื่องจากต้องวัดหลายค่า แต่ถ้าหากใช้เครื่องวัดสัดส่วนแบบสามมิติ (Robinette et al., 1999; Deros et al., 2009) จะช่วยให้การวัดง่ายขึ้นแต่ค่อนข้างมีราคาแพง

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการประมาณค่าสัดส่วนร่างกายด้วยการวัดส่วนสูงเพียงอย่างเดียวพร้อมทั้งนำเสนอวิธีการเลือกขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียนตามมาตรฐาน มอก. ที่เหมาะสมและถูกต้องตามหลักกายศาสตร์ และเมื่อใช้โต๊ะและเก้าอี้เรียนที่เหมาะสมจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียน โครงสร้างกระดูก และสุขภาพที่ดีของนักเรียนในระยะยาว

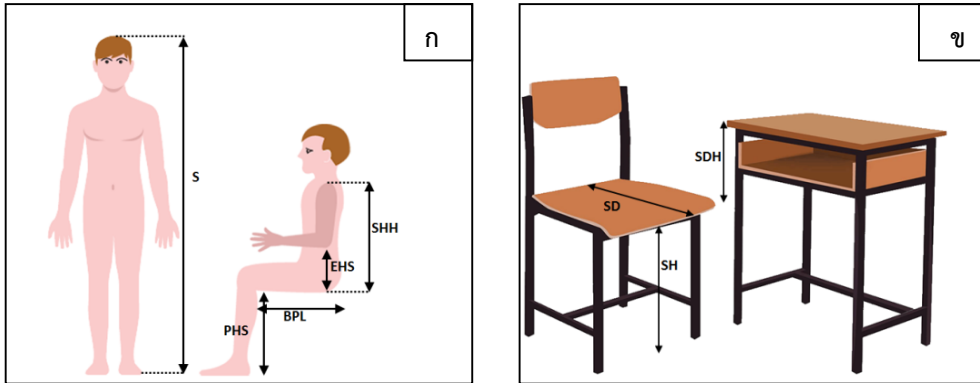
วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาทั้งชายและหญิงในโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 670 คน ที่มีอายุระหว่าง 12-17 ปี โดยวัดความสูงของเด็กจำนวน 670 คน และสุ่มกลุ่มตัวอย่างมา 20 คน เพื่อวัดค่าท่านั่งตามหลักกายศาสตร์จำนวน 5 ค่า ได้แก่ ส่วนสูง (stature; S) ความสูงขาพับ (popliteal height sitting; PHS) ความสูงไหล่ (shoulder height; SHH) ความสูงข้อศอก (elbow height sitting; EHS) และความยาวสะโพกถึงขาพับ (buttock-popliteal length; BPL) ดังภาพที่ 1ก และพิจารณาขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในประเทศไทย โดยแสดงข้อมูลขนาดในมิติที่พิจารณาในการศึกษานี้ ดังแสดงในตารางที่ 1

จากการทบทวนวรรณกรรมขนาดของโต๊ะและเก้าอี้เรียนจะพิจารณาขนาดใน 6 มิติต่าง ๆ (Castellucci et al., 2015) ดังนี้ ความสูงเก้าอี้ (seat height; SH) ความลึกเก้าอี้ (seat depth; SD) ความกว้างเก้าอี้ (seat width; SW) ความสูงขอบบนของโต๊ะ (seat to desk height; SDH) ความสูง

ขอบล่างของโต๊ะ (underneath desk height; UDH) และความสูงพนักพิงหลังเก้าอี้ (upper edge of backrest; UEB) แต่จากข้อมูลขนาดที่พบใน มอก. ของประเทศไทยพบว่าทั้งมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายความกว้างของเก้าอี้มีขนาด 36 เซนติเมตรเท่ากัน ความสูงขอบล่างของโต๊ะมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย (18 และ 19 เซนติเมตร ตามลำดับ) และความสูงของพนักพิงหลังเป็นค่าที่เทียบความเหมาะสมกับสะบักหลังซึ่งระบุตำแหน่งได้ยากและไม่มีการวิจัยใดบอกรายละเอียดของความเหมาะสมได้ (Castellucci et al., 2015) ดังนั้นการแบ่งขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียนจึงพิจารณาเพียงขนาดใน 3 มิติที่เหลือ ดังภาพที่ 1 ข



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการวัดขนาดในมิติต่าง ๆ

ก) สัดส่วนร่างกายตามหลักกายศาสตร์ ข) มิติขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียน

ตารางที่ 1 ขนาดโต๊ะเรียนและเก้าอี้เรียนตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก.1494-2541 และมอก. 1495-2541

มิติ	ระดับขนาด* (ซม.)		
	3	4	5
ความสูงของร่างกายที่ใช้อ้างอิง (S)	137	154	165
ความสูงโต๊ะ (SDH)	60	67	72
ความสูงพนักรองนั่ง (SH)	34	38	42
ความลึกพนักรองนั่ง (SD)	34	38	40

หมายเหตุ *ตาม มอก. โต๊ะเรียนและเก้าอี้เรียน ขนาด 3 สำหรับระดับประถมศึกษาตอนปลาย ขนาด 4 สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ขนาด 5 สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. การสร้างสมการพยากรณ์สัดส่วนท่านั่งด้วยส่วนสูง

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าสัดส่วนความยาวของร่างกายมีความสัมพันธ์กับส่วนสูง (Roebuck et al., 1975, Oyewole et al., 2010) และสัดส่วนความกว้างหรือความหนาของร่างกายมีความสัมพันธ์กับค่าดัชนีมวลกาย (Oyewole et al., 2010) การศึกษานี้จึงใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Linear Regression) ในการหาสมการพยากรณ์สัดส่วนท่านั่งด้วยส่วนสูง โดยการสุ่มเลือกนักเรียน 20 คนของนักเรียนทั้งหมด เพื่อสร้างสมการพยากรณ์ และใช้สมการนี้เพื่อประมาณค่าสัดส่วนท่านั่งจากค่าส่วนสูงของนักเรียนที่เหลือ

3. เปรียบเทียบความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้เรียนในแต่ละแบบ

การแบ่งขนาดโต๊ะและเก้าอี้สำหรับนักเรียนช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจะใช้ขนาดตาม มอก. ของประเทศไทยและใช้การแบ่งขนาดด้วยวิธีการช่วงชั้นละ 2 ขนาด (2-size combination) โดยหาร้อยละการแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งการตรวจสอบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียนแต่ละมิติจะใช้อสมการ (1)-(3) ดังนี้

3.1 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้

ความสูงของเก้าอี้ที่เหมาะสมควรพิจารณาที่ความสูงขาพับ (Parcells et al., 1999) และความสูงของเก้าอี้ควรต่ำกว่าความสูงของขาพับ (popliteal height; PH) เพื่อให้ขาเหยียดออก 5°-30° ในแนวตั้ง (Gouvali & Boudolos, 2006) ดั่งอสมการที่ 1 สำหรับนักเรียนในโรงเรียนรัฐบาลไทย ส่วนใหญ่จะถอดรองเท้าก่อนเข้าห้องเรียน ดังนั้นค่าความสูงรองเท้า (shoe correction; SC) จะเท่ากับ 0

$$(PH+SC) \cos 30^\circ \leq SH \leq (PH+SC) \cos 5^\circ \dots\dots\dots(1)$$

3.2 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความลึกของเก้าอี้

ความลึกของเก้าอี้มีความสัมพันธ์กับความยาวสะโพกถึงขาพับขณะนั่ง ซึ่งความลึกของเก้าอี้ควรน้อยกว่าความยาวสะโพกถึงขาพับเล็กน้อย แต่ก็ต้องไม่น้อยจนเกินไปเพราะการที่เก้าอี้ตื้นเกินไปจะทำให้เกิดอาการกดทับบริเวณต้นขาด้านล่าง ถ้าเก้าอี้ลึกเกินไปจะทำให้ไม่สามารถใช้พนักพิงได้ ซึ่งพนักพิงจะช่วยพยุงและลดอาการปวดเมื่อยบริเวณหลังส่วนล่างได้ ดังนั้น Parcells et al. (1999) แนะนำว่าความลึกควรอยู่ระหว่างร้อยละ 80 ถึง 95 ของความยาวสะโพกถึงขาพับ ดั่งอสมการที่ 2

$$0.80BPL \leq SD \leq 0.95BPL \dots\dots\dots(2)$$

3.3 การตรวจสอบขนาดที่เหมาะสมของความสูงโต๊ะ

ความสูงโต๊ะมีความสัมพันธ์กับความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (Sanders & McCormick, 1993) และ Occhipinti et al., (1985) แนะนำว่าการที่วางแขนไว้บนโต๊ะขณะนั่งจะช่วยลดการรับภาระของกระดูกสันหลัง ตามหลักการยศาสตร์แล้วความสูงของพื้นผิวการทำงานควรอยู่ในระดับเดียวกับความสูงข้อศอกขณะนั่ง ดังนั้น Chaffin & Anderson (1991) ได้แนะนำว่ามุมที่มากที่สุดในการกางออกและงอไปข้างหน้าทำให้เกิดมุมที่หัวไหล่ 25° และ 20° ตามลำดับ จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าน้อยที่สุดคือ ซึ่ง Parcells et al. (1999) ได้เสนอว่าขอบล่างของอสมการควรเป็นความสูงข้อศอกนั่งขอบบนของอสมการควรเป็นผลรวมของระยะความสูงข้อศอกขณะนั่งกับระยะความสูงไหล่ขณะนั่ง ดั่งอสมการที่ 3

$$EHS \leq SDH \leq EHS*0.8517+SHH*0.1483 \dots\dots\dots(3)$$

ผลการวิจัย

1. การเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

จากข้อมูลสัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง 20 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของสัดส่วนทำนั่ง ได้แก่ ความสูงขาพับ (PHS) ความสูงไหล่ (SHH) ความสูงข้อศอก (EHS) ความยาวสะโพกถึงขาพับ (BPL) เท่ากับ 39.67, 57.21, 22.81 และ 45.41 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยส่วนสูงของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย คือ 162.02 และ 163.17 เซนติเมตร ตามลำดับ

โดยใช้การทดสอบ **t-test** พบว่าค่าเฉลี่ยส่วนสูงนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลายไม่แตกต่างกัน

2. การหาสมการพยากรณ์สัดส่วนทำนึ่งด้วยส่วนสูง

จากการนำข้อมูลสัดส่วนทำนึ่งของนักเรียน 20 คนมาสร้างสมการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย ซึ่งเมื่อทดสอบการแจกแจงข้อมูลแบบปกติของส่วนสูงของนักเรียนโดยใช้สถิติทดสอบ **Sapiro-Wilk Test** ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ค่า **Sig.** เท่ากับ 0.096 แสดงว่าส่วนสูงมีการแจกแจงแบบปกติ และมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่น่าเชื่อถือ ดังแสดงสมการในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมการพยากรณ์ค่าสัดส่วนทำนึ่งที่ได้จากวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย

สมการพยากรณ์	ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์ การตัดสินใจ	ค่าเฉลี่ยความคลาด เคลื่อน	ค่าความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน
PHS = 0.347(S) - 16.582	0.943	0.890	0.635	0.79705
SHH = 0.329(S) + 3.842	0.961	0.923	0.388	0.62256
EHS = 0.227(S) - 14.131	0.958	0.918	0.196	0.44232
BPL = 0.252(S) + 4.745	0.855	0.731	0.993	0.99646

3. การเปรียบเทียบความเหมาะสมของโต๊ะและเก้าอี้เรียนในแต่ละแบบ

นำค่าส่วนสูงของนักเรียนที่เหลือ 650 คน มาหาค่าสัดส่วนทำนึ่งโดยใช้สมการพยากรณ์ที่ได้ในข้างต้น และนำไปประเมินความเหมาะสมกับขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียน 3 รูปแบบ คือ แบบที่ 1 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นใช้โต๊ะและเก้าอี้ขนาด 4 และมัธยมศึกษาตอนปลายใช้ขนาด 5 แบบที่ 2 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายใช้ขนาดโต๊ะและเก้าอี้ขนาด 4 จำนวนร้อยละ 90 และขนาด 5 จำนวนร้อยละ 10 และแบบที่ 3 นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นใช้โต๊ะและเก้าอี้ขนาด 3 และขนาด 4 จำนวนร้อยละ 50 ส่วนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายใช้โต๊ะและเก้าอี้ขนาด 3 จำนวนร้อยละ 40 และขนาด 4 จำนวนร้อยละ 60 ดังแสดงในตารางที่ 3

จากการพิจารณาค่าความเหมาะสมระหว่างขนาดโต๊ะและเก้าอี้กับสัดส่วนร่างกายพบว่าการแบ่งกลุ่มขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้กับนักเรียนแบบที่ 3 ให้ร้อยละของค่าความไม่เหมาะสมดีที่สุด โดยพิจารณาจากค่าความสูงของเก้าอี้และความสูงของโต๊ะที่เป็นค่าที่สำคัญมากในลำดับต้น ๆ ของการออกแบบโต๊ะและเก้าอี้เรียน (Castellucci et al., 2010) ซึ่งมีค่าร้อยละของความไม่เหมาะสมของความสูงของเก้าอี้ต่ำเกินไปและสูงเกินไปเท่ากับร้อยละ 7 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และร้อยละ 8 สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความไม่เหมาะสมของความสูงของเก้าอี้ที่ต่ำเกินไปให้ค่าเฉลี่ย คือ 0.80 และ 1.00 เซนติเมตร ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลายตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ไม่ส่งผลกระทบต่อมากนัก และค่าเฉลี่ยความไม่เหมาะสมของความสูงเก้าอี้ที่สูงเกินไปให้ค่าเฉลี่ย คือ 0.80 และ 1.00 เซนติเมตร ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามลำดับ ซึ่งก็เป็นค่าที่ไม่ส่งผลกระทบต่อมากนัก

ส่วนความสูงของโต๊ะเรียน (SDH) นั้นการแบ่งขนาดแบบที่ 3 มีค่าความไม่เหมาะสมต่ำที่สุดคือ ร้อยละ 41 และ 44 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบ่งกลุ่มขนาดของโต๊ะและเก้าอี้เรียนแบบอื่น ๆ โดยมีค่าความสูงโต๊ะสูงเกินไปเฉลี่ย 0.70 และ 0.80 เซนติเมตร ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามลำดับ ซึ่งถือว่าสูงเกินไปเพียงเล็กน้อย ส่วนด้านความลึกของเก้าอี้ (SD)

แม้ว่าแบบที่ 3 มีจำนวนความไม่เหมาะสมมากที่สุด แต่ก็ยังเป็นจำนวนเก้าอี้ที่มีความตื้นเกินไป ซึ่งไม่มีผลกระทบมากเมื่อเทียบกับเก้าอี้ที่มีความลึกมากเกินไป และจากผลการประเมินไม่มีเก้าอี้ที่ลึกเกินไปเลย

ตารางที่ 3 ร้อยละของความเหมาะสมของการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามขนาดโต๊ะและเก้าอี้ของ มอก.

รูปแบบการแบ่งกลุ่ม		แบบที่ 1 (100%)		แบบที่ 2 (90%, 10%)		แบบที่ 3 (50%, 50%), (40%, 60%)	
		ม.ต้น (4)	ม.ปลาย (5)	ม.ต้น (4,5)	ม.ปลาย (4,5)	ม.ต้น (3,4)	ม.ปลาย (3,4)
SH	%Low	6.00	0.00	0.00	0.00	7.00	8.00
	Aver. Low	0.90 ซม.	0.00	0.00	0.00	0.80 ซม.	1.00 ซม.
	Max Low	2.30 ซม.	0.00	0.00	0.00	2.30 ซม.	2.60 ซม.
	%High	30.00	78.00	30.00	26.00	7.00	8.00
	Aver. High	1.20 ซม.	3.20 ซม.	1.20 ซม.	1.00 ซม.	0.80 ซม.	1.00 ซม.
	Max High	3.40 ซม.	7.50 ซม.	3.40 ซม.	3.50 ซม.	2.30 ซม.	2.60 ซม.
SDH	%High	76.00	83.00	76.00	73.00	41.00	44.00
	Aver. High	2.00 ซม.	2.60 ซม.	2.00 ซม.	1.90 ซม.	0.70 ซม.	0.80 ซม.
	Max High	4.60 ซม.	5.70 ซม.	4.60 ซม.	4.70 ซม.	1.60 ซม.	1.70 ซม.
SD	%Shallow	14.00	0.00	4.00	11.00	63.00	60.00
	Aver. Shallow	0.90 ซม.	0.00	0.20 ซม.	0.40 ซม.	1.30 ซม.	1.20 ซม.
	Max Shallow	2.50 ซม.	0.00	0.40 ซม.	0.80 ซม.	2.50 ซม.	2.70 ซม.
	%Deep	0.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Aver. Deep	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00
	Max Deep	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00

อภิปรายผล

การเลือกใช้ข้อมูลเพียง 20 คน ในการสร้างสมการพยากรณ์นั้น แม้ว่าจะไม่แม่นยำนักเมื่อเทียบกับการใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มากกว่า แต่เนื่องจากข้อมูลสัดส่วนทำนองที่ได้ไม่จำเป็นต้องมีความละเอียดแม่นยำเพราะเป็นการประเมินเบื้องต้น และงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการสร้างสมการพยากรณ์ที่ง่ายโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายและให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ซึ่งสามารถทำได้ข้อมูลสัดส่วนทำนองมาเพื่อใช้เปรียบเทียบความเหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียนรูปแบบต่าง ๆ กับสัดส่วนร่างกายของนักเรียนได้ การพิจารณาการแบ่งขนาดเท่าใดจึงจะเหมาะสมกับสัดส่วนร่างกายของนักเรียนนั้นในการศึกษานี้จะดูแนวโน้มจากการกำหนดให้นักเรียนแต่ละช่วงชั้นใช้โต๊ะและเก้าอี้ขนาดเดียวกันก่อน โดยเปรียบเทียบระหว่างใช้ขนาด 4 และ 5 ซึ่งจากผลลัพธ์ทำให้ทราบว่าหากแต่ละระดับช่วงชั้นได้ใช้โต๊ะและเก้าอี้เรียนเพียงขนาดเดียวจะหาค่าความเหมาะสมที่ต่ำ และจากผลการเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละระดับชั้นก็ยังคงแสดงให้เห็นว่าโรงเรียนแห่งนี้มีนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายมีค่าเฉลี่ยความสูงใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงแนะนำวิธีการแบ่งกลุ่มขนาดโต๊ะและเก้าอี้ด้วยการใช้ 2 ขนาดร่วมกันในแต่ละระดับช่วงชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังแสดงในตารางที่ 3

รูปแบบการใช้ขนาดโต๊ะและเก้าอี้แบบที่ 1 นั้นเป็นแบบที่ มอก. ของประเทศไทยกำหนด ซึ่งแสดงความสูงของเก้าอี้ทั้งสูงเกินไปและต่ำเกินไป อีกทั้งความสูงของโต๊ะเรียนมีค่าสูงเกินไปโดยมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการแบ่งขนาดแบบอื่น ส่วนรูปแบบที่ 2 ถูกกำหนดเป็นขนาดที่ใช้กับ

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลายเช่นกัน โดยแต่ละระดับช่วงชั้นใช้ขนาด 4 และ 5 ร่วมกัน เนื่องจากนักเรียนในแต่ละระดับช่วงชั้นมีความสูงเฉลี่ยใกล้เคียงกันและพบว่าขนาดที่กำหนดใน มอก. มีขนาดใหญ่กว่าสัดส่วนของเด็กในโรงเรียนแห่งนี้ จึงกำหนดขนาดโดยใช้ขนาด 4 จำนวน ร้อยละ 90 และใช้ขนาด 5 จำนวน ร้อยละ 10 ส่วนการพิจารณาขนาดโต๊ะและเก้าอี้แบบที่ 3 จะใช้ขนาดโต๊ะและเก้าอี้ 2 ขนาดร่วมกันคือขนาด 3 และ 4 โดยระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นใช้ขนาด 3 จำนวน ร้อยละ 50 และขนาด 4 จำนวน ร้อยละ 50 ส่วนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายใช้ขนาด 3 จำนวน ร้อยละ 40 และขนาด 4 จำนวน ร้อยละ 60 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสัดส่วนนักเรียนมีขนาดเหมาะสมกับโต๊ะและเก้าอี้เรียนขนาดที่ 3 มากกว่าขนาด 5

จากการตรวจสอบค่าความเหมาะสมของขนาดความสูงของโต๊ะเรียนมีความสำคัญมากเมื่อเทียบกับขนาดในมิติอื่น ๆ เนื่องจากหากนักเรียนใช้โต๊ะเรียนที่สูงเกินไปจะทำให้แขนและบ่าถูกยกขึ้นตลอดเวลาและส่งผลกระทบต่อกระดูกสันหลังเกิดการบิดคดได้ เช่น คนที่ถนัดมือขวาจะส่งผลให้ไหล่ขวาสูงกว่าไหล่ซ้าย เป็นต้น ซึ่งสำหรับเด็กที่อยู่ในวัยกำลังจะเจริญเติบโตจะมีผลกระทบต่อร่างกายเมื่อเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ในอนาคต ถึงแม้วิธีการแบ่งขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียนแบบใช้ 2 ขนาดร่วมกันในแต่ละช่วงชั้นจะเป็นวิธีการใหม่ที่น่าเสนอแต่ก็ไม่ได้ให้ค่าความเหมาะสมของความสูงโต๊ะที่สูงมากเท่าใดนัก เนื่องจากโต๊ะเรียนระดับมัธยมศึกษาจะมีช่องเก็บของใต้โต๊ะ ซึ่งหากจะได้ค่าที่มีความเหมาะสมนั้นค่าความสูงของเก้าอี้ควรมีค่าต่ำและความสูงของโต๊ะควรมีค่าสูงจึงจะเกิดช่องว่างเพียงพอที่ขาจะสอดไปใต้โต๊ะได้อย่างสบายซึ่งเป็นไปได้ยาก ดังนั้นขนาดของ มอก. โต๊ะและเก้าอี้เรียนจึงควรมีการพิจารณาเรื่องการออกแบบโต๊ะในลักษณะใหม่ เพราะปัจจุบันนักเรียนไม่นิยมเก็บของไว้ใต้โต๊ะ ควรจัดให้มีลิ้นชักเกอร์สำหรับให้นักเรียนใช้ในการเก็บของจึงจะเหมาะสมกว่า

สรุปผลการวิจัย

การออกแบบโต๊ะและเก้าอี้เรียนโดยปกติควรยึดหลักการออกแบบเพื่อรองรับสำหรับคนส่วนใหญ่นั้นคือควรออกแบบมาให้มีขนาดใหญ่ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90-95 เนื่องจากคนสัดส่วนขนาดเล็กสามารถใช้โต๊ะและเก้าอี้ขนาดใหญ่ได้แต่คนสัดส่วนใหญ่ไม่สามารถใช้โต๊ะและเก้าอี้ที่มีขนาดเล็กได้ อีกทั้งลักษณะการผลิตในอุตสาหกรรมเป็นแบบผลิตทีละมากเป็นผลให้โต๊ะและเก้าอี้เรียนไม่เหมาะสมกับสัดส่วนของนักเรียน การประเมินความไม่เหมาะสมก็ทำได้ยากและใช้เวลานานในการวัดสัดส่วนทำนองนั้นจากการศึกษานี้ได้นำเสนอสมการพยากรณ์ เพื่อนำมาใช้ในการประเมินค่าสัดส่วนทำนอง โดยนำค่าที่วัดได้ง่าย คือ ส่วนสูงไปพยากรณ์ค่าที่วัดได้ยากซึ่งสามารถช่วยประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการวัดสัดส่วน และค่าที่ได้จากการพยากรณ์นี้สามารถนำมาใช้ในการตรวจสอบความไม่เหมาะสมของขนาดโต๊ะและเก้าอี้เรียนที่ใช้ในปัจจุบันได้อีกด้วยอีกทั้งยังเป็นทางเลือกใหม่ให้กับโรงเรียนที่กำลังพิจารณาเลือกขนาดโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมกับสัดส่วนนักเรียนในแต่ละช่วงชั้น โดยการพิจารณาขนาดที่ปรากฏในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมว่าควรใช้ขนาดใด และจำนวนเท่าใดก่อนการตัดสินใจสั่งซื้อจริง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนสนับสนุนในการดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Agha, S.R. & Alnahhal, M.J. (2012). Neural network and multiple linear regression to predict school children dimensions for ergonomic school furniture design. **Applied Ergonomics**, 43(6), 979-984.
- Ashby, P. (1978). **Ergonomics Handbook 1: Human Factors Design Data: Body Size and Strength**. Pretoria: Tute Publication.
- Baharmpour, S., Nazari, J., Dianat, I. & Asgharijafarabadi, M. (2013). Student's body dimensions in relation to classroom furniture. **Health Promotion Perspectives**, 3(2), 165-174.
- Candy, E.A., Farewell, D., Jerosch-Herold, C., Shepstone, L., Watts, R.A. & Stephenson, R.C. (2012). Effect of a high-density foam seating wedge on back pain intensity when used by 14 to 16-year-old school students: a randomised controlled trial. **Physiotherapy**, 98(4), 300-306.
- Castellucci, H.I., Arezes, P.M. & Molenbroek, J.F.M. (2015). Equations for defining the mismatch between students and school furniture: A systematic review. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 48, 117-126.
- Castellucci, H.I., Arezes, P.M. & Viviani, C.A. (2010). Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in Chilean schools. **Applied Ergonomics**, 41(4), 563-568.
- Chaffin, D.B. & Andersson, G. (1991). **Occupational Biomechanics**. New York: Wiley.
- Deros, B.M., Mohamad, D., Ismail, A.R., Soon, O.W., Lee, K.C. & Nordin, M.S. (2009). Recommended chair and work surfaces dimensions of VDT tasks for Malaysian citizens. **European Journal of Scientific Research**, 34(2), 156-167.
- Dianat, I., Karimi, M.A., Asl Hashemi, A. & Baharmpour, S. (2013). Classroom furniture and anthropometric characteristics of Iranian high school students: Proposed dimensions based on anthropometric data. **Applied Ergonomics**, 44(1), 101-108.
- Geldhof, E., Cardon, G., De Bourdeaudhuij, I., Danneels, L., Coorevits, P., Vanderstraeten, G. & De Clercq, D. (2007). Effects of back posture education on elementary schoolchildren's back function. **European Spine Journal**, 16(6), 829-839.
- Gouvali, M.K. & Boudolos, K. (2006). Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. **Applied Ergonomics**, 37(6), 765-773.
- Grimes, P. & Legg, S. (2004). Musculoskeletal Disorders (MSD) in school students as a risk factor for adult MSD: A review of the multiple factors affecting posture, comfort and health in classroom environments. **Journal of the Human-Environment System**, 7(1), 1-9.
- Habibi, E., Asaadi, Z. & Hosseini, S.M. (2011). Proportion of elementary school pupils' anthropometric characteristics with dimensions of classroom furniture in Isfahan, Iran. **Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences**, 16(1), 98-104.
- Hafezi, R., Mirmohammadi, S., Mehrparvar, A. & Akbari, H. (2010). An analysis of anthropometric data on Iranian primary school children. **Iranian Journal of Public Health**, 39(4), 78-86.
- Hoque, A.S. M., Parvez, M.S., Halder, P.K. & Szecsi, T. (2014). Ergonomic design of classroom furniture for university students of Bangladesh. **Journal of Industrial and Production Engineering**, 31(5), 239-252.
- Kafuku Johh, A.J.A. (2015). Anthropometric data for tanzania's primary school furniture design. **Engineering and Applied Sciences**, 10(2), 890-895.
- Macedo, A.C., Morais, A.V., Martins, H.F., Martins, J.C., Pais, S.M. & Mayan, O.S. (2015). Match between classroom dimensions and students' anthropometry: Re-equipment according to european educational furniture standard. **Human Factors**, 57(1), 48-60.

- Mohamed Thariq, M.G., Munasinghe, H.P. & Abeysekara, J.D. (2010). Designing chairs with mounted desktop for university students: Ergonomics and comfort. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 40(1), 8-18.
- Murphy, S., Buckle, P. & Stubbs, D. (2007). A cross-sectional study of self-reported back and neck pain among English schoolchildren and associated physical and psychological risk factors. **Applied Ergonomics**, 38(6), 797-804.
- Occhipinti, E., Colombini, D., Frigo, C., Pedotti, A. & Grieco, A. (1985). Sitting posture: analysis of lumbar stresses with upper limbs supported. **Ergonomics**, 28(9), 1333-1346.
- Oyewole, S.A., Haight, J.M. & Freivalds, A. (2010). The ergonomic design of classroom furniture/computer work station for first graders in the elementary school. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 40(4), 437-447.
- Panagiotopoulou, G., Christoulas, K., Papanckolaou, A. & Mandroukas, K. (2004). Classroom furniture dimensions and anthropometric measures in primary school. **Applied Ergonomics**, 35(2), 121-128.
- Parcells, C., Stommel, M. & Hubbard, R.P. (1999). Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: Empirical findings and health implications. **Journal of Adolescent Health**, 24(4), 265-273.
- Robinette, K. M., Daanen, H. & Paquet, E. (1999). **The Caesar Project: A 3D Surface Anthropometry Survey**. In B. Werner (Ed.). Proceedings of the second international conference on 3D digital imaging and modeling, 1,380-1,386.
- Roebuck, J.A., Kroemer, K.H.E. & Thomson, W.G. (1975). **Engineering Anthropometry Methods**. New York: Wiley.
- Sanders, M.S. & McCormick, E.J. (1993). **Human Factors in Engineering and Design**. New York: McGraw-Hill.
- Yeats, B. (1997). Factors that may influence the postural health of schoolchildren (K-12). **Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation**, 9(1), 45-55.