

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Variance analysis) จากการทดลองพบความสัมพันธ์ต่างๆที่มีผลต่อแรง F_c (แรงกดอัดบนหมอนรองกระดูกที่ L5/S1) ดังนี้คือ ผลของปัจจัยหลัก (Main effect) ปัจจัยของความสูงของมือจับ ปัจจัยของท่าทางการทำงาน ผลของปัจจัยร่วม (Interaction effect) คือ ปัจจัยของความสูงของมือจับร่วมกับปัจจัยของท่าทางการทำงาน

5.1 ผลของปัจจัยกับแรงกดอัดบนหมอนรองกระดูกที่ L5/S1

5.1.1 ปัจจัยเรื่องความสูงของมือจับในการปฏิบัติงาน (Hand high level)

จากการทดลองพบว่า ที่ระยะมือจับยิ่งสูงขึ้นไป แรงกดอัดที่หมอนรองกระดูกเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ระดับของมือจับยึดที่ระดับสะโพกแรงกดอัดบนหมอนรองกระดูกที่ L5/S1 พบว่ามีแรงกดอัดต่ำกว่า 2400 นิวตัน ที่ระดับข้อศอกมีแรงกดอัดบนหมอนรองกระดูกที่ L5/S1 ประมาณ 2950 นิวตัน และที่ส่งผลชัดเจนคือ ที่ระดับ หัวไหล่ มีแรงกดอัดบนหมอนรองกระดูกที่ L5/S1 มากกว่า 3600 นิวตัน

ความสัมพันธ์ของปัจจัยกับท่าทางในการปฏิบัติงาน (Posture) พบว่า การปฏิบัติงานที่ท่าบังคับจะส่งผลต่อการเกิดแรงกดอัดที่ L5/S1 น้อยกว่า 2400 นิวตัน หากใช้ท่าทางการปฏิบัติงานตามความต้องการที่ผู้ทดลองเลือกเอง พบว่ามีแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูก ประมาณ 3900 นิวตัน

ผลของปัจจัยร่วม (Interaction effect) ระหว่าง ความสูงของมือจับในการปฏิบัติงานกับท่าทางในการปฏิบัติงานส่งผลร่วมกันต่อแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูก อย่างมีนัยสำคัญ

ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานและชนิดของมือจับ ไม่มีนัยสำคัญต่อแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูก L5/S1

5.2 ผลของปัจจัยความสูงของมือจับกับ สัญญาณ EMG ของกล้ามเนื้อ

สำหรับกรณีการปฏิบัติงานที่ตำแหน่งมือจับยึดระดับสูง จะได้สัญญาณ EMG ของกล้ามเนื้อ สูงกว่าตำแหน่งของมือจับยึดที่ระดับต่ำ พิจารณา ตามมัดกล้ามเนื้อดังต่อไปนี้

ช่องสัญญาณที่ 1 กลุ่มกล้ามเนื้อ Trapezius บริเวณไหล่ ด้านขวา สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงประมาณ 600 ไมโครโวลต์ ระดับข้อศอกประมาณ 320 ไมโครโวลต์ขณะที่ระดับสะโพกประมาณ 300 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 2 กลุ่มกล้ามเนื้อ Trapezius บริเวณไหล่ ด้านซ้าย สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงประมาณ 540 ไมโครโวลต์ ระดับข้อศอกประมาณ 320 ไมโครโวลต์ขณะที่ระดับสะโพกประมาณ 270 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 3 กลุ่มกล้ามเนื้อ Erector spinae บริเวณหลัง ด้านขวาใกล้ๆ ตำแหน่ง L5/S1 สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูง (สะโพก) ประมาณ 100 ไมโครโวลต์ ระดับข้อศอกประมาณ 70 ไมโครโวลต์ ระดับสะโพกประมาณ 20 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 4 กลุ่มกล้ามเนื้อ Erector spinae บริเวณหลัง ด้านซ้ายใกล้ๆ ตำแหน่ง L5/S1 สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูง (สะโพก) ประมาณ 110 ไมโครโวลต์ ระดับข้อศอกประมาณ 90 ไมโครโวลต์ ระดับสะโพกประมาณ 30 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 5 กลุ่มกล้ามเนื้อ Rectus abdominis บริเวณหน้าท้องด้านซ้าย กรณีนี้ไม่มีนัยสำคัญจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ช่องสัญญาณที่ 6 กลุ่มกล้ามเนื้อ Rectus abdominis บริเวณหน้าท้องด้านขวา สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูง (หัวไหล่) ประมาณ 45 ไมโครโวลต์ ระดับข้อศอกประมาณ 19 ไมโครโวลต์ ระดับสะโพกประมาณ 15 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 7 กลุ่มกล้ามเนื้อ Biceps femoris ด้านขวา สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูง (สะโพก) ประมาณ 120 ไมโครโวลต์ ระดับข้อศอกประมาณ 80 ไมโครโวลต์ ระดับหัวไหล่ประมาณ 20 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 8 กลุ่มกล้ามเนื้อ Biceps femoris ด้านซ้าย สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูง (สะโพก) ประมาณ 43 ไมโครโวลต์ ระดับข้อศอกประมาณ 80 ไมโครโวลต์ ระดับหัวไหล่ประมาณ 13 ไมโครโวลต์

สรุปได้ดังนี้ ช่องสัญญาณที่ 1, 2 และ 6 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีทิศทางลาดชันไปทางขวามือแสดงว่าการตำแหน่งมือจับที่ระดับสูง หัวไหล่จะให้ค่า EMG มากกว่าที่ระดับต่ำ

ช่องสัญญาณที่ 3, 4, 7 และ 8 กราฟที่ได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีทิศทางลาดชันไปทางซ้ายมือ แสดงว่าการตำแหน่งมือจับที่ระดับต่ำ คือ สะโพกจะให้ค่า EMG มากกว่าที่ระดับสูง

การสรุปผลทางการยศาสตร์ แสดงว่า ท่าทางการทำงานให้ผลความแตกต่างของสัญญาณ EMG อย่างชัดเจน ไม่ว่าจะกราฟนั้น จะลาดชันไปทิศทางใด พบว่า ช่องสัญญาณที่ 1 และ 2 ให้ค่า EMG มากที่สุด คือการทำงานที่ตำแหน่งมือจับระดับสูง ให้ค่า EMG มากกว่าระดับต่ำ

กล้ามเนื้อ Erector spinae ทั้งทางขวาและซ้ายจะให้ผลลัพธ์ของ EMG ใกล้เคียงกันมาก แสดงว่า งานผลึก Erector spinae จะออกแรง เกือบเท่ากันทั้งสองด้าน

กล้ามเนื้อ Rectus abdominis ให้ค่าสัญญาณ EMG ต่ำสุดกว่ากล้ามเนื้ออกกลุ่มอื่นๆ แสดงว่า งานผลึก กล้ามเนื้ออกกลุ่มนี้ ใช้งานน้อยมาก และที่สำคัญ ในช่องสัญญาณที่ 5 คือ Rectus abdominis บริเวณหน้าท้องด้านซ้าย ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปได้ว่า การจัดทำทางการทำงานวางตำแหน่งขาซ้ายนำหน้าในงานผลึก ทำให้กล้ามเนื้อหน้าท้องด้านซ้ายส่งสัญญาณ EMG ต่ำมากจนไม่มีนัยสำคัญ

กล้ามเนื้อ Biceps femoris ทางขวาสำหรับการทำงานที่ระดับสะโพก จะมีค่า EMG มากกว่าทางซ้ายประมาณ 4 เท่า ส่วนระดับอื่นนั้นค่าใกล้เคียงกัน สรุปได้ว่า ท่าทางการวางตำแหน่งขา มีส่วนสำคัญมาก ขาที่นำหน้า จะให้ผล EMG น้อยกว่า ขาหลังที่ส่งแรงค้ำยันกันการลื่นไถล อย่างชัดเจน

5.3 ผลของปัจจัยท่าทางการปฏิบัติงานของมือจับกับ สัญญาณ EMG ของกล้ามเนื้อ

ช่องสัญญาณที่ 7 กลุ่มกล้ามเนื้อ Biceps femoris ด้านขวา สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูง สำหรับท่าบังคับประมาณ 80 ไมโครโวลต์ ท่าอิสระประมาณ 50 ไมโครโวลต์

5.4 ผลของการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย One-way ANOVA สำหรับ F_p/F_c

การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ของอัตราส่วนระหว่าง แรงผลักต่อแรงกดที่หมอนรองกระดูกที่ L5/S1 เปรียบเหมือนการได้เปรียบเชิงกล เมื่ออัตราส่วนระหว่าง F_p/F_c มีค่ามากที่สุด คือ ออกแรงผลักมากแต่แรงกดที่หมอนรองกระดูกน้อย แสดงว่า ออกแรงผลักได้มากและมีความปลอดภัยสูงภายใต้ปัจจัยตัวแปรทุกปัจจัย (ส.ป.ส. แรงเสียดทาน ท่าทางการทำงาน ระดับความสูงและชนิดของมือจับ)

สรุปได้ดังนี้ (หน่วยของ F_p/F_c เป็นนิวตัน)

การทำงานที่ระดับหัวไหล่ ภายใต้ปัจจัยตัวแปรทุกปัจจัย ให้อัตราส่วน F_p/F_c ค่อนข้างต่ำหากเปรียบเทียบกับการทำงานที่ระดับอื่น ค่าต่ำสุดคือ F_p/F_c เท่ากับ 0.06745 และสูงสุดคือ F_p/F_c เท่ากับ 0.08332

การทำงานที่ระดับข้อศอก ภายใต้ปัจจัยตัวแปรทุกปัจจัย ให้อัตราส่วน F_p/F_c สูงกว่าระดับหัวไหล่ ค่าต่ำสุดคือ F_p/F_c เท่ากับ 0.13332 และสูงสุดคือ F_p/F_c เท่ากับ 0.15646

การทำงานที่ระดับสะโพก ภายใต้ปัจจัยตัวแปรทุกปัจจัย ให้อัตราส่วน F_p/F_c สูงกว่าระดับข้อศอก ค่าต่ำสุดคือ F_p/F_c เท่ากับ 0.15022 และสูงสุดคือ F_p/F_c เท่ากับ 0.21774

สรุปได้ว่า การทำงานที่ระดับหัวไหล่ จะมีแรงกดที่หมอนรองกระดูกมากกว่า ระดับข้อศอกและสะโพก ตามลำดับ การเลือกการทำงานภายใต้ปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดและให้ การได้เปรียบทางกลสูงแต่ปลอดภัย คือ F_p/F_c เท่ากับ 0.21774 แสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงอัตราส่วนของ F_p/F_c

Hand high	Coeff-of friction	Posture	Handle type	Ratio of F_p/F_c (N)
Shoulder	< 0.3	P_2	Vertical	$F_p/F_c = 0.06745$
	>0.6	P_1	Horizontal	$F_p/F_c = 0.08332$
Elbow	< 0.3	P_2	Horizontal	$F_p/F_c = 0.13332$
	>0.6	P_1	Horizontal	$F_p/F_c = 0.15646$
Hip	>0.6	P_1	Horizontal	$F_p/F_c = 0.15022$
		P_2	Vertical	$F_p/F_c = 0.21774$

5.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย One-way ANOVA ของ F_p

การวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าเฉลี่ย ของ แรงผลัก (F_p) สรุปได้ดังนี้ (หน่วยของ F_p เป็น นิวตัน)

การทำงานที่ระดับหัวไหล่ ภายใต้ปัจจัยตัวแปรทุกปัจจัย ได้ค่า F_p ต่ำสุดเท่ากับ 196.6 และ F_p สูงสุดเท่ากับ 351.9 นิวตัน

การทำงานที่ระดับข้อศอกภายใต้ปัจจัยตัวแปรทุกปัจจัย ได้ค่า F_p ต่ำสุดเท่ากับ 295.4 และ F_p สูงสุดเท่ากับ 664.3 นิวตัน

การทำงานที่ระดับสะโพก ภายใต้ปัจจัยตัวแปรทุกปัจจัย ได้ค่า F_p ต่ำสุดเท่ากับ 254.9 และ F_p สูงสุดเท่ากับ 677.8 นิวตัน

สรุปได้ว่า การทำงานภายใต้ปัจจัยต่างๆ ตามตารางที่ 5.2 เหมาะสมที่สุดในแต่ละระดับของมัน ค่าที่น้อยเป็นค่าที่ให้แรงน้อย ค่าที่มากเป็นค่าที่ให้แรงมาก

ตารางที่ 5.2 แสดงค่า (F_p) ภายใต้ปัจจัยต่างๆ

Hand high	Coeff-of friction	Posture	Handle type	F_p (N)
Shoulder	< 0.3	P_1	Vertical	$F_p = 196.6$
	>0.6	P_2	Horizontal	$F_p = 351.9$
Elbow	< 0.3	P_1	Vertical	$F_p = 295.4$
	>0.6	P_2	Vertical	$F_p = 664.3$
Hip	>0.6	P_1	Horizontal	$F_p = 254.9$
		P_2	Vertical	$F_p = 677.8$

5.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย General Linear Model ของ F_p

5.6.1 ผลของความสัมพันธ์ระหว่าง F_p กับปัจจัยหลัก (Main effect)

คือ ระดับความสูงของมือจับ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานและท่าทางการทำงาน มีผลโดยตรงต่อการออกแรงผลกอย่างมีนัยสำคัญ

5.6.2 ผลของความสัมพันธ์ระหว่าง F_p กับปัจจัยร่วม (Interaction effect)

คือ ระดับความสูงของมือจับกับท่าทางการทำงาน ระดับความสูงของมือจับกับลักษณะรูปทรงของมือจับ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานกับท่าทางการทำงาน ทั้ง 3 ประเด็นของ F_p กับปัจจัยร่วม (Interaction effect) มีผลโดยตรงต่อการออกแรงผลกอย่างมีนัยสำคัญ

5.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย One-way ANOVAของความสัมพันธ์ระหว่าง F_c กับปัจจัย

การวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าเฉลี่ย ของ แรงกดที่ L5/S1 (F_c) สรุปได้ดังนี้ (หน่วยของ F_c เป็นนิวตัน)

แรงกดสูงสุดที่หมอนรองกระดูก L5/S1= 4838.6 นิวตัน

แรงกดต่ำสุดที่หมอนรองกระดูก L5/S1= 1590.5 นิวตัน

สรุปรวมได้ว่า การทำงานภายใต้ปัจจัยต่างๆ ตามตารางที่ จะให้ค่าแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูก L5/S1 เป็นค่าที่สูงสุดและต่ำสุดดังนี้ แสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการวิเคราะห์ของความสัมพันธ์ระหว่าง F_c กับปัจจัย

Hand high	Coeff-of friction	Posture	Handle type	F_c (N)
Shoulder	< 0.3	P_2	Horizontal	F_c (Max) = 4838.6
Hip	>0.6	P_1	Vertical	F_c (Min) = 1590.5

5.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย One-way ANOVA ของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยกับสัญญาณ EMG ของกล้ามเนื้อ ช่องสัญญาณที่ 1-8

การวิเคราะห์ทางสถิติด้วย One-way ANOVA สรุปเป็นตารางได้ดังนี้

ช่องสัญญาณที่ 1 กลุ่มกล้ามเนื้อ Trapezius บริเวณไหล่ ด้านขวา สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงสุดเท่ากับ 716.8 ไมโครโวลต์ และระดับต่ำที่สุด = 218.8 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 2 กลุ่มกล้ามเนื้อ Trapezius บริเวณไหล่ ด้านซ้าย สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงสุด = 602.0 ไมโครโวลต์ และระดับต่ำที่สุด เท่ากับ 185.0 ไมโครโวลต์ แสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 แสดงค่า EMG ของกลุ่มกล้ามเนื้อ Trapezius

Hand high	Coeff-of friction	Posture	Handle type	EMG Average (Micro volt)			
				Channel 1		Channel 2	
				Max	Min	Max	Min
Shoulder	>0.6	P ₁	Horizontal	716.8		-	-
Hip	>0.6	P ₁	Vertical		218.8	-	-
Shoulder	< 0.3	P ₁	Vertical	-	-	602.0	
Hip	>0.6	P ₁	Vertical	-	-	-	185.0

ช่องสัญญาณที่ 3 กลุ่มกล้ามเนื้อ Erector spinae บริเวณหลัง ด้านขวา ไกลๆ ตำแหน่ง L5/S1 สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงสุดเท่ากับ 121.70 ไมโครโวลต์ และระดับต่ำที่สุดเท่ากับ 18.70 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 4 กลุ่มกล้ามเนื้อ Erector spinae บริเวณหลัง ด้านซ้าย ไกลๆ ตำแหน่ง L5/S1 สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงสุด เท่ากับ 135.70 ไมโครโวลต์ และระดับต่ำที่สุด เท่ากับ 25.30 ไมโครโวลต์ แสดงในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงค่า EMG ของกลุ่มกล้ามเนื้อ Erector spinae

Hand high	Coeff-of friction	Posture	Handle type	EMG Average (Micro volt)			
				Channel 3		Channel 4	
				Max	Min	Max	Min
Hip	< 0.3	P ₂	Horizontal	121.70		-	-
Shoulder	>0.6	P ₁	Horizontal		18.70	-	-
Hip	< 0.3	P ₂	Horizontal	-	-	135.70	
Shoulder	< 0.3	P ₂	Vertical	-	-	-	25.30

ช่องสัญญาณที่ 5 กลุ่มกล้ามเนื้อ Rectus abdominis บริเวณหน้าท้องด้านซ้าย สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงสุดเท่ากับ 63.80 ไมโครโวลต์ และระดับต่ำที่สุดเท่ากับ 12.10 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 6 กลุ่มกล้ามเนื้อ Rectus abdominis บริเวณหน้าท้องด้านขวา สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงสุดเท่ากับ 58.20 ไมโครโวลต์ และระดับต่ำที่สุดเท่ากับ 12.60 ไมโครโวลต์แสดงในตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 แสดงค่า EMG ของกลุ่มกล้ามเนื้อ Rectus abdominis

Hand high	Coeff-o friction	Posture	Handle type	EMG Average (Micro volt)			
				Channel 5		Channel 6	
				Max	Min	Max	Min
Shoulder	>0.6	P ₁	Horizontal	63.80		-	-
Hip	>0.6	P ₂	Horizontal		12.10	-	-
Shoulder	>0.6	P ₁	Horizontal	-	-	58.20	
Shoulder	< 0.3	P ₂	Vertical	-	-	-	12.60

ช่องสัญญาณที่ 7 กลุ่มกล้ามเนื้อ Biceps femoris ด้านขวา สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงสุดเท่ากับ 130.90 ไมโครโวลต์ และระดับต่ำที่สุดเท่ากับ 17.40 ไมโครโวลต์

ช่องสัญญาณที่ 8 กลุ่มกล้ามเนื้อ Biceps femoris ด้านซ้าย สัญญาณ EMG มีค่าเฉลี่ยที่ระดับสูงที่สุดเท่ากับ 70.00 ไมโครโวลต์ และระดับต่ำที่สุด เท่ากับ 8.60 ไมโครโวลต์ แสดงในตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 แสดงค่า EMG ของกลุ่มกล้ามเนื้อ Biceps femoris

Hand high	Coeff-o friction	Posture	Handle type	EMG Average (Micro volt)			
				Channel 7		Channel 8	
				Max	Min	Max	Min
Hip	>0.6	P ₁	Vertical	130.90		-	-
Shoulder	< 0.3	P ₁	Horizontal		17.40	-	-
Hip	>0.6	P ₂	Horizontal	-	-	70.00	
Shoulder	>0.6	P ₂	Horizontal	-	-	-	8.60

5.9 เกณฑ์ของความปลอดภัยสำหรับแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูก L5/S1 ในงานผลึก

NIOSH ได้แนะนำขีดจำกัดของการทำงานแบบยกที่ปลอดภัยซึ่งสามารถนำมาใช้กับงานผลึกได้ ในขีดจำกัดเดียวกัน คือแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูกต้องมีขีดจำกัด ที่ 2 ระดับ คือ AL (Action Limit) เท่ากับ 3400 นิวตัน และ MPL (Maximal Permissible Limit) เท่ากับ 6400 นิวตัน หมายความว่า

กรณีทำงานผลึกมี แรงแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูก ต่ำกว่า AL ถือว่างานที่ปฏิบัตินั้นปลอดภัย

กรณีทำงานผลึกมี แรงแรงกดอัดที่หมอนรองกระดูก สูงกว่า MPL ถือว่างานที่ปฏิบัติ นั้นไม่ปลอดภัย มีอัตราเสี่ยงที่ควรหลีกเลี่ยง

จาก ผลการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย One-way ANOVA ของความสัมพันธ์ระหว่าง F_c กับปัจจัยทั้งหมด พบว่า แรงกดอัดที่เกิดขึ้นที่หมอนรองกระดูก L5/S1 สรุปได้ดังนี้ (หน่วยของ F_c เป็นนิวตัน)

แรงกดสูงสุดที่หมอนรองกระดูก L5/S1= 4838.6 นิวตัน

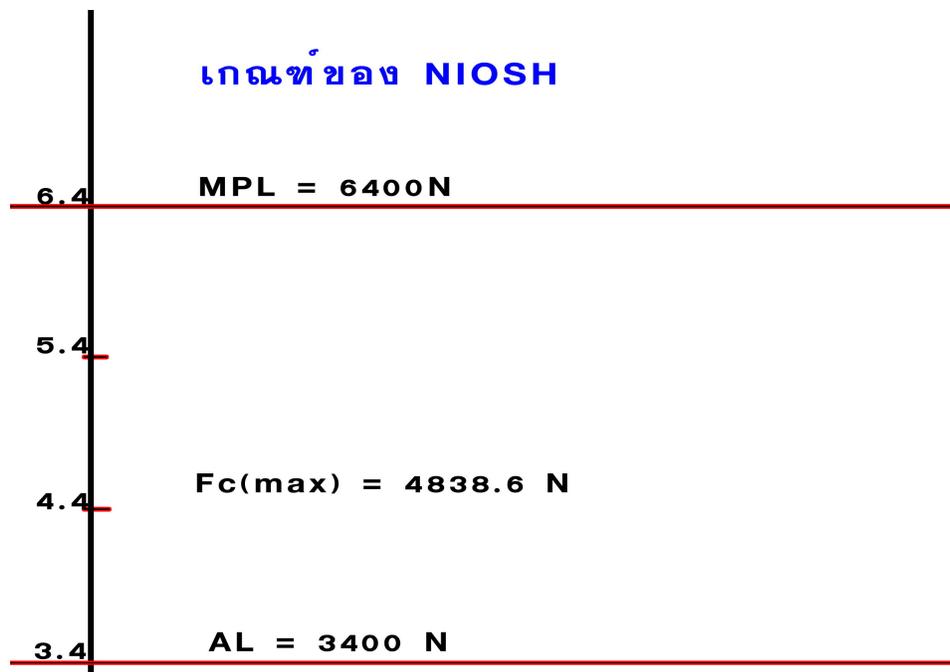
แรงกดต่ำสุดที่หมอนรองกระดูก L5/S1= 1590.5 นิวตัน

แสดงในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 แสดงค่าของแรงกดที่หมอนรองกระดูก L5/S1 ภายใต้ปัจจัยในการทดลอง

Hand high	Coeff-of friction	Posture	Handle type	F_c (N)
Shoulder	< 0.3	P_2	Horizontal	F_c (Max) = 4838.6
Hip	> 0.6	P_1	Vertical	F_c (Min) = 1590.5

การทำงานผลักควรหลีกเลี่ยง ทำอิสระที่ระดับหัวไหล่ เพราะให้ค่า F_c (Max) เท่ากับ 4838.6 นิวตัน มากกว่า AL ของ NIOSH ที่กำหนดไว้คือ 3400 นิวตัน แม้ยังไม่ถึงระดับ MPL ก็ถือว่ามีความเสี่ยงต่ออาการบาดเจ็บได้



ภาพที่ 5.1 แสดงเกณฑ์ของระดับ AL และ MPL ของ NIOSH



ภาพที่ 5.2 ท่าที่ให้ F_C (Max) = 4838.6 N ให้ $F_p/F_C = 0.07171$ และให้ $F_p = 337.2$ N



ภาพที่ 5.3 ท่าที่ให้ F_C (Min) = 1590.5 N ให้ $F_p/F_C = 0.2177$ และให้ $F_p = 677.8$ N

5.10 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

จากการออกแบบการทดลองทั้งหมดพบว่า การควบคุมปัจจัยนั้นต้องรอบคอบเป็นอย่างมาก เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆต้องมีความพร้อม รวมทั้งควรนำผลของงานวิจัยฉบับนี้ ไปศึกษากรณีเปรียบเทียบกับอื่นได้ เช่น งานดึงหรืองานลาก (Pulling task) หรือ การศึกษาสัญญาณทางไฟฟ้า EMG กับกล้ามเนื้อกลุ่มอื่นๆเพิ่มเติม ที่นับว่าจะเกิดประโยชน์ ต่อการศึกษาในเชิงลึกรวมทั้งเป็นประโยชน์ต่องานออกแบบทางด้านการยศาสตร์ รวมทั้งนำผลการวิจัยไปออกแบบสถานที่ทำงานหรือชั้นวางของที่จำเป็นต้องมีงานผลัดในระดับสูง รวมทั้ง ออกแบบสถานที่ทำงานในที่คับแคบที่จำเป็นต้องใช้มือ ในงานผลัด และสามารถนำไปประยุกต์ รถเข็นที่ต้องทำงานด้วยมือเพื่อให้การทำงานมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น