รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. สถิติแรงงาน, 2533.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. สถิติแรงงาน, 2534.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. สถิติแรงงาน, 2535.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. สถิติแรงงาน, 2536.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. สถิติแรงงาน, 2537.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. สถิติแรงงาน, 2538.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. รายงานผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการประสบอันตรายเนื่องจากการทำงาน, 2533.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. รายงานผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการประสบอันตรายเนื่องจากการทำงาน, 2534.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. รายงานผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการประสบอันตรายเนื่องจากการทำงาน, 2535.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. รายงานผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการประสบอันตรายเนื่องจากการทำงาน, 2536.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. รายงานผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการประสบอันตรายเนื่องจากการทำงาน, 2537.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. รายงานผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการประสบอันตรายเนื่องจากการทำงาน, 2538.

กองวิชาการและวางแผน, กรมแรงงาน. รายงานผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลสถิติการประสบอันตรายเนื่องจากการทำงาน, 2539.

กิตติ อินทรานนท์ และคณะ. สัดส่วนร่างกาย และความสามารถสูงสุดในการทำงานของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

งามจิตต์ บริบาลบุรีภัณฑ์ . ความต้องการใช้พลังงาน และความสามารถสูงสุดในการทำงาน : กรณีศึกษาของพนักงานหล่อโลหะ . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ตริฉัตร จำปาวัลย์ . ขีดจำกัดสูงสุดของการยกที่ยอมรับได้ในระราบหน้า – หลัง . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2531.

นภิต อินทร์จันทร์ . ขีดจำกัดสูงสุดของการยกของที่ยอมรับได้ในระนาบหน้า-หลัง สำหรับคนงานหญิง . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมจัดการอุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540.

พวงแก้ว วิวัฒเจษฎาวุฒิ . การศึกษาเปรียบเทียบแรงหลังและอาการเมื่อยล้าในพยาบาลจากการยกผู้ป่วยในเตียงสองวิธี . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล , 2530.

อนรรฆพล เวียงพล และกิตติ อินทรานนท์ . การประเมินปริมาณการใช้ออกซิเจนเป็นดัชนีของสรีรวิทยาในการทำงาน ,การประชุมทางวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2541 . หน้า 257 - 262 .

ภาษาอังกฤษ

Anderson, Monica. and Malik, S.L. Biomechanical evaluation of five lifting technique, Applied Ergonomics . 17 (1986): pp. 2 – 8.

Ayoub, M.M. Lifting Capacity of Workers. J. Human Ergol. 6(1977): pp. 187 - 192.

Ayoub, M.M, et al. Development of Strength and Capacity Norms for Manual Material Handling Activities : The State of Art, Human Factors. 22(1980): pp.271 - 283.

Ayoub, M.M. What Criteria Exist for Determining How much Load Can be Lifted Safety?, Human Factors. 22(1980): pp.475 - 486.

Ayoub, M.M. Modeling in Manual Material Handling, Proceeding Ergonomics for Productivity and Safe Work . 1994: pp. 66 – 71.

Bink , B. Additional studies on Physical Working capacity in relation to working time and age , Proceeding of Second International Congress on Ergonomics . Dortmund , 1964.

Buckle , P.W. , Stubbs , D.A. , Randle , I.P.M. and Nicholson , A.S. Limitation in the application of material handling guideline , Ergonomics . 35(1992): pp. 955 – 964 .

Ciriello,V.M., Snook, S.H., Blick, A.C. and Wilkinson, P.L. The effects of task duration on psychophysically – determined maximum acceptable weights and forces, Ergonomics . 33(1990): pp. 187 – 200.

Eie, N. Load capacity of the low back, Journal of Osla City Hospitals . 16(1966): pp. 75 – 98.

Fernandez , Jeffrey E. , Ayoub , M.M. , Smith , James L. Psychophysical Lifting Capacity over extended periods , Ergonomics . 34(1991): pp. 23 – 32.

Garg, Arun . Container Characteristics and Maximum Acceptable Weight of Lift, Human Factors . 22(1980): pp.487 - 495.

Jiang, B.C. and Smith, J.L. The comparison of stressfulness of materials handling activities, Trends in Ergonomics/ Human Factor II . 1985: pp. 577 – 589.

Jiang, B.C. and Ayoub, M.M. Psychophysical modeling for combined manual materials handling activitits, Ergonomics . 29(1986): pp. 1173 – 1190.

Karwowski, Weldemar . Validation of a fuzzy set model for the assessment of human operator response to manual lifting task, Proceeding of the Human Factors Society-28th Annual Meeting . 1984: pp.408 - 412.

Karwowski, Weldemar, *et al* . Discriminability of Load heaviness : implication for the psychophysical approach to manual lifting , Ergonomics . 35(1992): pp. 729 – 744.

Kroemer , K.H.E. Ergonomics : how to design for ease and efficiency . Prentice Hall, 1994.

Legg , S.J. and Myles , W.S. Maximum acceptable repetitive lifting work loads for an 8 hourwork day using phychological and subjective rating method , Ergonomics . 24(1981): pp. 907 – 916.

Mital , Anil and Karwowski , Weldemar . Acceptable Lifting Capacity of Industrial workers for Symmetrical and Asymmetrical Manual Lifting , Designing for Everyone . 1991: pp. 72 – 74 .

Mittal , Monica . and Malik , S.L. Biomechanical evaluation of Lift postures in adult Koli Female labourers , Ergonomics . 34 (1991): pp. 103 – 108.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) . Work Practices Guide for Manual lifting . 1981.

Queinnec , Y. and Daniellou , F. Designing for Everyone . Taylor & Francis , 1991.

Shoaf, Christine, et al. Comprehensive manual handling limits for lowering, pushing, pulling and carrying activities, Ergonomics . 40(1997): pp.1183 - 1200.

Snook, Stover H. and Ciriello,Vincent M . The design of manual handling tasks: revised tables of Maximum Acceptable Weights and forces ,Ergonomics . 34(1991):pp.1197 - 1213.

Straker, L.M., et al. A comparison of risk assessment of single and combination manual handling tasks: 1. Maximum Acceptable Weight measures, Ergonomics . 39(1996): pp.128 - 140.

Taboun, S. and Dutta, S.P. Prediction models for combined tasks in manual materials handling, Proceeding of the 1984 International conference on Occupational Ergonomics . 1984: pp. 551 – 555.

Winter, D.A. Biomechanics of Human Movement . NY: John Wiley, 1930.

Yogonandan, N., Ray,G., Pintar, F.,Myklebust, J.B. and Sances, A.,Jr. Stiffness and strain energy criteria to evaluate the threshold of injury to an interverteblal joint, Journal of Biomechanics . 22(1989): pp.135 – 142.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

แสดงแบบฟอร์มที่ใช้ในงานวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก. 1

การวัดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ชื่อ.....นามสกุล..... อายุ.....ปี

วันที่.....

หมวด	ครั้งที่ 1 (ซ.ม.)	ครั้งที่ 2 (ซ.ม.)
1. ความสูง		
2. ความสูงคอ		
3. ความสูงตา		
4. ความสูงปุ่มหัวไหล่		
5. ความสูงเอว		
6. ความสูงขณะคุกเข่า		
7. ความสูงขณะเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ		
8. ระยะระหว่างแขนทั้งสองข้างขณะเหยียดขึ้นเหนือศีรษะ		
9. ระยะเหยียดแขนขณะที่ลำตัวตั้งตรง		
10. ระยะเหยียดแขนขณะที่ลำตัวตั้งตรงไหล่เอียง		
11. ระยะต้นคอถึงปุ่มหัวไหล่		
12. ความกว้างของหลัง		
13. เส้นรอบศีรษะ		
14. เส้นรอบคอ		
15. เส้นรอบไหล่		
16. เส้นรอบอก		
17. เส้นรอบเอว		
18. เส้นรอบสะโพก		
19. เส้นรอบโคนขา		
20. เส้นรอบน่อง		
21. เส้นรอบกล้ามเนื้อส่วนบนขณะงอแขน		
22. เส้นรอบกล้ามเนื้อส่วนล่างขณะงอแขน		

ภาคผนวก ก.1 (ต่อ)

การวัดสัดส่วนต่างๆ ของร่างกาย

หมวด	ครั้งที่ 1 (ซ.ม.)	ครั้งที่ 2 (ซ.ม.)
23. ความยาวของเอวด้านหน้า		
24. ความยาวของเอวด้านหลัง		
25. เส้นรอบลำตัวตามแนวตั้งขณะยืน		
26. ความกว้างของหน้า		
27. ความยาวของหน้า		
28. ความยาวของศีรษะ		
29. ความกว้างของมือ		
30. ความยาวของมือ		
31. ความกว้างของเท้า		
32. ความยาวของเท้า		
33. ระยะระหว่างข้อศอกถึงปลายนิ้ว		
34. ระยะข้อศอกถึงกลางฝ่ามือ		
35. ระยะข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่		
36. ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง		
37. ระยะโคนแขนส่วนบนทั้งสองข้าง		
38. ระยะข้อพับด้านในของเข่าถึงกัน		
39. ระยะเข่าถึงกัน		
40. ความกว้างของโคนขาขณะนั่ง		
41. ความสูงใต้ขาอ่อนท่านั่ง		
42. ความสูงขณะนั่ง		
43. ความสูงตาขณะนั่ง		
44. น้ำหนัก (กิโลกรัม)		

ภาคผนวก ก. 2

กำลังสถิตของกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)

ผู้ถูกทดสอบ หมายเลข	กำลังสถิตของกล้ามเนื้อ (กิโล กรัม)											
	หลัง		แขน		ขา		ไหล่		มือ		ส่วนต่างๆ	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
ค่าเฉลี่ย												
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน												

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก. 3 ค่าความรู้สึกเชิงจิตพิสัย

Rating of Perceived Exertion (RPE Scale)

6	
7	เป็นงานเบามากเป็นอย่างยิ่ง
8	
9	เป็นงานเบามาก
10	
11	เป็นงานค่อนข้างเบา
12	
13	เป็นงานค่อนข้างหนัก
14	
15	เป็นงานหนัก
16	
17	เป็นงานหนักมาก
18	
19	เป็นงานหนักมากเป็นอย่างยิ่ง
20	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก. 4

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการหาปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดในการทำงาน

ชื่อ-สกุล..... อายุ..... ปี ความดันโลหิต.....

วันที่..... อุณหภูมิกระเปาะแห้ง.....° C อุณหภูมิกระเปาะเปียก.....° C

Load (watt)	Time min : sec	VO_2	HR	Load (watt)	Time min : sec	VO_2	HR	Load (watt)	Time min : sec	VO_2	HR
0	00:00			0:00	07:00			60	14:00		
	00:15				07:15				14:15		
	00:30				07:30				14:30		
	00:45				07:45				14:45		
	01:00				08:00				15:00		
	01:15				08:15				15:15		
	01:30				08:30				15:30		
	01:45				08:45				15:45		
	02:00			45	09:00			rest	16:00		
	02:15				09:15			after	16:15		
	02:30				09:30			work	16:30		
	02:45				09:45				16:45		
15	03:00				10:00				17:00		
	03:15				10:15				17:15		
	03:30				10:30				17:30		
	03:45				10:45				17:45		
	04:00				11:00				18:00		
	04:15				11:15				18:15		
	04:30				11:30				18:30		
	04:45				11:45				18:45		
	05:00			60	12:00				19:00		
	05:15				12:15				19:15		
	05:30				12:30				19:30		
	05:45				12:45				19:45		
30	06:00				13:00				20:00		
	06:15				13:15				21:15		
	06:30				13:30				21:30		
	06:45				13:45				21:45		

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับการทดลองในแนวทางจิตฟิสิกส์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข. 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่า MAW ในทุกลักษณะงาน

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Squre	F-ratio	Sig.level
Main Effects	192738.972	11	17521.725	609.444	0.000
BOX	1885.896	1	1885.896	65.596	0.000
TASK	190853.077	10	19085.308	663.829	0.000
2-Way Interactions	8764.281	10	876.428	30.484	0.000
BOX TASK	8764.281	10	876.428	30.484	0.000
Residual	24667.780	858	28.750		
Total	226171.033	879	257.305		

ตาราง ข. 2งานผสม/งานเดียวของมัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่า MAW ในงานผสม1 และงานเดียวที่ประกอบ

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Squre	F-ratio	Sig.level
Main Effects	109962.886	6	18327.148	620.329	0.000
BOX	1007.316	1	1007.316	34.095	0.000
TASK	108955.570	5	21791.114	737.575	0.000
2-Way Interactions	6432.671	5	1286.534	43.546	0.000
BOX TASK	6432.671	5	1286.534	43.546	0.000
Residual	13826.711	468	29.544		
Total	130222.269	479	271.863		

ตาราง ข.3งานผสม/งานเดียวของมัน การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่า MAW ในงานผสม2 และงานเดียวที่ประกอบ

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Squre	F-ratio	Sig.level
Main Effects	86733.292	6	14455.549	554.938	0.000
BOX	875.88	1	875.88	33.624	0.000
TASK	85857.412	5	17171.482	659.201	0.000
2-Way Interactions	2372.812	5	474.562	18.218	0.000
BOX TASK	2372.812	5	474.562	18.218	0.000
Residual	12190.900	468	26.049		
Total	101297.004	479	211.476		

ตาราง ข. 4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับงานเดินถือ (CARRY) ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
CARRY				30.6163	4.225	0.668
	40	0.933	0.000			
COM 1				28.7475	3.387	0.536

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
1.8687	1.615	0.255	7.32	39	0.000

95% CI (1.352 ,2.385)

ตาราง ข. 5 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับงานยกขึ้น (LIFT F-K) ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 1				28.7475	3.387	0.536
	40	0.594	0.000			
LIFT F-K				32.2850	3.942	0.623

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-3.5375	3.340	0.528	-6.70	39	0.000

95% CI (-4.606 , -2.469)

ตาราง ข. 6 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับยกลง(LOWER K-F) ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 1				28.7475	3.387	0.536
	40	0.444	0.004			
LOWER K-F				36.1863	4.721	0.747

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-7.4387	4.423	0.699	-10.64	39	0.000

95% CI (-8.853 , -6.024)

ตาราง ข. 7 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับงานดึง(PULL F) ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 1				28.7475	3.387	0.536
	40	0.77	0.000			
PULL F				67.8500	8.842	1.398

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-39.1025	6.597	1.043	-37.49	39	0.000

95% CI (-41.213, -36.992)

ตาราง ข.8 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับงานผลัก (PUSH F) ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 1				28.7475	3.387	0.536
	40	0.568	0.000			
PUSH F				64.1812	7.006	1.108

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-35.4337	5.795	0.916	-38.67	39	0.000

95% CI (-37.287 , -33.580)

ตาราง ข.9 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 2 (COM2) กับงานเดินถือ (CARRY) ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
CARRY				30.6163	4.225	0.668
	40	0.912	0.000			
COM 2					2.572	0.407

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
4.5487	2.153	0.34	13.36	39	0.000

95% CI (3.860 , 5.237)

ตาราง ข.10 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 2(COM2) กับงานยกขึ้น(LIFT K-S) ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 2				26.0675	2.572	0.407
	40	0.914	0.000			
LIFT K-S				27.4688	3.195	0.505

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-1.4012	1.343	0.212	-6.6	39	0.000

95% CI (-1.831 , - .972)

ตาราง ข.11 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 2 (COM2) กับงานยกลง Lower s-k ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 2				26.0675	2.572	0.407
	40	0.843	0.000			
LOWER S-K				32.4163	3.468	0.548

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-6.3488	1.897	0.3	-21.16	39	0.000

95% CI (-6.956 , -5.742)

ตาราง ข. 12 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 2 (COM2) กับงานดึง PULL S ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 2				26.0675	2.572	0.407
	40	0.756	0.000			
PULL S				55.5963	9.311	1.472

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-29.5287	7.556	1.195	-24.72	39	0.000

95% CI (-31.946 , -27.112)

ตาราง ข. 13 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 2(COM2) กับงานผลัก PUSH S ด้วยกล่องที่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 2				26.0675	2.572	0.407
	40	0.829	0.000			
PUSH S				61.3825	7.328	1.159

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-35.315	5.391	0.852	-41.43	39	0.000

95% CI (-37.039 , 33.591)

ตาราง ข.14 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับงานเดินถือ (CARRY) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
CARRY				29.2288	4.094	0.647
	40	0.951	0.000			
COM 1				27.1125	3.768	0.596

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
2.1162	1.271	0.201	10.53	39	0.000

95% CI (1.710 , 2.523)

ตาราง ข. 15 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับงานยกขึ้น (LIFT F- K) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 1				27.1125	3.768	0.596
	40	0.561	0.000			
LIFT F- K				31.9413	4.124	0.652

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-4.8288	3.709	0.586	-8.23	0.39	0.000

95% CI (-6.015 , -3.642)

ตาราง ข. 16 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับงานยกลง (LOWER K-F) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 1				27.1125	3.768	0.596
	40	0.527	0.000			
LOWER K-F				35.7063	3.738	0.591

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-8.5937	3.649	0.577	-14.89	39	0.000

95% CI (-9.761, -7.426)

ตาราง ข. 17 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับงานดึง (PULL F) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 1				27.1125	3.768	0.596
	40	0.755	0.000			
PULL F				49.3462	7.762	1.227

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-22.2337	5.502	0.87	-25.56	39	0.000

95% CI (-23.994, -20.474)

ตาราง ข. 18 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 1 (COM1) กับงานผลัก (PUSH F) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 1				27.1125	3.768	0.596
	40	0.42	0.007			
PUSH F				69.1475	6.157	0.974

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-42.035	5.714	0.903	-46.53	39	0.000

95% CI (-43.863 , -40.207)

ตาราง ข. 19 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม 2 (COM2) กับงานเดินถือ (CARRY) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
CARRY				29.2288	4.094	0.647
	40	0.828	0.000			
COM 2				24.7037	2.321	0.367

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
4.525	2.533	0.400	11.3	39	0.000

95% CI (3.715 , 5.335)

ตาราง ข. 20 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม2 (COM2) กับงานยกขึ้น (LIFT K-S) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 2				24.7037	2.321	0.367
	40	0.752	0.000			
LIFT K-S				26.7550	2.982	0.472

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-2.0512	1.966	0.311	-6.60	39	0.000

95% CI (-2.680 , -1.422)

ตาราง ข. 21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม2 (COM2) กับงานยกลง (LOWER S-K) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 2				24.7037	2.321	0.367
	40	0.657	0.000			
LOWER S-K				31.3825	3.370	0.533

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-6.6788	2.542	0.402	-16.62	39	0.000

95% CI (-7.492 , -5.866)

ตาราง ข. 22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม2 (COM2) กับงานดึง (PULL S) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 2				24.7037	2.321	0.367
	40	0.592	0.000			
PULL S				43.0888	6.747	1.067

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-18.385	5.688	0.899	-20.44	39	0.000

95% CI (-20.205 , -16.565)

ตาราง ข. 23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย MAW ของงานผสม2 (COM2) กับงานผลัก (PUSH S) ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ

Variable	Number of pairs	Corr	2-tail sig	Mean	SD	SE of Mean
COM 2				24.7037	2.321	0.367
	40	0.69	0.000			
PUSH S				62.1788	6.131	0.969

Paired Difference

Mean	SD	SE of Mean	t-value	df	2-tail sig
-37.4750	4.830	0.764	-49.07	39	0.000

95% CI (-39.020 , -35.930)

ตาราง ข. 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่า RPE Scale ในทุกลักษณะงาน

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Squre	F-ratio	Sig.level
Main Effects	1303.242	11	118.477	54.634	0.000
BOX	0.192	1	0.192	0.089	0.766
TASK	1303.05	10	130.305	60.088	0.000
2-Way Interactions	19.495	10	1.950	0.899	0.534
BOX TASK	19.495	10	1.950	0.899	0.534
Residual	1860.625	858	2.169		
Total	3183.362	879	3.622		

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับการทดลองในแนวทางชีวกลศาสตร์ และภาพตัวอย่างแสดงโมเมนต์และแรงกดอัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค. 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่าโมเมนต์ที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายวัสดุที่น้ำหนัก MAW ในทุกลักษณะงาน

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F-ratio	Sig.level
Main Effects	683780.76	7	97682.97	98.229	0.000
BOX	315.99	1	315:99	0.318	0.574
TASK	683464.77	6	113910.80	114.548	0.000
2-Way Interactions	11464.23	6	1910.71	1.921	0.082
BOX TASK	11464.23	6	1910.71	1.921	0.082
Residual	125299.28	126	994.44		
Total	820544.27	139	5903.20		

ตาราง ค. 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่าโมเมนต์ที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายวัสดุที่ MAW ในงานผสม1 และงานเดียวที่ประกอบ

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F-ratio	Sig.level
Main Effects	493933.362	4	123483.341	96.045	0.000
BOX	1455.218	1	1455.218	1.132	0.291
TASK	492478.144	3	164159.381	127.683	0.000
2-Way Interactions	9418.981	3	3139.66	2.442	0.071
BOX TASK	9418.981	3	3139.66	2.442	0.071
Residual	92569.03	72	1285.681		
Total	595921.373	79	7543.309		

ตาราง ค. 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่าโมเมนต์ที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายวัสดุที่ MAW ในงานผสม2 และงานเดียวที่ประกอบ

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F-ratio	Sig.level
Main Effects	61460.747	4	15365.187	29.455	0.000
BOX	1128.979	1	1128.979	2.164	0.146
TASK	60331.169	3	20110.59	38.551	0.000
2-Way Interactions	1216.271	3	405.424	0.777	0.511
BOX TASK	1216.271	3	405.424	0.777	0.511
Residual	37559.378	72	521.658		
Total	100236.396	79			

ตาราง ค. 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายวัสดุที่น้ำหนัก MAW ในทุกลักษณะงาน

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F-ratio	Sig.level
Main Effects	148695282	7	21242183.2	54.124	0.000
BOX	332642	1	332642.217	0.848	0.359
TASK	148362640	6	24727106.69	63.003	0.000
2-Way Interactions	6001260	6	1000209.969	2.548	0.023
BOX TASK	6001260	6	1000209.969	2.548	0.023
Residual	49451806.000	126	392474.653		
Total	204148348	139			

ตาราง ค. 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายวัสดุที่ MAW ในงานผสม1 และงานเดียวที่ประกอบ

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Square	F-ratio	Sig.level
Main Effects	122891427	4	30722856.68	65.815	0.000
BOX	1463087	1	1463086.64	3.134	0.081
TASK	12142834	3	40476113.37	86.708	0.000
2-Way Interactions	4442206	3	1480735.23	3.172	0.029
BOX TASK	4442206	3	1480735.23	3.172	0.000
Residual	33610170	72	466807.91		
Total	160943802	79	2037263.316		

ตาราง ค. 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนจากปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อค่าแรงกดอัดสูงสุดที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายวัสดุที่ MAW ในงานผสม2 และงานเดียวที่ประกอบ

Source of Variation	Sum of Squares	d.f.	Mean Squre	F-ratio	Sig.level
Main Effects	25823062	4	6455765.594	24.686	0.000
BOX	808454	1	808453.816	3.091	0.083
TASK	25014609	3	8338202.854	31.884	0.000
2-Way Interactions	439289	3	146429.646	0.56	0.643
BOX TASK	439289	3	146429.646	0.56	0.000
Residual	18829204	72	261516.727		
Total	45091556	79	570779.186		

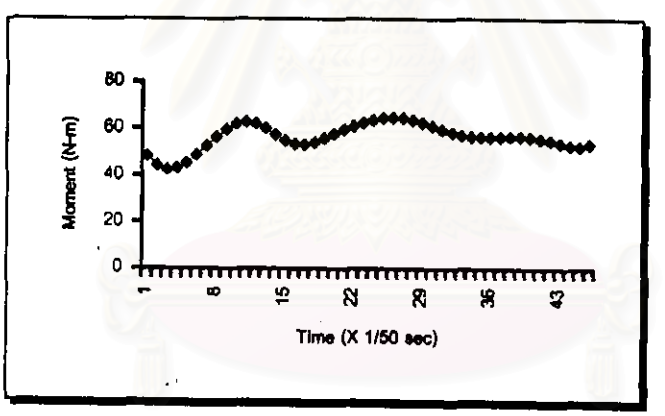
ตาราง ค. 7 การวิเคราะห์สมการถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าโมเมนต์และค่าแรงกดอัดที่เกิดขึ้นบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่าง

Regression Analysis - Linear model: MOMENT = a+ b(FORCE)

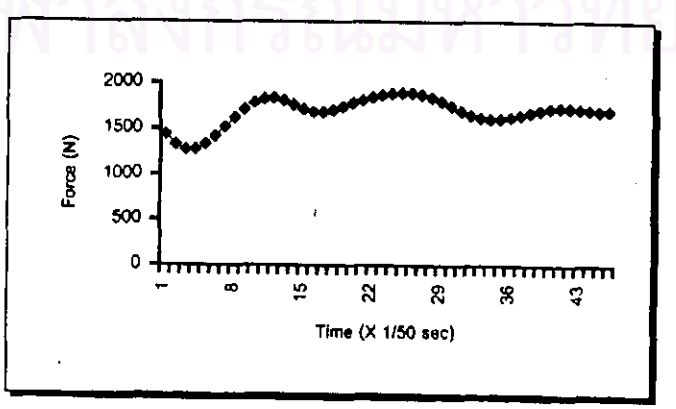
Dependent variable: MOMENT		Ivdependent variable: FORCE		
Parameter	Estimate	Standard Error	T value	Prob. Level
Intercept	-62.1696	5.0026	-12.427	0.000
Slope	0.0617	0.0012	49.716	0.000

$R^2 = 0.97320$

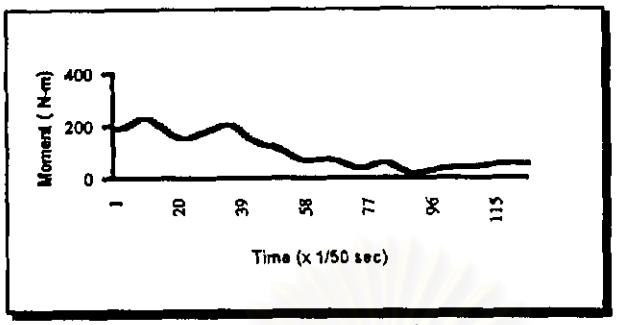
รูปที่ ค. 1 โมเมนต์บริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน CARRY ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



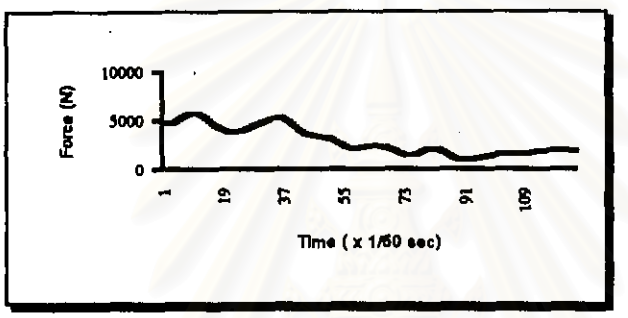
รูปที่ ค. 2 แรงกดอัดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน CARRY ด้วยกล่องที่ไม่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



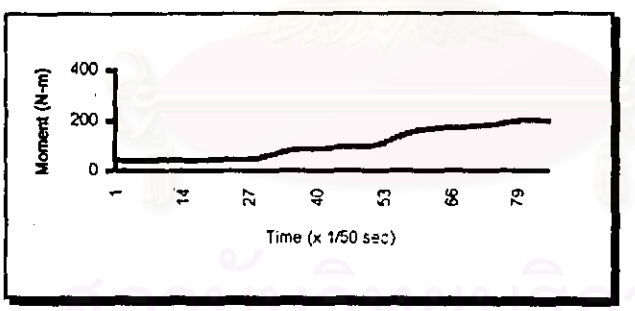
รูปที่ ค. 3 โมเมนต์บริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน LIFT F-K ด้วยกล่องที่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



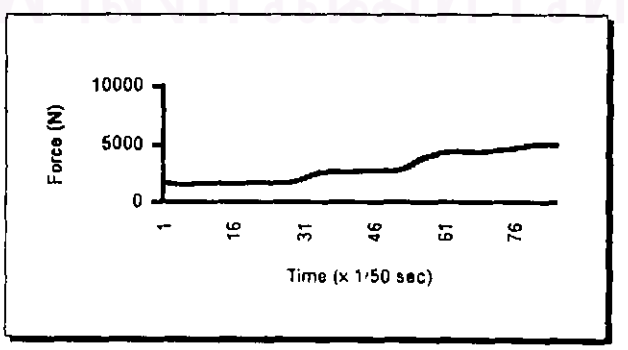
รูปที่ ค. 4 แรงกดอัดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน LIFT F-K ด้วยกล่องที่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



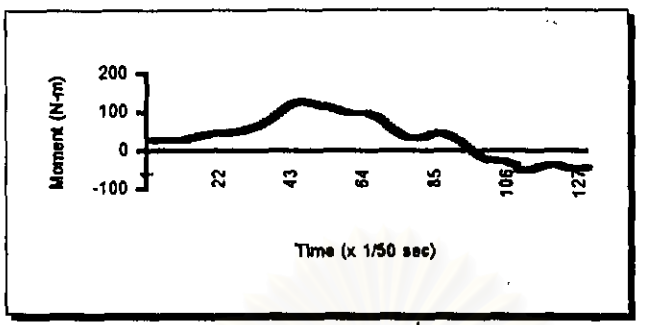
รูปที่ ค. 5 โมเมนต์บริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน LOWER K-F ด้วยกล่องที่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



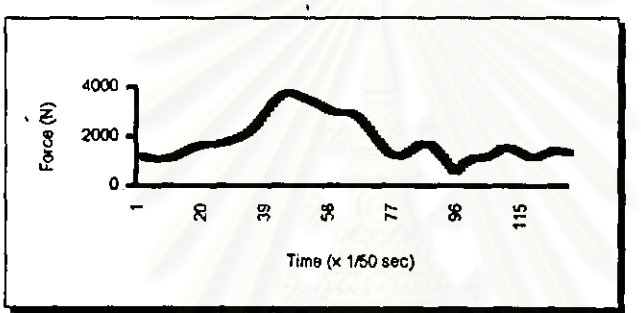
รูปที่ ค. 6 แรงกดอัดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน LOWER K-F ด้วยกล่องที่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



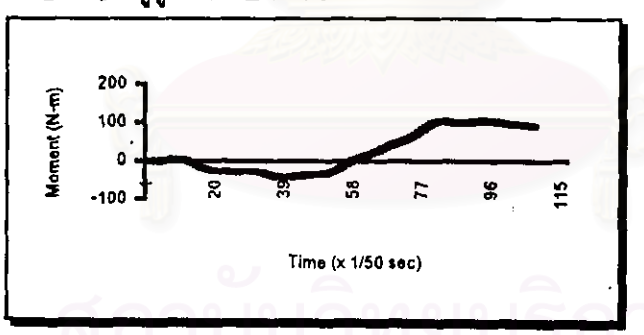
รูปที่ ค. 7 โมเมนต์บริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน LIFT K-S ด้วยกล่องที่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



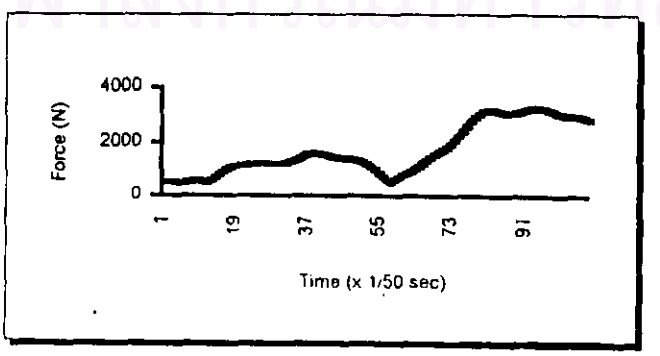
รูปที่ ค. 8 แรงกดอัดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน LIFT K-S ด้วยกล่องที่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



รูปที่ ค. 9 โมเมนต์บริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน LOWER S-K ด้วยกล่องที่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



รูปที่ ค. 10 แรงกดอัดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่างที่เกิดจากงาน LOWER S-K ด้วยกล่องที่มีมือจับ ของผู้ถูกทดสอบคนที่ 3



ภาคผนวก ง.

ข้อมูลการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.1 ข้อมูลจากการทดลองในแนวทางการใช้เกณฑ์ตอบสนองทางจิตฟิสิกส์

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
1	1	B1	Com2	1	21.00	13	30.5	26.5	73	31	1	B2	Push2	2	46.90	12	29.0	25.0	72
2	1	B1	Pull2	1	33.20	12	29.0	24.5	69	32	1	B1	Lift2	2	20.40	13	31.0	27.5	77
3	1	B1	Lower2	1	24.70	12	32.0	26.0	63	33	1	B2	Com2	2	20.00	13	32.0	26.5	65
4	1	B2	Com1	1	19.65	13	30.0	24.0	60	34	1	B2	Pull2	2	31.20	12	30.0	26.0	73
5	1	B2	Push1	1	55.85	12	29.0	25.0	72	35	1	B1	Com1	2	22.20	13	32.0	25.5	60
6	1	B2	Lower1	1	27.80	13	30.0	25.0	67	36	1	B1	Carry	2	22.70	13	30.5	26.5	73
7	1	B2	Lower2	1	22.70	12	32.0	26.0	63	37	1	B2	Pull1	2	35.20	12	28.5	25.0	76
8	1	B1	Lift1	1	23.50	12	30.5	26.5	73	38	1	B1	Lower1	2	27.15	12	29.5	26.0	77
9	1	B2	Push2	1	46.70	12	29.0	26.0	80	39	1	B2	Lift1	2	22.35	13	32.0	26.5	65
10	1	B1	Lift2	1	20.50	12	30.0	25.0	67	40	1	B2	Lift2	2	20.50	12	31.0	25.0	61
11	1	B2	Com2	1	20.15	13	31.5	25.5	62	41	1	B1	Pull1	2	48.55	12	30.0	24.0	60
12	1	B2	Pull2	1	30.80	12	29.0	25.0	72	42	1	B1	Push2	2	44.10	12	30.0	25.0	67
13	1	B1	Com1	1	22.60	13	30.0	26.0	73	43	1	B2	Carry	2	20.80	13	29.0	25.0	72
14	1	B1	Carry	1	23.10	13	29.0	24.0	66	44	1	B1	Push1	2	52.40	12	28.5	24.5	72
16	1	B1	Lower1	1	26.90	12	30.0	25.0	67	45	1	B1	Com2	3	20.80	12	30.0	25.0	67
17	1	B2	Lift1	1	22.00	12	30.0	25.0	63	46	1	B1	Pull2	3	35.00	12	28.0	24.0	70
18	1	B2	Lift2	1	20.60	12	30.0	25.0	67	47	1	B1	Lower2	3	25.60	12	28.5	24.0	70
18	1	B2	Pull1	1	36.60	12	29.0	25.0	72	48	1	B2	Com1	3	19.60	12	31.0	26.5	70
19	1	B1	Pull1	1	47.00	12	29.5	24.0	63	49	1	B2	Push 1	3	55.75	12	29.0	24.5	69
20	1	B1	Push2	1	42.05	12	29.0	24.0	66	50	1	B2	Lower1	3	28.60	12	30.5	26.5	73
21	1	B2	Carry	1	20.35	13	31.5	25.5	62	51	1	B2	Lower2	3	23.00	13	29.0	26.0	80
22	1	B1	Push1	1	51.55	12	29.0	24.0	66	52	1	B1	Lift1	3	24.50	12	29.0	25.0	72
23	1	B1	Com2	2	20.10	13	30.5	27.0	77	53	1	B2	Push2	3	46.00	12	29.0	24.5	69
24	1	B1	Pull2	2	34.80	12	29.5	24.0	63	54	1	B1	Lift2	3	21.30	12	30.0	25.0	70
25	1	B1	Lower2	2	24.30	12	29.5	25.5	73	55	1	B2	Com2	3	20.70	13	30.5	26.0	71
26	1	B2	Com1	2	20.65	13	29.0	25.5	77	56	1	B1	Push2	4	42.85	12	29.0	24.5	69
27	1	B2	Push1	2	56.35	12	28.5	26.0	84	56	1	B2	Pull2	3	32.00	12	29.0	24.5	69
28	1	B2	Lower1	2	28.35	13	32.4	25.5	57	57	1	B1	Com1	3	22.65	13	32.0	25.0	55
29	1	B2	Lower2	2	23.20	12	30.5	27.0	77	58	1	B1	Carry	3	22.95	13	29.5	25.0	70
30	1	B1	Lift1	2	23.50	12	30.5	26.5	73	59	1	B2	Pull1	3	37.30	12	31.0	26.5	70

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
60	1	B1	Lower1	3	27.80	12	28.0	24.0	70	93	2	B1	Lift1	1	32.75	11	31	26	68
61	1	B2	Lift1	3	22.75	13	29.4	25.0	66	94	2	B1	Pull2	1	60.5	11	28	24	70
62	1	B2	Lift2	3	20.55	12	30.5	27.0	77	95	2	B1	Lower1	1	35	12	31	27	73
63	1	B1	Pull1	3	49.35	12	29.0	24.5	69	96	2	B2	Com2	1	23.1	12	31	25.5	64
64	1	B1	Push2	3	43.70	12	29.5	24.0	63	97	2	B1	Push1	1	72.8	12	28	24	70
65	1	B2	Carry	3	20.85	13	29.0	26.0	80	98	2	B2	Lower2	1	30.25	12	30	26.5	77
66	1	B1	Push 1	3	51.00	12	29.5	24.0	63	99	2	B1	Com1	1	27.25	13	29.0	24.0	66
67	1	B1	Com2	4	20.10	13	29.5	26.0	77	100	2	B2	Push2	1	66.6	11	29	24.5	69
68	1	B1	Pull2	4	33.70	12	29.0	24.5	69	101	2	B1	Com2	1	24	13	29.5	27	83
69	1	B1	Lower2	4	24.45	12	30.0	26.0	73	102	2	B1	Carry	1	29.85	12	31	26	68
70	1	B2	Com1	4	20.15	12	29.0	24.0	66	103	2	B1	Pull1	1	74.3	12	30	25	67
71	1	B2	Push 1	4	55.20	12	30.0	24.0	60	104	2	B2	Com1	1	25.1	13	32	27	67
72	1	B2	Lowe1	4	27.05	12	30.0	26.5	77	105	2	B1	Lower2	1	30.65	12	31	26	68
73	1	B2	Lower2	4	24.00	12	31.0	27.0	73	106	2	B1	Push2	1	65.4	11	28.5	26	84
74	1	B1	Lift1	4	23.95	12	28.0	24.0	70	107	2	B2	Lift2	1	26.4	14	30	26	73
75	1	B2	Push2	4	46.10	12	30.0	24.5	63	108	2	B2	Pull1	1	44.85	12	30	26	73
76	1	B1	Lift2	4	20.80	12	28.0	26.0	79	109	2	B2	Lower1	1	32.65	11	30	24	63
77	1	B2	Com2	4	20.40	13	29.0	24.0	66	110	2	B2	Pull2	1	39.7	11	29	25	72
78	1	B2	Pull2	4	31.10	12	29.0	24.5	69	111	2	B1	Lift2	2	27.1	13	29	25	72
79	1	B1	Com1	4	21.30	13	30.0	26.5	73	112	2	B2	Carry	2	28.2	10	29	24	66
80	1	B1	Carry	4	23.50	13	30.5	25.0	64	113	2	B2	Push1	2	78.75	11	29	24	66
81	1	B2	Pull1	4	36.50	12	29.0	24.5	69	114	2	B2	Lift1	2	30.1	12	30.5	27	77
82	1	B1	Lowe1	4	28.40	12	30.0	26.0	73	115	2	B1	Lift1	2	31.5	12	32	26	63
83	1	B2	Lift1	4	22.65	12	30.0	25.0	67	116	2	B1	Pull2	2	60.2	11	28	24	70
84	1	B2	Lift2	4	19.45	12	29.5	24.0	63	117	2	B1	Lower1	2	34.35	10	29.5	26	77
85	1	B1	Pull1	4	48.75	12	29.0	24.5	69	118	2	B2	com2	2	24.7	14	32	26.5	65
87	1	B2	Carry	4	20.15	13	31.0	26.5	70	119	2	B1	Push1	2	74.5	12	29	25.5	77
88	1	B1	Push 1	4	50.40	12	29.0	24.5	69	120	2	B2	Lower2	2	31.3	12	29	24	66
89	2	B1	Lift2	1	26.7	14	31	27	73	121	2	B1	Com1	2	26.00	12	28.0	25.0	79
90	2	B2	Carry	1	27.25	10	31	26.5	70	122	2	B1	Lowe1	4	36.4	11	30	25	67
91	2	B2	Push1	1	79.4	11	29	24	66	123	2	B2	Push2	2	65	11	29	25	72
92	2	B2	Lift1	1	30.8	12	32	27	67	124	2	B1	com2	2	24.55	14	31.5	26	66

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
125	2	B1	Carry	2	28.3	11	30	27	79	157	2	B2	Carry	4	28.85	11	29.5	24	63
126	2	B1	Pull1	2	73	11	28	24	70	158	2	B2	Push 1	4	78.1	11	30	25.5	70
127	2	B2	Com1	2	23.7	12	29	25	72	159	2	B2	Lift1	4	30.75	12	30.5	25	64
128	2	B1	Lower2	2	30.15	12	29.5	24.5	66	160	2	B1	Lift1	4	30.45	12	28	24	70
129	2	B1	Push2	2	66.2	11	28	24	70	161	2	B1	Pull2	4	61.2	11	29	24.5	69
130	2	B2	Lift2	2	26.25	14	32	25.5	60	162	2	B2	Com2	4	24.75	13	31	26	68
131	2	B2	Pull1	2	44.7	12	30	25.5	70	163	2	B1	Push 1	4	72.85	12	29	24	66
132	2	B2	Lower1	2	33.6	11	29.5	26	77	164	2	B2	Lower2	4	29.75	12	29.5	25	70
133	2	B2	Pull2	2	41.35	11	30	26	73	165	2	B1	Com1	4	27.20	13	31.0	26.5	70
134	2	B1	Lift2	3	26.15	12	30	26.5	77	166	2	B2	Push2	4	64.7	11	28.5	24	70
135	2	B2	Carry	3	29.4	12	31	25	61	167	2	B1	Com2	4	24.5	13	30	25	67
136	2	B2	Push 1	3	79.55	11	28.5	24	70	168	2	B1	Carry	4	30.05	12	30.5	26.5	73
137	2	B2	Lift1	3	29.55	12	31	26.5	70	169	2	B1	Pull1	4	72.85	11	29	24	66
138	2	B1	Lift1	3	31.9	12	28.5	25	76	170	2	B2	Com1	4	25.6	13	30	26	73
139	2	B1	Pull2	3	60.1	11	28	25	79	171	2	B1	Lower2	4	29.05	11	29	25	72
140	2	B1	Lower1	3	34.75	11	30	26	73	172	2	B1	Push2	4	65.35	11	29	24.5	69
141	2	B2	Com2	3	24.5	12	30	25	67	173	2	B2	Lift2	4	25.2	12	30.5	25	64
142	2	B1	Push 1	3	73.05	12	28.5	24	70	174	2	B2	Pull1	4	44.25	12	28.5	24	70
143	2	B2	Lower2	3	30.6	12	31	26.5	70	175	2	B2	Lowe1	4	33.8	11	30	25.5	70
144	2	B1	Com1	3	27.80	13	30.0	26.0	73	176	2	B2	Pull2	4	40.8	11	29	24	66
145	2	B2	Push2	3	64.7	11	29	24.5	69	177	3	B1	Com1	1	27.8	15	31	26	68
146	2	B1	Com2	3	23.9	12	28.5	25	76	178	3	B1	Pull1	1	68.50	11	29.0	24.0	66
147	2	B1	Carry	3	28.85	12	29	25	72	179	3	B2	Carry	1	30.80	12	32.5	26.0	60
148	2	B1	Pull1	3	74.95	12	28.5	24	70	180	3	B2	Pull2	1	44.75	12	29	24	66
149	2	B2	Com1	3	24.5	13	30.5	26	71	181	3	B2	Lift1	1	30.65	9	32.0	27.0	67
150	2	B1	Lower2	3	29.2	12	29	24	69	182	3	B2	Lower2	1	27.40	9	31.0	25.5	64
151	2	B1	Push2	3	66.1	11	30	25.5	70	183	3	B1	Carry	1	31.50	12	31.0	26.5	70
152	2	B2	Lift2	3	25.4	13	29.5	26	77	184	3	B2	Pull1	1	60.8	11	28	24	70
153	2	B2	Pull1	3	46.2	12	29	24	66	185	3	B2	Lower1	1	34.80	10	30.0	26.5	77
154	2	B2	Lower1	3	33.45	11	32	26.5	65	186	3	B1	Pull2	1	50.75	12	28.0	24.0	70
155	2	B2	Pull2	3	41.8	11	28.5	24	70	187	3	B1	Lift1	1	31.3	9	29	25	55
156	2	B1	Lift2	4	27.15	12	30	26	73	188	3	B2	Push2	1	59.45	12	30	25	67

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
189	3	B1	Com2	1	25.65	17	31	27	73	221	3	B1	Com1	3	29.5	12	28.5	24	70
190	3	B1	Lower1	1	31.70	9	31.0	27.0	73	222	3	B1	Pull1	3	70.50	11	29.0	24.5	69
191	3	B1	Push1	1	64.55	11	30.0	26.0	73	223	3	B2	Carry	3	30.85	11	29.0	24.5	69
192	3	B1	Lift2	1	25.50	13	31.0	26.5	70	224	3	B2	Pull2	3	45.05	12	28	24	70
193	3	B1	Lower2	1	29.60	11	31.0	26.0	68	225	3	B2	Lift1	3	28.80	9	30.0	26.0	73
194	3	B1	Push2	1	55.50	12	30.0	25.0	67	226	3	B2	Lower2	3	27.70	12	30.0	25.0	67
195	3	B2	Lift2	1	25.00	12	31.0	25.0	61	227	3	B1	Carry	3	30.40	12	29.0	24.0	66
196	3	B2	Push1	1	73.50	11	30.0	26.0	73	228	3	B2	Pull1	3	60.35	11	29	24	66
197	3	B2	Com2	1	23.8	17	29.5	25.0	72	229	3	B2	Lower1	3	33.50	8	30.0	25.0	67
198	3	B2	Com1	1	28.60	12	32.0	27.0	67	230	3	B1	Pull2	3	50.00	12	29.0	24.5	69
199	3	B1	Com1	2	28.8	12	28.5	25	76	231	3	B1	Lift1	3	32.4	11	29	24	66
200	3	B1	Pull1	2	70.30	12	30.0	26.0	73	232	3	B2	Push2	3	59.5	12	29	24	66
201	3	B2	Carry	2	31.20	12	30.0	25.0	67	233	3	B1	Com2	3	25	16	28	25	79
202	3	B2	Pull2	2	45	12	28.5	24	70	234	3	B1	Lower1	3	33.30	8	28.5	24.0	70
203	3	B2	Lift1	2	29.50	9	29.5	24.0	63	235	3	B1	Push 1	3	65.50	11	29.0	24.5	69
204	3	B2	Lower2	2	28.65	9	32.0	27.0	67	236	3	B1	Lift2	3	26.60	13	29.0	25.0	72
205	3	B1	Carry	2	29.75	12	30.5	27.0	77	237	3	B1	Lower2	3	30.10	11	28.5	24.0	70
206	3	B2	Pull1	2	60.3	11	29	24.5	69	238	3	B1	Push2	3	55.80	12	29.0	24.5	69
207	3	B2	Lower1	2	34.20	9	32.0	26.5	65	239	3	B2	Lift2	3	24.00	13	30.0	25.5	70
208	3	B1	Pull2	2	49.70	12	30.0	25.0	67	240	3	B2	Push 1	3	73.40	11	29.0	24.5	69
209	3	B1	Lift1	2	30.8	9	32	25.5	60	241	3	B2	Com2	3	24.75	17	29.0	24.5	69
210	3	B2	Push2	2	58.75	11	29	25	72	242	3	B2	Com1	3	28.10	12	29.0	24.5	69
211	3	B1	com2	2	24.7	16	32	27	67	243	3	B1	Com1	4	27.4	12	31	26.5	70
212	3	B1	Lower1	2	32.30	9	31.5	27.0	71	244	3	B1	Pull1	4	69.90	11	29.0	24.0	66
213	3	B1	Push1	2	65.90	11	29.5	24.0	63	245	3	B2	Carry	4	31.60	11	30.0	26.0	73
214	3	B1	Lift2	2	25.15	13	30.0	26.0	73	246	3	B2	Pull2	4	46.5	12	29	24.5	69
215	3	B1	Lower2	2	28.40	9	28.5	24.0	70	247	3	B2	Lift1	4	29.30	9	31.0	26.5	70
216	3	B1	Push2	2	54.35	12	30.0	25.5	70	248	3	B2	Lower2	4	29.00	11	29.5	25.5	73
217	3	B2	Lift2	2	24.00	13	29.5	24.0	63	249	3	B1	Carry	4	30.60	12	29.0	24.5	69
218	3	B2	Push1	2	71.85	11	29.0	25.0	72	250	3	B2	Pull1	4	61.5	11	30	25.5	70
219	3	B2	Com2	2	24.75	17	32.0	25.0	55	251	3	B2	Lowe1	4	34.00	9	30.0	25.0	67
220	3	B2	Com1	2	27.80	12	29.0	24.0	66	252	3	B1	Pull2	4	50.80	12	29.0	24.0	66

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
253	3	B1	Lift1	4	32.5	11	30	26	73	285	4	B1	Lift1	1	38.25	12	29	24	66
254	3	B2	Push2	4	60.1	12	30	25	67	286	4	B2	Pull1	1	40.2	11	30.5	26.5	73
255	3	B1	Com2	4	25.9	17	30	26	73	287	4	B2	Push1	2	61.45	11	30	26	73
256	3	B1	Lowe1	4	31.85	7	31.0	27.0	73	288	4	B2	Lower2	2	34.9	12	31	26	68
257	3	B1	Push 1	4	63.90	11	30.0	24.5	63	289	4	B2	Carry	2	30.8	11	32	27	67
258	3	B1	Lift2	4	26.70	10	29.0	24.0	66	290	4	B2	Push2	2	61.4	11	28.5	24	70
259	3	B1	Lower2	4	30.15	10	29.0	24.0	66	291	4	B1	Com2	2	26.3	13	30.5	24.5	60
260	3	B1	Push2	4	55.85	12	30.0	24.5	63	292	4	B1	Carry	2	31.5	12	31	26.5	70
261	3	B2	Lift2	4	25.25	12	30.0	24.5	63	293	4	B1	Lift2	2	28.7	13	30	25	67
262	3	B2	Push 1	4	72.80	11	30.0	25.5	70	294	4	B1	Push1	2	54.75	11	28	24	70
263	3	B2	Com2	4	24.40	17	30.0	25.0	67	295	4	B2	Com1	2	28.8	12	30	26	73
264	3	B2	Com1	4	27.95	12	29.0	24.0	66	296	4	B1	Pull2	2	49.2	11	30.5	26	71
265	4	B2	Push1	1	63.2	11	30	26	73	297	4	B2	Com2	2	24.75	15	32	26	73
266	4	B2	Lower2	1	33	13	32.5	26.5	65	298	4	B2	Lift1	2	37.55	11	32.5	26.5	63
267	4	B2	Carry	1	30.5	12	31.5	25.5	62	299	4	B1	Pull1	2	61.95	11	30	26	73
268	4	B2	Push2	1	60.4	11	30	26	73	300	4	B2	Lower1	2	39.95	10	32	27	67
269	4	B1	Com2	1	28.1	13	31	28	73	301	4	B1	Push2	2	61.8	11	30	26	73
270	4	B1	Carry	1	32.05	12	30	25	67	302	4	B1	Lower1	2	45.4	11	32	26	63
271	4	B1	Lift2	1	27.4	13	30.5	26.5	73	303	4	B1	Com1	2	27.8	13	30	25	67
272	4	B1	Push1	1	55.2	11	30	26.5	77	304	4	B2	Pull2	2	40.5	11	29.5	25	70
273	4	B2	Com1	1	27.25	11	32	27	67	305	4	B2	Lift2	2	28	13	30	26	73
274	4	B1	Lower2	1	33.4	12	30	25.5	70	306	4	B1	Lift1	2	37.7	11	31	26.5	70
275	4	B1	Pull2	1	49.25	11	29	24	66	307	4	B2	Pull1	2	41.3	11	30	24	60
276	4	B2	Com2	1	24	15	30	26	73	308	4	B2	Push 1	3	62.5	11	27	24.5	69
277	4	B2	Lift1	1	37.85	12	30	25	67	309	4	B2	Lower2	3	33.8	12	30	26	73
278	4	B1	Pull1	1	61.9	11	30	26	73	310	4	B2	Carry	3	30.65	12	30.5	26.5	73
279	4	B2	Lower1	1	40	10	30	24	60	311	4	B2	Push2	3	60	11	30	24	60
280	4	B1	Push2	1	62.8	11	30	26	73	312	4	B1	Com2	3	27.4	12	29	25.5	77
281	4	B1	Lower1	1	43.8	11	30	26	73	313	4	B1	Carry	3	31.05	12	30	26	73
282	4	B1	Com1	1	29.2	13	29	24	66	314	4	B1	Lift2	3	27.65	12	31	26	68
283	4	B2	Pull2	1	41.4	11	30	26	73	315	4	B1	Push 1	3	53.4	11	29	24.5	69
284	4	B2	Lift2	1	28.3	15	32	26	63	316	4	B2	Com1	3	27.95	12	30	25.5	70

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
317	4	B1	Lower2	3	34.7	12	30	26.5	77	349	4	B2	Pull2	4	41.7	11	29.5	24	63
318	4	B1	Pull2	3	49.6	11	29.5	25	70	350	4	B2	Lift2	4	29.4	13	30.5	26.5	73
319	4	B2	Com2	3	24.5	13	31	27	73	351	4	B1	Lift1	4	38.35	11	30	25	67
320	4	B2	Lift1	3	37.8	11	31	26.5	70	352	4	B2	Pull1	4	41.6	11	30	25	67
321	4	B1	Pull1	3	62.2	11	27	24.5	69	353	5	B1	Push1	1	69.95	9	29	25	72
322	4	B2	Lower1	3	40.7	11	29	24	66	354	5	B2	Lower1	1	38.4	12	30	26	73
323	4	B1	Push2	3	62.2	11	29	24	66	355	5	B1	Carry	1	38.65	11	30.5	25	64
324	4	B1	Lower1	3	44.45	11	31	26	68	356	5	B1	Com1	1	35.2	13	29	24	66
325	4	B1	Com1	3	29.6	13	32	27	69	357	5	B2	Pull1	1	58.75	10	29.5	25	70
326	4	B1	Lower2	2	34.2	13	30	24	60	358	5	B2	Lift1	1	34.5	12	30	26	73
327	4	B2	Pull2	3	42.6	11	30	25	67	359	5	B2	Com2	1	26.75	15	28.5	24.5	70
328	4	B2	Lift2	3	28.5	13	30.5	26.5	73	360	5	B1	Pull1	1	84.4	11	28.5	24	70
329	4	B1	Lift1	3	38.8	10	29.5	24	63	361	5	B1	Lower2	1	34.3	11	29	25	72
330	4	B2	Pull1	3	39.9	11	29	24.5	69	362	5	B1	Push2	1	68.9	11	30	25.5	67
331	4	B2	Push 1	4	62.45	11	28.5	24	70	363	5	B1	Lower1	1	40	11	32	27	67
332	4	B2	Lower2	4	34.2	12	30.5	25	64	364	5	B2	Com1	1	34.85	11	30	26	73
333	4	B2	Carry	4	29.25	12	30	26	73	365	5	B2	Push1	1	71.95	10	29	25	72
334	4	B2	Push2	4	60.75	11	29	24.5	69	366	5	B1	Com2	1	29.35	12	32	26.5	65
335	4	B1	Com2	4	27.35	13	31	27	73	367	5	B2	Carry	1	37.5	9	32	27	67
336	4	B1	Carry	4	30.65	12	30	25	67	368	5	B2	Push2	1	69.75	10	29.5	25	70
337	4	B1	Lift2	4	27.75	13	29.5	26	77	369	5	B1	Pull2	1	70.75	12	29.5	24.5	66
338	4	B1	Push 1	4	55.6	11	29	24	66	370	5	B1	Lift1	1	34.65	13	32	26	63
339	4	B2	Com1	4	28.4	12	28.5	24	70	371	5	B1	Lift2	1	30.6	13	29.5	24	63
340	4	B1	Lower2	4	33	11	29	24	66	372	5	B2	Lower2	1	33.3	11	28.5	24.5	72
341	4	B1	Pull2	4	47.7	11	29	24.5	69	373	5	B2	Lift2	1	31	10	29	24	66
342	4	B2	Com2	4	25.5	13	29	24.5	69	374	5	B2	Pull2	1	52.1	11	29.5	25	70
343	4	B2	Lift1	4	38.3	11	30	26	73	375	5	B1	Push1	2	71.3	12	29	24	69
344	4	B1	Pull1	4	62.1	11	29	24	66	376	5	B2	Lower1	2	38.8	11	31	25.5	64
345	4	B2	Lowe1	4	40.85	11	29	24.5	69	377	5	B1	Carry	2	38.5	12	30.5	25.5	67
346	4	B1	Push2	4	61.1	11	28.5	24	70	378	5	B1	Com1	2	34.6	12	32	26	63
347	4	B1	Lowe1	4	44.5	11	29	24	66	379	5	B2	Pull1	2	58.8	12	29.5	25	70
348	4	B1	Com1	4	28.15	12	29.5	24	63	380	5	B2	Lift1	2	34.3	12	29	25	72

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
381	5	B2	Com2	2	27.45	15	32.5	26	63	413	5	B1	Pull2	3	69.5	12	29	24	66
382	5	B1	Pull1	2	85.95	11	29	25	72	414	5	B1	Lift1	3	35.15	11	30	26	73
383	5	B1	Lower2	2	33.15	12	30	26	73	415	5	B1	Lift2	3	31.05	14	28	24	70
384	5	B1	Push2	2	70.7	11	30	26	73	416	5	B2	Lower2	3	33	11	32	27	67
385	5	B1	Lower1	2	39.15	11	30	25	67	417	5	B2	Lift2	3	31	13	30	25.5	70
386	5	B2	Com1	2	34.25	14	31	26	68	418	5	B2	Lowe1	4	38.2	10	29.5	24.5	66
387	5	B2	Push1	2	71	10	28	24	70	419	5	B2	Pull2	3	54	12	28	24	70
388	5	B1	Com2	2	30.1	12	28.5	24	70	420	5	B1	Push 1	4	70	12	28	24	70
389	5	B2	Carry	2	36.1	11	30	26	73	421	5	B1	Carry	4	36.7	12	30	25	67
390	5	B2	Push2	2	67.2	13	28	24	70	422	5	B1	Com1	4	34.3	12	29	24.5	69
391	5	B1	Pull2	2	69.1	12	29	24	66	423	5	B2	Pull1	4	59.05	13	29.5	24	63
392	5	B1	Lift1	2	34.5	12	29.5	25.5	73	424	5	B2	Lift1	4	35.3	12	30	25	67
393	5	B1	Lift2	2	30.85	12	30	26	73	425	5	B2	Com2	4	28.25	13	31	27	73
394	5	B2	Lower2	2	32.85	11	30	24	60	426	5	B1	Pull1	4	84.8	11	29.5	24	63
395	5	B2	Lift2	2	31.15	10	30	26	73	427	5	B1	Lower2	4	33.1	12	30	27	79
396	5	B2	Pull2	2	53.8	12	29	25	72	428	5	B1	Push2	4	71.2	13	30	24	60
397	5	B1	Push 1	3	70.6	12	28	24	70	429	5	B1	Lowe1	4	39	12	30	26.5	77
398	5	B2	Lower1	3	38.7	11	29	24	66	430	5	B2	Com1	4	33.9	12	29	25	72
399	5	B1	Carry	3	37.25	12	29	24	66	431	5	B2	Push 1	4	70.4	12	29	24	66
400	5	B1	Com1	3	35.2	10	30.5	26	71	432	5	B1	Com2	4	30.4	13	30	25	67
401	5	B2	Pull1	3	57.9	13	29.5	27.5	70	433	5	B2	Carry	4	38.1	14	28.5	24	70
402	5	B2	Lift1	3	34.9	12	29	24	66	434	5	B2	Push2	4	68.8	11	28	24	70
403	5	B2	Com2	3	28	14	30	26	73	435	5	B1	Pull2	4	68.4	12	29.5	24	63
404	5	B1	Pull1	3	83.9	11	29.5	24	63	436	5	B1	Lift1	4	35.4	11	28	24	70
405	5	B1	Lower2	3	34.45	13	29	24	70	437	5	B1	Lift2	4	31.3	14	28.5	24	70
406	5	B1	Push2	3	69.3	12	29.5	24	63	438	5	B2	Lower2	4	33.7	12	31.5	26	66
407	5	B1	Lower1	3	38.1	10	26	24	70	439	5	B2	Lift2	4	30.6	13	29	24	66
408	5	B2	Com1	3	34	12	29.5	25	70	440	5	B2	Pull2	4	52.9	12	29	24	66
409	5	B2	Push 1	3	71.7	13	29.5	24	63	441	6	B1	Lift2	1	26.45	13	29	25	72
410	5	B1	Com2	3	29.05	12	28	24	70	442	6	B1	Pull1	1	66.9	14	30.5	26	71
411	5	B2	Carry	3	37.6	11	31	27	73	443	6	B2	Lift2	1	27.3	14	30	26	73
412	5	B2	Push2	3	68.4	11	29.5	24	63	444	6	B2	Pull2	1	51.3	15	30	26	73

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
445	6	B2	Lift1	1	34.6	14	31	27	73	477	6	B1	Push1	2	67.8	14	29	25	67
446	6	B1	Com1	1	27.65	13	30	25	67	478	6	B2	Lower1	2	38.8	10	29	24	66
447	6	B2	Lower2	1	33.4	14	32	26.5	65	479	6	B1	Carry	2	30.25	14	30	25	67
448	6	B2	Pull1	1	56	13	29	24	66	480	6	B1	Push2	2	61.9	14	29	25	72
449	6	B2	Carry	1	29.6	13	30	25.5	70	481	6	B1	Com2	2	27.2	15	30.5	26	71
450	6	B1	Pull2	1	57.4	13	28	24	70	482	6	B2	Push1	2	67.4	13	29	24.5	69
451	6	B2	Com2	1	25.4	16	30	25.5	70	483	6	B1	Lift1	2	35.4	13	32	26	63
452	6	B1	Lower1	1	40.5	9	30	25	67	484	6	B1	Lower2	2	33.9	14	30	25.5	70
453	6	B2	Push2	1	61.65	14	30	26	73	485	6	B1	Lift2	3	27.75	15	30	25	67
454	6	B2	Com1	1	28.7	13	31	25.5	64	486	6	B1	Pull1	3	68	14	29.5	24	63
455	6	B1	Push1	1	68	13	30.5	26	73	487	6	B2	Lift2	3	27.9	16	30	25	67
456	6	B2	Lower1	1	38.7	8	30	24	60	488	6	B2	Pull2	3	50.2	15	29.5	24	63
457	6	B1	Carry	1	31.75	15	30	26	73	489	6	B2	Lift1	3	35.75	13	30	25	67
458	6	B1	Push2	1	60.5	13	30	25	67	490	6	B1	Com1	3	27.65	15	30	26	73
459	6	B1	Com2	1	25.7	15	29.5	25	70	491	6	B2	Lower2	3	34.7	14	29	24	66
460	6	B2	Push1	1	69	12	29	24	66	492	6	B2	Pull1	3	55.8	14	29	24	66
461	6	B1	Lift1	1	35.3	13	29	25	72	493	6	B2	Carry	3	29.1	13	31	26.5	70
462	6	B1	Lower2	1	35.1	16	29	24	66	494	6	B1	Pull2	3	58.25	13	29.5	24	63
463	6	B1	Lift2	2	27.7	13	29.5	24	63	495	6	B2	Com2	3	25.7	15	30	26	73
464	6	B1	Pull1	2	68.4	14	29	24	66	496	6	B1	Lower1	3	40.3	9	32	27	69
465	6	B2	Lift2	2	27.95	15	29	24	66	497	6	B2	Push2	3	62.6	13	30	25	67
466	6	B2	Pull2	2	51.2	15	29.5	25	72	498	6	B2	Com1	3	27.2	15	30	26	73
467	6	B2	Lift1	2	36.5	13	30	25	67	499	6	B1	Push 1	3	67.2	13	30	26	73
468	6	B1	Com1	2	28.15	13	29	24	66	500	6	B2	Lower1	3	38.55	9	29	24.5	69
469	6	B2	Lower2	2	33.45	16	31	26	68	501	6	B1	Carry	3	31	16	30	25.5	70
470	6	B2	Pull1	2	53.7	14	29.5	24	63	502	6	B1	Push2	3	59.65	13	30.5	26	71
471	6	B2	Carry	2	29.45	13	31	26	68	503	6	B1	Com2	3	26.5	16	30	26	71
472	6	B1	Pull2	2	60.05	13	29.5	24.5	66	504	6	B2	Push 1	3	68.75	13	29	25	72
473	6	B2	Com2	2	25.1	16	32	27	67	505	6	B1	Lift1	3	34.55	14	30	25	67
474	6	B1	Lower1	2	40.05	9	29	24	66	506	6	B1	Lower2	3	34.95	12	28.5	24	70
475	6	B2	Push2	2	62.35	14	30	25	67	507	6	B1	Pull1	4	68.9	14	29.5	24	63
476	6	B2	Com1	2	27.65	16	30	26	73	508	6	B1	Lift2	4	27.5	14	30	25	67

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
509	6	B2	Lift2	4	26.5	13	29	27	73	541	7	B2	Lower2	1	32	15	32	27	67
510	6	B2	Pull2	4	51.1	15	29	24	66	542	7	B1	Lift1	1	33.25	14	30	25	67
511	6	B2	Lift1	4	35.5	13	30	26	73	543	7	B2	Pull1	1	48.05	9	32	27	67
512	6	B1	Com1	4	28.2	15	28	24	70	544	7	B1	Lift2	1	27.9	15	29	24	66
513	6	B2	Lower2	4	33.9	13	30	26	73	545	7	B2	Lower1	1	39.5	12	32	26.5	65
514	6	B2	Pull1	4	55.1	14	29.5	24	63	546	7	B1	Com1	1	28.25	13	30	26	73
515	6	B2	Carry	4	28.9	13	29.5	24	63	547	7	B1	Pull1	1	65	12	28	24	70
516	6	B1	Pull2	4	59.1	13	29.5	24	63	548	7	B1	Push2	1	64.95	12	30	24	60
517	6	B2	Com2	4	25.1	16	29	24	66	549	7	B1	Lower2	1	33.5	14	29.5	24	63
518	6	B1	Lowe1	4	39.2	10	29	25	72	550	7	B1	Push1	1	68.2	11	30	24.5	63
519	6	B2	Push2	4	62.75	14	29.5	24.5	66	551	7	B2	Com2	2	23.4	19	30	26	73
520	6	B2	Com1	4	27.8	15	29	27	66	552	7	B1	Pull2	2	62.45	12	30	25	67
521	6	B1	Push 1	4	67.85	14	29	25	72	553	7	B2	Lift2	2	27.25	16	30	25.5	70
522	6	B2	Lowe1	4	37.65	9	30	25	67	554	7	B2	Com1	2	26.4	14	30	24.5	63
523	6	B1	Carry	4	31.3	14	29.5	24	63	555	7	B2	Push1	2	68.75	10	30	26	73
524	6	B1	Push2	4	60.15	14	29.5	24.5	66	556	7	B1	Carry	2	30.3	12	31	26	68
525	6	B1	Com2	4	27.1	15	30	25.5	70	557	7	B2	Lift1	2	33.85	12	30	25	67
526	6	B2	Push 1	4	67	13	30	26	73	558	7	B1	Lower1	2	40.6	13	30	24	60
527	6	B1	Lift1	4	34.65	13	30	26	73	559	7	B2	Push2	2	67.2	11	28	24	70
528	6	B1	Lower2	4	35.5	14	30	25	67	560	7	B1	Com2	2	26.4	16	29	25	72
529	7	B2	Com2	1	23.65	19	29	24.5	69	561	7	B2	Carry	2	28.8	12	28.5	24	70
530	7	B1	Pull2	1	61.6	12	28	24	70	562	7	B2	Pull2	2	48.9	13	30	25	67
531	7	B2	Lift2	1	27.05	17	32	27	67	563	7	B2	Lower2	2	32.9	14	31	26.5	70
532	7	B2	Com1	1	26.4	14	30	25	70	564	7	B1	Lift1	2	33.5	12	30	25.5	70
533	7	B2	Push1	1	68.3	10	30	26	73	565	7	B2	Pull1	2	50.25	11	30	26	73
534	7	B1	Carry	1	30	14	30	26	73	566	7	B1	Lift2	2	27.1	16	30	25	67
535	7	B2	Lift1	1	33.8	14	32	27	67	567	7	B2	Lower1	2	39.75	13	31	27	73
536	7	B1	Lower1	1	40.85	13	31	26	68	568	7	B1	Com1	2	29.2	16	32	26	63
537	7	B2	Push2	1	67.1	12	30	24	60	569	7	B1	Pull1	2	67.25	12	29.5	24.5	66
538	7	B1	Com2	1	25.2	19	29	25	72	570	7	B1	Push2	2	64.4	12	29.5	25	70
539	7	B2	Carry	1	29.4	13	30	25.5	70	571	7	B1	Lower2	2	32.6	13	29.5	25.5	73
540	7	B2	Pull2	1	47.3	13	30	25	67	572	7	B1	Push1	2	68.55	11	29	24	66

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
573	7	B2	Com2	3	23.8	15	30	24	60	605	7	B2	Carry	4	28.5	15	30	26	73
574	7	B1	Pull2	3	61.7	12	29	24	66	606	7	B2	Pull2	4	50.5	13	29	25	72
575	7	B2	Lift2	3	26.85	16	29	24	66	607	7	B2	Lower2	4	33.1	13	30	26	73
576	7	B2	Com1	3	25.75	14	32	26.5	65	608	7	B1	Lift1	4	32.4	13	29	24	66
577	7	B2	Push 1	3	69.8	11	29.5	24	63	609	7	B2	Pull1	4	49.15	12	29	24.5	67
578	7	B1	Carry	3	30.75	13	28.5	24	70	610	7	B1	Lift2	4	27.2	14	30	26.5	77
579	7	B2	Lift1	3	32.75	12	29	25	72	611	7	B2	Lower1	4	39.65	12	29	25	72
580	7	B1	Lower1	3	39.9	12	30	26	73	612	7	B1	Com1	4	28.75	14	28.5	24	70
581	7	B2	Push2	3	65.95	11	29.5	25	70	613	7	B1	Pull1	4	66.35	12	30.5	26	71
582	7	B1	Com2	3	26.1	17	28	25	70	614	7	B1	Push2	4	64.15	11	30	25.5	70
583	7	B2	Carry	3	26.7	14	30	25	67	615	7	B1	Lower2	4	34.6	15	31	26	68
584	7	B2	Pull2	3	49.95	13	29.5	25	70	616	7	B1	Push 1	4	68.2	11	29.5	24	63
585	7	B2	Lower2	3	32.75	15	29	25	72	617	8	B1	Com2	1	26.5	15	29	25	72
586	7	B1	Lift1	3	34.2	13	30	25.5	70	618	8	B2	Push1	1	73.55	10	30	25	67
587	7	B2	Pull1	3	49.6	11	30	26	73	619	8	B2	Carry	1	28.6	15	30	25	67
588	7	B1	Lift2	3	26.85	15	30	25	67	620	8	B2	Com1	1	27.45	15	29	24	66
589	7	B2	Lower1	3	40.8	13	30	25	67	621	8	B1	Push2	1	62.6	10	29.5	25	70
590	7	B1	Com1	3	28.5	15	31	25	61	622	8	B1	Lower2	1	32.8	9	28.5	24	70
591	7	B1	Pull1	3	65.3	12	28	24	70	623	8	B1	Lower1	1	34.5	11	30	25	70
592	7	B1	Push2	3	64.7	12	29	25	72	624	8	B1	Push1	1	58.45	10	29	25	72
593	7	B1	Lower2	3	33.1	13	30	25.5	70	625	8	B2	Com2	1	25.3	15	30	25	67
594	7	B1	Push 1	3	70.3	11	28	24	70	626	8	B1	Pull2	1	54.1	11	28.5	24	70
595	7	B2	Com2	4	24.15	17	29	24	66	627	8	B2	Lower1	1	37.05	11	31	26	68
596	7	B1	Pull2	4	62.45	12	29.5	24.5	66	628	8	B1	Com1	1	29.45	15	28.5	24	70
597	7	B2	Lift2	4	28.4	15	30	25.5	70	629	8	B2	Push2	1	61.8	11	30	25	67
598	7	B2	Com1	4	27.7	15	31	26	68	630	8	B2	Pull1	1	46.3	11	30.5	26.5	73
599	7	B2	Push 1	4	68.6	11	29.5	25	70	631	8	B2	Lift1	1	31.6	13	31.5	27.5	71
600	7	B1	Carry	4	30.3	14	29	25	72	632	8	B2	Lower2	1	30.25	14	31	26	68
601	7	B2	Lift1	4	33.4	13	29	24	66	633	8	B2	Lift2	1	25.5	13	30	24.5	60
602	7	B1	Lowe1	4	40.7	12	29	25	72	634	8	B1	Pull1	1	64.7	11	29	25	72
603	7	B2	Push2	4	67.6	11	29	25	70	635	8	B1	Carry	1	27.7	14	30.4	26	71
604	7	B1	Com2	4	25.55	16	30	26	73	636	8	B1	Lift1	1	26.7	11	30	24.5	63

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
637	8	B2	Pull2	1	34.5	10	28	24	70	669	8	B2	Com2	3	24.6	15	30.5	25	64
638	8	B1	Lift2	1	25.2	13	30.5	26	71	670	8	B1	Pull2	3	53.8	11	29	24	66
639	8	B1	Com2	2	25.6	15	29.5	25	72	671	8	B2	Lower1	3	36.1	12	28	24	70
640	8	B2	Push1	2	74.5	10	29	25	72	672	8	B1	Com1	3	28.75	15	31	25.5	64
641	8	B2	Carry	2	29.6	15	31	26	68	673	8	B2	Push2	3	60.45	10	29.5	24	63
642	8	B2	Com1	2	27.3	15	31	26	68	674	8	B2	Pull1	3	46.1	11	30	25	67
643	8	B1	Push2	2	62.5	11	29	25	72	675	8	B2	Lift1	3	30.4	13	30.5	25	64
644	8	B1	Lower2	2	32	9	29.5	24	63	676	8	B2	Lower2	3	30.8	12	28	24	70
645	8	B1	Lower1	2	33.1	11	31	26	68	677	8	B2	Lift2	3	24.55	13	31	26.5	70
646	8	B1	Push1	2	58.15	10	30	25	67	678	8	B1	Pull1	3	66.4	11	30	26	73
647	8	B2	Com2	2	26.5	17	30.5	26	71	679	8	B1	Carry	3	28.6	14	30.5	26	73
648	8	B1	Pull2	2	52.95	11	29	24	66	680	8	B1	Lift1	3	28.8	13	29	25	72
649	8	B2	Lower1	2	36.1	10	29	24	66	681	8	B2	Pull2	3	35.7	11	28.5	24	70
650	8	B1	Com1	2	29.75	15	30	26	73	682	8	B1	Lift2	3	27.05	13	30	26	73
651	8	B2	Push2	2	59.75	10	29	25	72	683	8	B1	Com2	4	26.15	15	28.5	24	70
652	8	B2	Pull1	2	47.8	11	29	25	72	684	8	B2	Push 1	4	73	10	29	24	66
653	8	B2	Lift1	2	30.5	13	30.5	26	71	685	8	B2	Carry	4	27.2	14	30.5	26	71
654	8	B2	Lower2	2	31	12	30	25	67	686	8	B2	Com1	4	26.8	15	28	24	70
655	8	B2	Lift2	2	24.5	13	29.5	24	63	687	8	B1	Push2	4	60.5	11	28.5	24	70
656	8	B1	Pull1	2	64.9	10	29	25	72	688	8	B1	Lower2	4	33.4	13	31	25	61
657	8	B1	Carry	2	27.5	14	29.5	24	63	689	8	B1	Lowe1	4	33.2	12	30	24	60
658	8	B1	Lift1	2	27.3	11	29	24	66	690	8	B1	Push 1	4	59.5	10	30	26	73
659	8	B2	Pull2	2	34.85	11	29	25	72	691	8	B2	Com2	4	25.25	15	28.5	24	70
660	8	B1	Lift2	2	26.4	13	30	25	67	692	8	B1	Pull2	4	51.9	11	28	24	70
661	8	B1	Com2	3	26	15	30	25	67	693	8	B2	Lower1	4	35.6	11	29	24.5	69
662	8	B2	Push 1	3	73.3	10	29.5	24	63	694	8	B1	Com1	4	28.95	15	30.5	26	71
663	8	B2	Carry	3	28.65	15	30.5	26	71	695	8	B2	Push2	4	60.7	10	29	24	66
664	8	B2	Com1	3	27.2	15	31	26.5	70	696	8	B2	Pull1	4	46.6	11	29	24	66
665	8	B1	Push2	3	61.9	10	30	26	73	697	8	B2	Lift1	4	31.4	13	30.5	25	64
666	8	B1	Lower2	3	31.5	12	29.5	24.5	69	698	8	B2	Lower2	4	30.4	12	29	24	66
667	8	B1	Lower1	3	34.5	12	29	25	72	699	8	B2	Lift2	4	25	13	29.5	24.5	66
668	8	B1	Push 1	3	60.3	10	29	25	72	700	8	B1	Pull1	4	65.3	11	29	24	66

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
701	8	B1	Carry	4	28.1	14	28.5	24	70	733	9	B1	Com2	2	29.3	16	31	26	68
702	8	B1	Lift1	4	28	13	30	25.5	70	734	9	B1	Push1	2	69.05	10	30	25	67
703	8	B2	Pull2	4	34.3	11	29.5	24	63	735	9	B1	Lift1	2	34.5	13	29	25	72
704	8	B1	Lift2	4	26.05	13	29.5	24	66	736	9	B1	Pull2	2	61.7	11	30	26	73
705	9	B2	Lift2	1	29.9	15	30	25	67	737	9	B2	Com1	2	31.8	16	31	26.5	70
706	9	B2	Push1	1	71.5	12	29	25	72	738	9	B2	Lower2	2	33.2	13	31	26.5	70
707	9	B1	Lower1	1	34.7	12	30	25	67	739	9	B2	Push2	2	66.8	9	28.5	24	70
708	9	B1	Com1	1	33.8	16	29	24	66	740	9	B2	Pull1	2	55.8	12	29	25	72
709	9	B1	Push2	1	67.6	10	31	26	68	741	9	B2	Com2	2	28.85	15	29	24	66
710	9	B2	Carry	1	32.3	12	30	24.5	63	742	9	B1	Carry	2	37.2	15	30	26	73
711	9	B1	Com2	1	30	16	30	25	67	743	9	B2	Lower1	2	33.3	14	30	25	67
712	9	B1	Push1	1	70.5	11	29	25	72	744	9	B1	Pull1	2	70.3	11	28	24	70
713	9	B1	Lift1	1	33.5	13	30.5	26	71	745	9	B1	Lift2	2	32.5	15	31	26	68
714	9	B1	Pull2	1	61.2	10	31	26	68	746	9	B2	Lift1	2	30.4	14	29	25	72
715	9	B2	Com1	1	30.95	16	31.8	25.5	60	747	9	B2	Pull2	2	44.5	10	29.5	25	70
716	9	B2	Lower2	1	34.9	13	29.5	25.5	73	748	9	B1	Lower2	2	38	15	30	25	67
717	9	B2	Push2	1	67	9	29.5	25	70	749	9	B2	Lift2	3	30.85	13	31	25	67
718	9	B2	Pull1	1	55.3	11	29.5	24	63	750	9	B2	Push 1	3	70.75	11	29	24	66
719	9	B2	Com2	1	28.3	15	30	25	67	751	9	B1	Lower1	3	35.25	14	28.5	24	70
720	9	B1	Carry	1	37.7	13	31	26	68	752	9	B1	Com1	3	33.4	16	29	24	66
721	9	B2	Lower1	1	32.4	14	29	25	72	753	9	B1	Push2	3	68.75	9	29	25	72
722	9	B1	Pull1	1	69.5	9	31	25.5	64	754	9	B2	Carry	3	30.8	13	28	24	70
723	9	B1	Lift2	1	33.5	14	30.5	26	71	755	9	B1	Com2	3	29.05	15	29	24.5	69
724	9	B2	Lift1	1	30	12	31	26.5	70	756	9	B1	Push 1	3	69.1	11	30	26	73
725	9	B2	Pull2	1	44.7	10	31	26	68	757	9	B1	Lift1	3	35.4	12	30	25	67
726	9	B1	Lower2	1	37.8	14	29	24	66	758	9	B1	Pull2	3	62.25	11	29.5	24	63
727	9	B2	Lift2	2	29.5	15	28	24	70	759	9	B2	Com1	3	30.25	16	30.5	24	64
728	9	B2	Push1	2	71.6	9	30	25	67	760	9	B2	Lower2	3	34.35	16	29	24	66
729	9	B1	Lower1	2	35.5	12	30.4	26	71	761	9	B2	Push2	3	67.8	10	29	25	72
730	9	B1	Com1	2	33.2	16	29	25	72	762	9	B2	Pull1	3	56.7	10	29.5	24	63
731	9	B1	Push2	2	68	10	30	26	73	763	9	B2	Com2	3	28.5	15	29.5	24	63
732	9	B2	Carry	2	31.6	14	30	25	67	764	9	B1	Carry	3	36.5	14	30.5	26	71

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
765	9	B2	Lower1	3	32.8	16	28	24	70	797	10	B2	Pull1	1	44.3	11	29	24	66
766	9	B1	Pull1	3	70	11	29.5	25	70	798	10	B1	Com2	1	25.6	16	29	24	66
767	9	B1	Lift2	3	33.65	14	29	25	72	799	10	B1	Lift2	1	27.55	15	30	25	67
768	9	B2	Lift1	3	30.7	13	30.5	26	71	800	10	B1	Pull1	1	70.8	10	29.5	25.5	73
769	9	B2	Pull2	3	44.7	11	29.5	25	70	801	10	B2	Lower1	1	36.45	12	29	25	72
770	9	B1	Lower2	3	37.2	13	30	25	67	802	10	B1	Push2	1	63.3	9	29	24	66
771	9	B2	Lift2	4	29.75	13	30.5	26.5	73	803	10	B2	Com1	1	24.1	16	30	25	67
772	9	B2	Push 1	4	72	10	29	24.5	69	804	10	B2	Lift2	1	27	15	30	25	67
773	9	B1	Lower1	4	33.95	14	29	25	72	805	10	B2	Push1	1	67.1	8	29	24	66
774	9	B1	Com1	4	33.5	16	30	26	73	806	10	B2	Com2	1	22.9	18	30	24.5	63
775	9	B1	Push2	4	67.95	9	29.5	24.5	66	807	10	B2	Carry	1	26	15	30	24.5	63
776	9	B2	Carry	4	31.4	13	30.5	25	64	808	10	B2	Push2	1	63.85	8	29	24	66
777	9	B1	Com2	4	29.8	16	29	25	72	809	10	B1	Lift1	1	32.15	13	30	26	73
778	9	B1	Push 1	4	70.1	10	31	26	68	810	10	B1	Com1	1	27.4	16	30	26	73
779	9	B1	Lift1	4	33.8	14	29	24	66	811	10	B2	Lift1	1	34	13	31	25.5	64
780	9	B1	Pull2	4	60.25	10	29.5	24.5	66	812	10	B1	Lower2	1	33.8	12	29	24	66
781	9	B2	Com1	4	29.9	16	30.5	26	71	813	10	B2	Pull2	1	40.1	11	28.5	24	70
782	9	B2	Lower2	4	34.65	12	30.5	25	64	814	10	B1	Pull2	1	56.9	10	30.5	26.5	73
783	9	B2	Push2	4	66.9	10	29.5	24	63	815	10	B1	Push1	2	62.4	9	30	26	73
784	9	B2	Pull1	4	56.6	10	29	24.5	69	816	10	B1	Lower1	2	34.7	15	30	25	67
785	9	B2	Com2	4	29	15	31	26	68	817	10	B1	Carry	2	27.65	14	30	26	73
786	9	B1	Carry	4	37.6	14	29	25	72	818	10	B2	Lower2	2	33.3	12	31	27	73
787	9	B2	Lower1	4	31.45	14	28.5	24	70	819	10	B2	Pull1	2	45.4	11	29	25	72
788	9	B1	Pull1	4	69.9	11	29	24	66	820	10	B1	Com2	2	25.8	16	30	25.5	70
789	9	B1	Lift2	4	33.8	13	29	25	72	821	10	B1	Lift2	2	28.3	15	29	24	66
790	9	B2	Lift1	4	31.5	13	31.4	26	66	822	10	B1	Pull1	2	69.9	9	29	24	66
791	9	B2	Pull2	4	44.4	10	29.5	24	63	823	10	B2	Lower1	2	36.15	12	29	24	66
792	9	B1	Lower2	4	36.7	13	31	26	68	824	10	B1	Push2	2	61.35	9	29.5	24	63
793	10	B1	Push1	1	60.7	8	30	25	67	825	10	B2	Com1	2	23	16	30	26	73
794	10	B1	Lower1	1	33.7	15	30	25.5	70	826	10	B2	Lift2	2	28.4	15	30.5	26.5	73
795	10	B1	Carry	1	27.8	15	30	24	63	827	10	B2	Push1	2	68.5	8	29.5	24	63
796	10	B2	Lower2	1	33.15	12	31	26.5	70	828	10	B2	Com2	2	23.65	18	30.5	25.5	67

ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH	ID	Sub	BOX	TASKS	Rep	MAW	RPE	TD	TW	RH
829	10	B2	Carry	2	26.1	15	30	25	67	855	10	B2	Lift1	3	33.4	13	28.5	24	70
830	10	B2	Push2	2	65.15	8	29	25	72	856	10	B1	Lower2	3	34	13	30	25	67
831	10	B1	Lift1	2	31.4	13	30	25	67	857	10	B2	Pull2	3	38.5	11	30	26	73
832	10	B1	Com1	2	27.5	17	30	26	73	858	10	B1	Pull2	3	58.35	9	29	24	66
833	10	B2	Lift1	2	33.9	13	30.5	26	73	859	10	B1	Push 1	4	62.1	9	29.5	24	63
834	10	B1	Lower2	2	34.95	12	30.5	25.5	67	860	10	B1	Lower1	4	34.35	16	29.5	25	70
835	10	B2	Pull2	2	39.6	11	29	24	66	861	10	B1	Carry	4	27.35	14	30	25	67
836	10	B1	Pull2	2	57.8	8	29.5	24	63	862	10	B2	Lower2	4	33.6	12	29	24	66
837	10	B1	Push 1	3	61.6	9	29.5	25	70	863	10	B2	Pull1	4	44.45	11	29	26	72
838	10	B1	Lower1	3	33.6	15	30	25.5	70	864	10	B1	Com2	4	25.2	16	30	25	67
839	10	B1	Carry	3	27.4	14	30	25	67	865	10	B1	Lift2	4	28.05	15	30.5	25	64
840	10	B2	Lower2	3	33.2	12	28.5	24	70	866	10	B1	Pull1	4	69.95	10	29	24	66
841	10	B2	Pull1	3	44.6	11	29	24	66	867	10	B2	Lower1	4	34.9	11	28.5	24	70
842	10	B1	Com2	3	25.7	17	29	24	66	868	10	B1	Push2	4	62	9	30	25	67
843	10	B1	Lift2	3	28.9	14	30	25	67	869	10	B2	Com1	4	22.7	16	30	26	73
844	10	B1	Pull1	3	71.1	10	28.5	24	70	870	10	B2	Lift2	4	27.6	14	29	24	66
845	10	B2	Lower1	3	35.15	12	30.5	26	71	871	10	B2	Push 1	4	68.05	8	29	24	66
846	10	B1	Push2	3	63.2	10	29.5	24	63	872	10	B2	Com2	4	22.1	18	31	27	73
847	10	B2	Com1	3	24.65	15	30	25	67	873	10	B2	Carry	4	26.3	15	30	26	73
848	10	B2	Lift2	3	27.9	14	29	25	72	874	10	B2	Push2	4	65.25	8	29	24	66
849	10	B2	Push 1	3	69.3	8	29.5	24	63	875	10	B1	Lift1	4	32.6	12	30	25.5	70
850	10	B2	Com2	3	21.7	18	31	26.5	70	876	10	B1	Com1	4	26.25	16	30.5	26	71
851	10	B2	Carry	3	27.35	14	30	25	67	877	10	B2	Lift1	4	34	13	29	24	66
852	10	B2	Push2	3	63.3	8	28.5	24	70	878	10	B1	Lower2	4	34.6	12	30.5	25	64
853	10	B1	Lift1	3	32.15	13	29	25	72	879	10	B2	Pull2	4	38.2	11	29	24	66
854	10	B1	Com1	3	27.05	16	30	25	67	880	10	B1	Pull2	4	56.2	10	29.5	24	63

หมายเหตุ

sub = ผู้ถูกทดสอบหมายเลข
Rep = การทดลองซ้ำครั้งที่
B1 = กล่องมีมือจับ
B2 = กล่องไม่มีมือจับ
Lift1 = LIFT F-K
Lift2 = LIFT K-S
Lower1 = LOWER K-F
Lower2 = LOWER S-K
Push1 = PUSH F
Push2 = PUSH S
Pull1 = PULL F
Pull2 = PULL S

ภาคผนวก ง. 2 ข้อมูลการทดลองตามแนวทางชีวกลศาสตร์ แสดงค่าโมเมนต์และ แรงกดอัด

ID	Sub	Box	TASKS	Moment	Force	ID	Sub	Box	TASKS	Moment	Force
1	1	B1	COM1 Lift	233.31	4635.81	31	2	B1	COM 2 Lower	120.59	3206.34
2	1	B1	COM1 Carry	53.13	1665.12	32	2	B1	LIFT K-S	127.63	3086.50
3	1	B1	COM1 Lower	181.24	3549.22	33	2	B1	LOWER S-K	150.88	3643.17
4	1	B1	LIFT F-K	219.62	4703.57	34	2	B2	COM1 Lift	208.86	4092.09
5	1	B1	LOWER K-S	242.62	4802.29	35	2	B2	COM1 Carry	76.93	2126.70
6	1	B1	CARRY	46.57	1561.78	36	2	B2	COM1 Lower	217.02	4392.30
7	1	B1	COM 2 Lift	121.16	2986.59	37	2	B2	LIFT F-K	244.67	4739.08
8	1	B1	COM 2 Carry	49.15	1475.69	38	2	B2	LOWER K-S	223.36	4466.41
9	1	B1	COM 2 Lower	98.44	2449.75	39	2	B2	CARRY	87.42	2376.97
10	1	B1	LIFT K-S	117.16	2931.70	40	2	B2	COM 2 Lift	109.29	2295.72
11	1	B1	LOWER S-K	120.12	2974.33	41	2	B2	COM 2 Carry	75.24	2001.66
12	1	B2	COM1 Lift	181.45	3573.16	42	2	B2	COM 2 Lower	161.92	4215.65
13	1	B2	COM1 Carry	58.29	1774.51	43	2	B2	LIFT K-S	89.14	2328.01
14	1	B2	COM1 Lower	184.78	3662.96	44	2	B2	LOWER S-K	155.24	3748.69
15	1	B2	LIFT F-K	201.29	3970.48	45	3	B1	COM1 Lift	225.06	4393.06
16	1	B2	LOWER K-S	119.51	2927.82	46	3	B1	COM1 Carry	47.37	1500.00
17	1	B2	CARRY	61.57	1831.42	47	3	B1	COM1 Lower	211.22	4046.95
18	1	B2	COM 2 Lift	110.97	2745.82	48	3	B1	LIFT F-K	229.32	4529.04
19	1	B2	COM 2 Carry	59.09	1794.15	49	3	B1	LOWER K-S	229.86	4593.82
20	1	B2	COM 2 Lower	115.89	2809.54	50	3	B1	CARRY	54.46	1724.51
21	1	B2	LIFT K-S	88.11	2334.42	51	3	B1	COM 2 Lift	89.39	2578.92
22	1	B2	LOWER S-K	107.02	2719.96	52	3	B1	COM 2 Carry	40.83	1342.31
23	2	B1	COM1 Lift	219.75	4356.12	53	3	B1	COM 2 Lower	90.04	2481.48
24	2	B1	COM1 Carry	62.63	1860.95	54	3	B1	LIFT K-S	108.69	2675.48
25	2	B1	COM1 Lower	221.42	4550.25	55	3	B1	LOWER S-K	90.25	2350.95
26	2	B1	LIFT F-K	231.45	5246.27	56	3	B2	COM1 Lift	191.31	3604.29
27	2	B1	LOWER K-S	251.72	5023.73	57	3	B2	COM1 Carry	58.04	1730.49
28	2	B1	CARRY	67.75	1987.65	58	3	B2	COM1 Lower	165.01	3278.42
29	2	B1	COM 2 Lift	130.51	3143.34	59	3	B2	LIFT F-K	239.66	4581.13
30	2	B1	COM 2 Carry	56.11	1699.70	60	3	B2	LOWER K-S	222.67	4273.34

ID	Sub	Box	TASKS	Moment	Force	ID	Sub	Box	TASKS	Moment	Force
61	3	B2	CARRY	64.74	1896.75	91	5	B1	COM1 Lower	318.68	6216.34
62	3	B2	COM 2 Lift	98.51	2522.78	92	5	B1	LIFT F-K	325.74	6313.82
63	3	B2	COM 2 Carry	49.77	1526.06	93	5	B1	LOWER K-S	361.45	7038.11
64	3	B2	COM 2 Lower	93.57	2338.80	94	5	B1	CARRY	89.00	2587.74
65	3	B2	LIFT K-S	117.46	2935.66	95	5	B1	COM 2 Lift	139.08	3476.93
66	3	B2	LOWER S-K	120.50	3003.13	96	5	B1	COM 2 Carry	69.25	2105.88
67	4	B1	COM1 Lift	243.31	4878.76	97	5	B1	COM 2 Lower	123.89	3606.40
68	4	B1	COM1 Carry	74.00	1999.94	98	5	B1	LIFT K-S	184.71	4338.79
69	4	B1	COM1 Lower	228.82	4498.21	99	5	B1	LOWER S-K	145.15	3659.96
70	4	B1	LIFT F-K	251.78	4882.67	100	5	B2	COM1 Lift	275.97	5273.54
71	4	B1	LOWER K-S	285.74	5579.18	101	5	B2	COM1 Carry	98.39	2846.37
72	4	B1	CARRY	79.15	2127.63	102	5	B2	COM1 Lower	276.51	5236.40
73	4	B1	COM 2 Lift	108.00	2879.11	103	5	B2	LIFT F-K	312.36	5833.22
74	4	B1	COM 2 Carry	71.33	1933.72	104	5	B2	LOWER K-S	286.62	5508.17
75	4	B1	COM 2 Lower	128.10	3457.76	105	5	B2	CARRY	109.52	3107.93
76	4	B1	LIFT K-S	106.28	2712.13	106	5	B2	COM 2 Lift	176.42	4180.91
77	4	B1	LOWER S-K	132.47	3530.96	107	5	B2	COM 2 Carry	74.67	2289.52
78	4	B2	COM1 Lift	233.37	4386.21	108	5	B2	COM 2 Lower	192.75	4457.32
79	4	B2	COM1 Carry	80.36	2193.81	109	5	B2	LIFT K-S	141.42	3436.73
80	4	B2	COM1 Lower	202.71	3851.82	110	5	B2	LOWER S-K	166.05	4095.74
81	4	B2	LIFT F-K	285.72	4903.81	111	6	B1	COM1 Lift	267.21	5298.76
82	4	B2	LOWER K-S	268.18	5132.1	112	6	B1	COM1 Carry	60.10	1731.93
83	4	B2	CARRY	85.67	2324.48	113	6	B1	COM1 Lower	271.07	5720.75
84	4	B2	COM 2 Lift	119.72	2990.81	114	6	B1	LIFT F-K	328.98	6471.11
85	4	B2	COM 2 Carry	71.91	1985.92	115	6	B1	LOWER K-S	290.66	5634.63
86	4	B2	COM 2 Lower	193.56	2756.42	116	6	B1	CARRY	66.60	1891.51
87	4	B2	LIFT K-S	130.54	3502.52	117	6	B1	COM 2 Lift	161.80	3938.01
88	4	B2	LOWER S-K	135.21	3461.29	118	6	B1	COM 2 Carry	57.37	1665.00
89	5	B1	COM1 Lift	271.63	5427.41	119	6	B1	COM 2 Lower	135.15	3283.7
90	5	B1	COM1 Carry	81.83	2413.1	120	6	B1	LIFT K-S	109.38	3039.39

ID	Sub	Box	TASKS	Moment	Force	ID	Sub	Box	TASKS	Moment	Force
121	6	B1	LOWER S-K	140.70	3525.31	151	7	B2	COM 2 Carry	64.68	1980.76
122	6	B2	COM1 Lift	239.50	4796.23	152	7	B2	COM 2 Lower	125.94	3030.11
123	6	B2	COM1 Carry	75.12	2168.1	153	7	B2	LIFT K-S	136.55	3429.11
124	6	B2	COM1 Lower	236.76	4557.75	154	7	B2	LOWER S-K	162.87	3903.70
125	6	B2	LIFT F-K	325.77	6320.66	155	8	B1	COM1 Lift	248.39	4985.09
126	6	B2	LOWER K-S	309.63	5860.93	156	8	B1	COM1 Carry	39.34	1405.86
127	6	B2	CARRY	78.72	2253.05	157	8	B1	COM1 Lower	248.03	4787.20
128	6	B2	COM 2 Lift	153.91	3710.93	158	8	B1	LIFT F-K	225.40	4375.09
129	6	B2	COM 2 Carry	68.71	2016.4	159	8	B1	LOWER K-S	264.01	5164.45
130	6	B2	COM 2 Lower	164.19	3983.89	160	8	B1	CARRY	37.22	1349.87
131	6	B2	LIFT K-S	132.83	4462.27	161	8	B1	COM 2 Lift	130.15	3203.55
132	6	B2	LOWER S-K	168.20	4162.48	162	8	B1	COM 2 Carry	34.12	1268.07
133	7	B1	COM1 Lift	225.30	4441.36	163	8	B1	COM 2 Lower	129.66	3286.28
134	7	B1	COM1 Carry	51.38	1641.66	164	8	B1	LIFT K-S	128.23	3316.93
135	7	B1	COM1 Lower	251.80	5002.47	165	8	B1	LOWER S-K	122.27	3126.47
136	7	B1	LIFT F-K	251.62	4914.79	166	8	B2	COM1 Lift	241.02	4679.36
137	7	B1	LOWER K-S	300.17	5908.62	167	8	B2	COM1 Carry	73.01	2167.09
138	7	B1	CARRY	54.91	1727.84	168	8	B2	COM1 Lower	251.75	4935.94
139	7	B1	COM 2 Lift	138.64	3352.78	169	8	B2	LIFT F-K	226.00	4373.23
140	7	B1	COM 2 Carry	45.58	1499.72	170	8	B2	LOWER K-S	281.25	5500.28
141	7	B1	COM 2 Lower	121.98	3025.44	171	8	B2	CARRY	76.88	2261.38
142	7	B1	LIFT K-S	131.60	3408.02	172	8	B2	COM 2 Lift	152.22	3639.54
143	7	B1	LOWER S-K	197.64	4554.06	173	8	B2	COM 2 Carry	68.31	2052.59
144	7	B2	COM1 Lift	220.45	4253.92	174	8	B2	COM 2 Lower	119.92	3311.62
145	7	B2	COM1 Carry	71.76	2159.79	175	8	B2	LIFT K-S	125.01	3301.89
146	7	B2	COM1 Lower	216.15	4394.41	176	8	B2	LOWER S-K	130.33	3263.61
147	7	B2	LIFT F-K	268.92	5217.16	177	9	B1	COM1 Lift	285.11	5647.73
148	7	B2	LOWER K-S	260.47	5147.39	178	9	B1	COM1 Carry	80.14	2341.86
149	7	B2	CARRY	77.67	2306.34	179	9	B1	COM1 Lower	268.56	5297.79
150	7	B2	COM 2 Lift	174.19	4096.52	180	9	B1	LIFT F-K	254.86	5001.90

ID	Sub	Box	TASKS	Moment	Force	ID	SUB	BOX	TASKS	Moment	Force
181	9	B1	LOWER K-S	291.64	5723.35	201	10	B1	COM1 Lower	191.17	3694.67
182	9	B1	CARRY	88.85	2559.06	202	10	B1	LIFT F-K	206.31	4049.62
183	9	B1	COM 2 Lift	130.32	3237.75	203	10	B1	LOWER K-S	278.00	5474.61
184	9	B1	COM 2 Carry	71.21	2118.95	204	10	B1	CARRY	46.78	1398.94
185	9	B1	COM 2 Lower	109.39	2883.58	205	10	B1	COM 2 Lift	102.74	2651.32
186	9	B1	LIFT K-S	123.26	3083.15	206	10	B1	COM 2 Carry	43.74	1324.82
187	9	B1	LOWER S-K	121.30	3124.87	207	10	B1	COM 2 Lower	175.53	3392.71
188	9	B2	COM1 Lift	259.35	5109.73	208	10	B1	LIFT K-S	92.98	2699.38
189	9	B2	COM1 Carry	89.39	2599.05	209	10	B1	LOWER S-K	152.27	3728.60
190	9	B2	COM1 Lower	234.42	4461.94	210	10	B2	COM1 Lift	217.53	4134.71
191	9	B2	LIFT F-K	224.67	4250.78	211	10	B2	COM1 Carry	59.18	1763.39
192	9	B2	LOWER K-S	232.96	3481.43	212	10	B2	COM1 Lower	172.22	3229.96
193	9	B2	CARRY	91.71	2654.84	213	10	B2	LIFT F-K	265.65	5127.07
194	9	B2	COM 2 Lift	129.84	3236.25	214	10	B2	LOWER K-S	213.32	3984.44
195	9	B2	COM 2 Carry	83.31	2452.6	215	10	B2	CARRY	67.05	1950.94
196	9	B2	COM 2 Lower	135.35	3456.79	216	10	B2	COM 2 Lift	128.05	3153.30
197	9	B2	LIFT K-S	130.15	3325.94	217	10	B2	COM 2 Carry	56.50	1695.73
198	9	B2	LOWER S-K	125.45	3311.08	218	10	B2	COM 2 Lower	130.30	3633.71
199	10	B1	COM1 Lift	178.91	3537.09	219	10	B2	LIFT K-S	107.68	2551.03
200	10	B1	COM1 Carry	46.02	1384.25	220	10	B2	LOWER S-K	138.12	3464.51

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ. ข้อมูลสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบในงานวิจัย

การวัดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หมวด		MEAN	SD	MIN	MAX
1.	ความสูง	153.30	4.59	147.05	163.15
2.	ความสูงคอ	129.64	3.99	124.85	137.60
3.	ความสูงตา	142.28	4.23	137.60	151.65
4.	ความสูงปุ่มหัวไหล่	126.09	4.22	120.15	135.30
5.	ความสูงเอว	93.62	6.33	81.55	103.75
6.	ความสูงขณะคุกเข่า	115.38	2.98	111.40	121.55
7.	ความสูงขณะเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ	183.24	5.95	175.45	194.55
8.	ระยะระหว่างแขนทั้งสองข้างขณะเหยียดขึ้นเหนือศีรษะ	32.80	3.02	28.75	38.65
9.	ระยะเหยียดแขนขณะที่ลำตัวตั้งตรง	76.92	3.15	72.20	83.35
10.	ระยะเหยียดแขนขณะที่ลำตัวตั้งตรงไหล่เอียง	88.22	4.06	83.60	95.75
11.	ระยะต้นคอถึงปุ่มหัวไหล่	17.59	1.97	15.25	19.85
12.	ความกว้างของหลัง	66.88	3.89	62.45	74.45
13.	เส้นรอบศีรษะ	53.23	1.11	51.35	55.35
14.	เส้นรอบคอ	30.31	1.19	28.40	32.25
15.	เส้นรอบไหล่	97.06	6.03	89.90	106.15
16.	เส้นรอบอก	81.79	4.71	75.55	91.80
17.	เส้นรอบเอว	65.81	6.49	58.85	78.85
18.	เส้นรอบสะโพก	88.01	4.61	82.50	95.35
19.	เส้นรอบโคนขา	49.66	3.95	44.00	55.75
20.	เส้นรอบน่อง	32.31	1.82	29.70	34.55
21.	เส้นรอบกล้ามเนื้อส่วนบนขณะงอแขน	24.97	2.00	21.15	27.35
22.	เส้นรอบกล้ามเนื้อส่วนล่างขณะงอแขน	22.80	1.33	20.30	24.55

การวัดสัดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

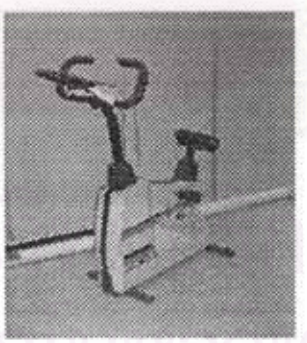
หมวด	MEAN	SD	MIN	MAX
23. ความยาวของเอวด้านหน้า	31.04	2.17	27.65	35.15
24. ความยาวของเอวด้านหลัง	37.16	1.76	34.75	40.85
25. เส้นรอบลำตัวตามแนวตั้งขณะยืน	143.09	5.42	136.85	153.05
26. ความกว้างของหน้า	11.29	0.68	9.80	12.20
27. ความยาวของหน้า	17.74	0.88	16.40	19.45
28. ความยาวของศีรษะ	16.65	0.64	15.85	17.80
29. ความกว้างของมือ	7.39	0.32	6.95	8.00
30. ความยาวของมือ	16.87	0.80	15.55	18.15
31. ความกว้างของเท้า	9.38	0.76	8.15	10.55
32. ความยาวของเท้า	23.27	0.81	22.50	25.25
33. ระยะระหว่างข้อศอกถึงปลายนิ้ว	42.40	2.03	39.15	46.25
34. ระยะข้อศอกถึงกลางฝ่ามือ	31.88	1.73	29.15	35.15
35. ระยะข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่	32.11	1.89	30.40	36.60
36. ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง	37.51	3.05	32.95	41.30
37. ระยะโคนแขนส่วนบนทั้งสองข้าง	39.62	2.61	35.70	42.78
38. ระยะข้อพับด้านในของเข่าถึงก้น	41.76	2.29	38.30	44.65
39. ระยะเข่าถึงก้น	52.06	2.05	49.30	55.00
40. ความกว้างของโคนขาขณะนั่ง	33.43	2.33	30.75	37.95
41. ความสูงใต้ขาอ่อนท่านั่ง	39.19	3.59	34.35	43.10
42. ความสูงขณะนั่ง	81.21	2.80	76.75	86.15
43. ความสูงตาขณะนั่ง	69.70	3.39	62.45	74.20
44. น้ำหนัก (กิโลกรัม)	49.39	6.23	41.20	60.00

ภาพผนวก ฉ.

รูปภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

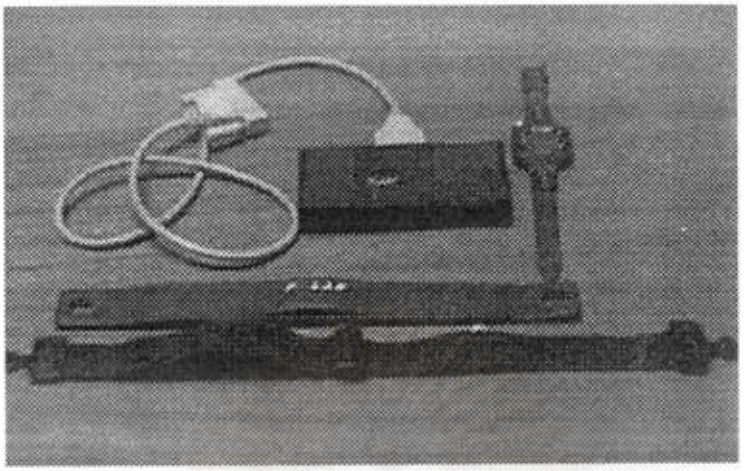
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ฉ. 1 เครื่องมือวัดสัดส่วนร่างกาย (Martin Type Anthropometer)

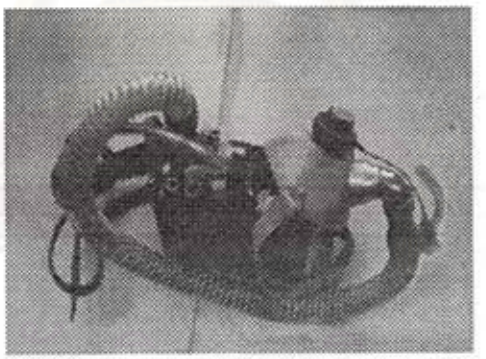


รูปที่ ฉ. 2 จักรยานออกกำลังปรับภาระงานได้ (Bodyguard 990)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



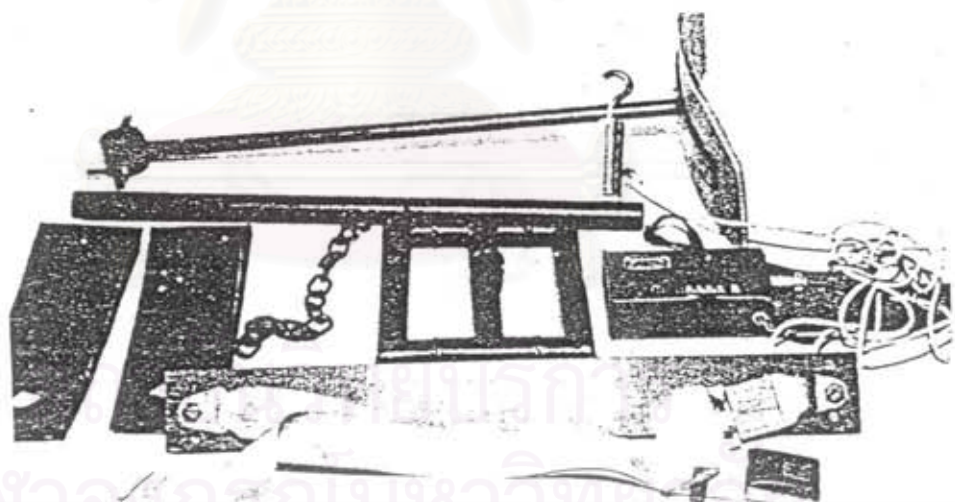
รูปที่ ฉ. 3 เครื่องบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ (Sport Tester, Polar 77056, Finland)



รูปที่ ฉ. 4 เครื่องวัดอัตราการใช้ออกซิเจน (Oxylog, P.K. Morgan Ltd.)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ฉ. 5 ชุดเครื่องมือวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อ



รูปที่ ฉ. 6 ชุดเครื่องวัดแรงดึงเพื่อใช้ในการวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ฉ. 7 เครื่องมือวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อมือ

รูปที่ ฉ. 8 นาฬิกาจับเวลา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ฉ. 9 ชุดทดสอบการยกของปรับระดับความสูงได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช.

การวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช.

การวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อ

กำลังสถิตของกล้ามเนื้อหลัง

ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงไม่เกร็งกล้ามเนื้อช่องท้อง และกล้ามเนื้อกระดูกเชิงกรานเพื่อออกแรงดันห่วงหนังของเครื่องเหนี่ยวรั้งลำตัว ก่อนการทดสอบต้องปรับเครื่องเหนี่ยวรั้งลำตัวให้อยู่ในระดับความสูงที่ผู้ถูกทดสอบสามารถเกร็งกล้ามเนื้อช่องท้องและกล้ามเนื้อกระดูกเชิงกรานดันห่วงหนังได้อย่างสบาย โดยห่วงหนังจะอยู่ด้านหลังในระดับกระดูกสะบัก ปลายของเครื่องวัดแรงดึงทั้งสองด้านจะมีห่วงต่อกับห่วงหนังและเสาเหนี่ยวรั้งลำตัวที่อยู่ด้านหน้า เครื่องวัดแรงดึงและห่วงทั้งสองต้องอยู่ระนาบตั้งฉากกับลำตัว

การทดสอบกำลังสถิตของกล้ามเนื้อหลังนี้จะให้ผู้ถูกทดสอบใช้หลังออกแรงในแนวนอนดันห่วงของเครื่องเหนี่ยวรั้งลำตัวไปทางด้านหลัง โดยที่ลำตัวและเข่าทั้งสองข้างของผู้ถูกทดสอบต้องเหยียดตรง แขนและขาของผู้ถูกทดสอบขนานกับลำตัว และเท้าทั้งสองข้างต้องยืนอยู่บนพื้น (ไม่ยืนเขย่งเท้า)

กำลังสถิตของกล้ามเนื้อแขน

ก่อนการทดสอบต้องปรับความสูงของด้ามเครื่องมือทดสอบให้อยู่ในระดับที่แขนส่วนล่างของผู้ถูกทดสอบงอทำมุม 90 องศา กับแขนส่วนบนในขณะที่มือทั้งสองข้างจับด้ามเครื่องมือทดสอบ (ด้ามเครื่องมือทดสอบตั้งฉากกับลำตัวของผู้ถูกทดสอบ แขนส่วนบนทั้งสองข้างของผู้ถูกทดสอบจะอยู่ในแนวตั้ง ขนานและติดลำตัว) การทดสอบผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรง ขาและหลังตั้งตรงไม่งอและเท้าทั้งสองสัมผัสกับพื้น (ไม่ยืนเขย่งเท้า) ปลายของเครื่องวัดแรงดึงด้านหนึ่งต่อกับด้ามเครื่องมือทดสอบ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อกับพื้นกระดานที่ผู้ทดสอบยืนอยู่ จากนั้นให้ผู้ทดสอบใช้มือทั้งสองข้างออกแรงในแนวตั้งยกด้ามเครื่องมือทดสอบขึ้น โดยที่ไหล่ทั้งสองข้างไม่เคลื่อนที่

กำลังสถิตของกล้ามเนื้อขา

ผู้ถูกทดสอบต้องยืนบนพื้นกระดานเครื่องมือทดสอบโดยงอเข่าทั้งสองให้ทำมุม 120 องศา หลังและก้นสัมผัสและอยู่ในระนาบที่ขนานกับผนัง แขนส่วนบนทั้งสองข้างอยู่ในแนวตั้งติดกับลำตัว มือทั้งสองจับด้ามเครื่องมือทดสอบ (ปลายของเครื่องวัดแรงดึงด้านหนึ่งต่อกับด้ามเครื่องมือทดสอบ

ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อกับพื้นกระดานที่ผู้ทดสอบยืนอยู่) ซึ่งด้ามเครื่องมือทดสอบอยู่ด้านหลังและอยู่สูงจากพื้นกระดานในระดับที่ทำให้ผู้ถูกทดสอบยืนงอเข่าทำมุม 120 องศา จากนั้นให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงในแนวตั้งยกด้ามเครื่องมือทดสอบขึ้นโดยใช้แรงดันจากส้นเท้าทั้งสองและขณะออกแรงเท้าทั้งสองข้างต้องสัมผัสกับพื้น (ไม่ยืนเขย่งเท้า) หลังและก้นอยู่ในระนาบที่ขนานกับผนัง

กำลังสถิตของกล้ามเนื้อไหล่

ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงบนพื้นกระดานเครื่องมือทดสอบ แขนส่วนบนทั้งสองข้างสอดเข้าไปในห่วงหนังซึ่งต่อจากเครื่องวัดแรงดึง (ปลายอีกด้านหนึ่งของเครื่องวัดแรงดึงต่อกับพื้นกระดานที่ผู้ถูกทดสอบยืนอยู่) และห่วงหนังนี้จะอยู่สูงจากพื้นกระดานในระดับที่ทำให้แขนส่วนบนทั้งสองข้างขนานกับพื้นกระดาน ส่วนแขนส่วนล่างนั้นงอทำมุมฉากกับแขนส่วนบน เท้าทั้งสองข้างสัมผัสกับพื้นกระดานเครื่องมือทดสอบ (ไม่เขย่งเท้า) ขาและหลังตั้งตรงจากนั้นให้ผู้ถูกทดสอบใช้ไหล่ออกแรงในแนวตั้งยกห่วงหนังขึ้นและขณะออกแรงต้องไม่ยืนเขย่งเท้า ขาและหลังยังตั้งตรงตลอดเวลาที่ทดสอบ

กำลังสถิตของกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ

ปรับด้ามเครื่องมือทดสอบให้สูงขึ้นจากพื้นกระดานเครื่องมือทดสอบ 15 นิ้ว (ความสูงจากพื้นกระดานเครื่องมือทดสอบไปยังระนาบที่ต่ำที่สุดของด้ามเครื่องมือทดสอบ) ให้ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่ากึ่งนั่งกึ่งยืน โดยมีด้ามเครื่องมือทดสอบอยู่ระหว่างขาทั้งสองข้าง ข้อศอกเหยียดตรง มือทั้งสองข้างจับด้ามเครื่องมือทดสอบ เท้าทั้งสองอยู่บนพื้นกระดานเครื่องมือทดสอบโดยไม่เขย่งเท้า ปลายของเครื่องวัดแรงดึงด้านหนึ่งต่อกับด้ามของเครื่องมือทดสอบส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อกับพื้นกระดานเครื่องมือทดสอบ จากนั้นให้ผู้ถูกทดสอบใช้เข่าทั้งสองข้างและลำตัวออกแรงในแนวตั้งยกด้ามทดสอบขึ้น

กำลังสถิตของกล้ามเนื้อมือ

การวัดกำลังสถิตของกล้ามเนื้อมือจะใช้เครื่องวัดโดยเฉพาะซึ่งเรียกว่า Grip dynamometer ผู้ถูกทดสอบจะต้องยืนตัวตรงหน้าตรง ปล่อยแขนขนานลำตัว ถือเครื่องมือวัดไว้ในมือ เครื่องมือวัดนี้จะสามารถปรับระยะห่างได้ เพื่อให้พอดีกับมือของผู้ถูกทดสอบ ขณะทดสอบผู้ถูกทดสอบจะต้องออกแรงบีบอย่างเต็มที่โดยยังคงยืนตัวตรงหน้าตรง เครื่องวัดนี้จะแสดงผลออกมาเป็นตัวเลขบอกค่ากำลังสถิต

ภาคผนวก ซ.

การวัดสัดส่วนร่างกาย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช.

การวัดสัดส่วนร่างกายตำแหน่งต่าง ๆ

1. ความสูง

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : แอนโทรโพมิเตอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงเท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักตัวกระจายบนเท้าทั้งสองเท้าเท่ากัน

วิธีดำเนินการ : เลื่อนแขนของแอนโทรโพมิเตอร์มาไว้บนศีรษะผู้ถูกทดสอบ เพื่อวัดระยะตามแนวตั้งจากพื้นที่ยืนไปยังแขนของแอนโทรโพมิเตอร์

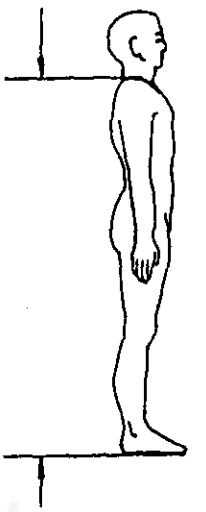
2. ความสูงคอ

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : แอนโทรโพมิเตอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงเท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักตัวกระจายบนเท้าทั้งสองเท้าเท่ากัน

วิธีดำเนินการ : ใช้แอนโทรโพมิเตอร์มาไว้วัดระยะตามแนวตั้งจากพื้นที่ยืนไปยังคอ



3. ความสูงตา

ตำแหน่งที่หมาย : ดวงตาข้างขวา

เครื่องมือวัด : แอนโทรโพมิเตอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงเท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักตัวกระจายบนเท้าทั้งสองเท้าเท่ากัน

วิธีดำเนินการ : ใช้แอนโทรโพมิเตอร์มาไว้วัดระยะตามแนวตั้งจากพื้นที่ยืนไปยังดวงตาขวา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

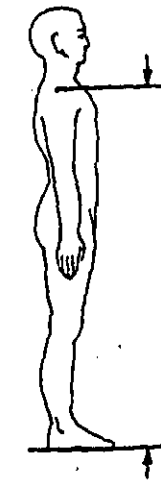
4. ความสูงปุ่มหัวไหล่

ตำแหน่งที่หมาย : ปุ่มหัวไหล่ขวา

เครื่องมือวัด : แอนโทรโพมิเตอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงเท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักตัวกระจายบนเท้าทั้งสองเท้าเท่ากันและหน้ามองตรง

วิธีดำเนินการ : ใช้แอนโทรโพมิเตอร์วัดระยะตามแนวตั้งจากพื้นที่ยืนไปยังปุ่มหัวไหล่ขวา



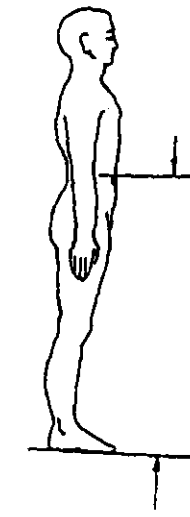
5. ความสูงเอว

ตำแหน่งที่หมาย : เอวด้านหน้า

เครื่องมือวัด : แอนโทรโพมิเตอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงเท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักตัวกระจายบนเท้าทั้งสองเท้าเท่ากัน

วิธีดำเนินการ : ใช้แอนโทรโพมิเตอร์วัดระยะตามแนวตั้งจากพื้นที่ยืนไปยังเอวด้านหน้า



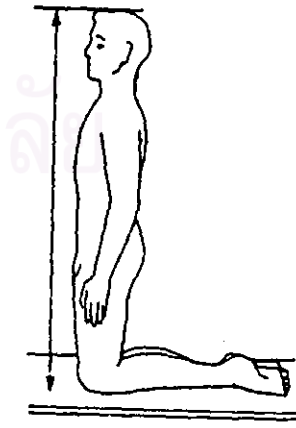
6. ความสูงขณะคุกเข่า

ตำแหน่งที่หมาย :

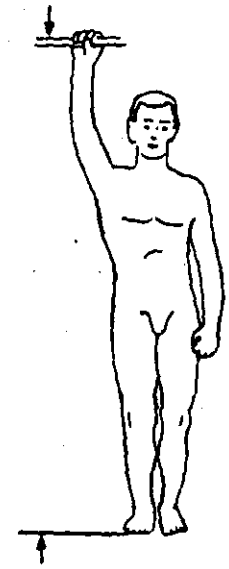
เครื่องมือวัด : แอนโทรโพมิเตอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบคุกเข่าบนพื้น เมสชัวริ่งบอร์ดนิ้วเท้ากางและสัมผัสกับผนังด้านหลัง ลำตัวตั้งตรง แขนทั้งสองห้อยลงอยู่ข้างตัว ศีรษะตั้งตรงอยู่ในระนาบแฟร็งค์ฟอร์ท

วิธีดำเนินการ : ใช้แอนโทรโพมิเตอร์วัดระยะตามแนวตั้งจากพื้นถึงส่วนบนสุดของศีรษะ



7. ความสูงในการเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ



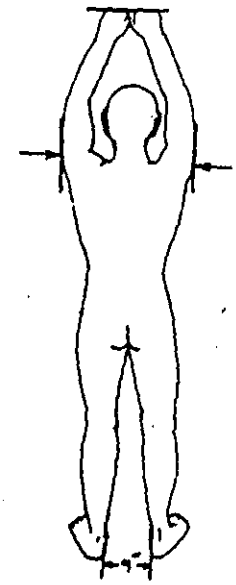
ตำแหน่งที่หมาย :

เครื่องมือวัด : เมสชัวริ่ง บล็อค

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนห่างจากผนัง 6 นิ้ว และเท้าทั้งสองอยู่ห่างกันประมาณ 9 นิ้ว ยกแขนขวาขึ้นเหนือศีรษะขณะที่กำมือ แขนเหยียดตรงและกระดูกข้อมือท่อนแรกขนานกับเพดาน

วิธีดำเนินการ : วัดระยะตามแนวตั้งที่สูงสุดจากพื้นที่ยืนไปยังปลายกระดูกข้อมือท่อนแรก โดยใช้เมสชัวริ่ง บล็อค

8. ระยะระหว่างแขนทั้งสองเมื่อเหยียดแขนขึ้นเหนือศีรษะ



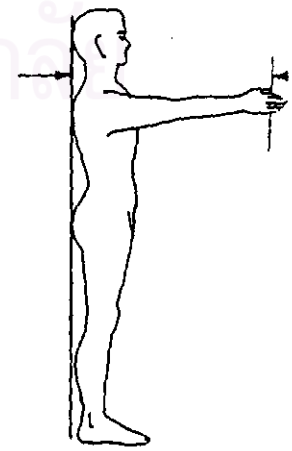
ตำแหน่งที่หมาย :

เครื่องมือวัด : บีม แคลิเปอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนห่างจากผนัง 6 นิ้ว และเท้าทั้งสองอยู่ห่างกันประมาณ 9 นิ้ว ยกแขนขวาขึ้นเหนือศีรษะขณะที่กำมือ แขนเหยียดตรงและกระดูกข้อมือท่อนแรกขนานกับเพดาน

วิธีดำเนินการ : ใช้บีม แคลิเปอร์ วัดระยะตามแนวนอนที่กว้างที่สุดจากแขนหรือไหล่ขวาไปยังแขนหรือไหล่ซ้าย

9. ระยะเหยียดแขนขณะที่ลำตัวตั้งตรง



ตำแหน่งที่หมาย :

เครื่องมือวัด : เมสชัวริ่ง บล็อก (Measuring Block)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนตรงที่มุมห้อง หน้ามองตรงไหล่ทั้งสองข้างติดกับผนัง ยกแขนและมือข้างขวาให้เหยียดตรงขนานกับระนาบแนวนอน

วิธีดำเนินการ : วัดระยะตามแนวนอนในระดับเดียว

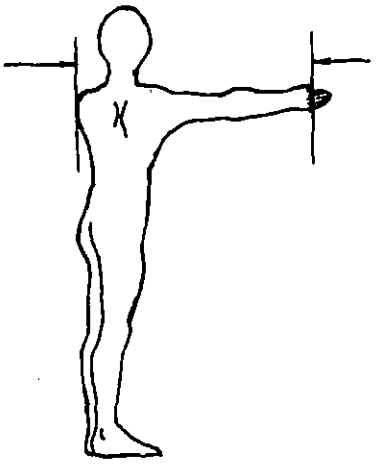
กันกับแขนที่เหยียดตรงจากผนังที่พิง
ไปยังปลายนิ้วหัวแม่มือ

10. ระยะเหยียดแขนขณะที่เอียงไหล่ขวาด้านหน้า

ตำแหน่งที่หมาย :

เครื่องมือวัด : เมสชัวริ่ง บล็อค

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนตรงที่มุมห้อง หน้ามองตรงไหล่ซ้ายติดผนังส่วนไหล่ขวาเอียงไปด้านหน้า ยกแขนและมือข้างขวาให้เหยียดตรงขนานกับระนาบแนวนอน โดยที่นิ้วหัวแม่มือขนานกับแขน



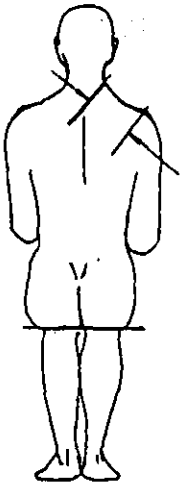
วิธีดำเนินการ : วัดระยะตามแนวนอนในระดับเดียวกับแขนที่เหยียดตรงจากผนังที่ไหล่ซ้ายพิงไปยังปลายนิ้วหัวแม่มือ

11. ระยะต้นคอถึงปุ่มหัวไหล่

ตำแหน่งที่หมาย : ต้นคอและปุ่มหัวไหล่ขวา

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนตรง ศีรษะตั้งตรงอยู่ในระนาบแฟร็งค์ฟอร์ท



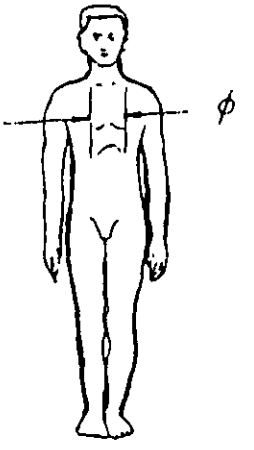
วิธีดำเนินการ : วัดระยะตามยาวบนไหล่ขวาจากต้นคอข้างขวาไปยังไปยังปุ่มหัวไหล่ขวาโดยใช้เทปวัด

12. ความกว้างของหลังวัดระหว่างหัวนมทั้งสอง

ตำแหน่งที่หมาย : หัวนมขวาและซ้าย

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนตรง หน้ามองตรง แขนทั้งสองอยู่ข้างลำตัว



วิธีดำเนินการ : ถือเทปวัดให้อยู่ในระนาบแนวนอนเพื่อวัดความกว้างของหลังจากหัวนมขวาไปยังหัวนมซ้าย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

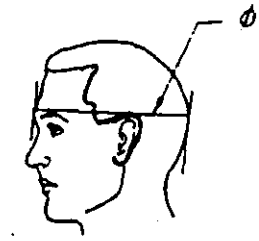
13. **เส้นรอบศีรษะ**

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ทดสอบอยู่ในท่านั่ง

วิธีดำเนินการ : เอาเทปวัดพันเหนือเส้นหน้าผากและศีรษะด้านหลังในตำแหน่งที่เส้นรอบศีรษะยาวที่สุด



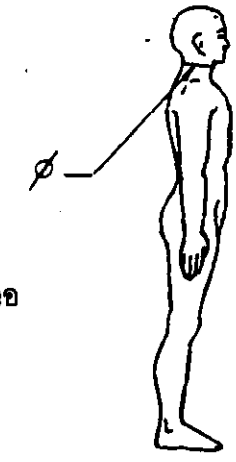
14. **เส้นรอบต้นคอ**

ตำแหน่งที่หมาย : ต้นคอ

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง ศีรษะตั้งตรงอยู่ในระนาบแฟร็งค์ฟอร์ท

วิธีดำเนินการ : ใช้เทปวัดพันรอบต้นคอ ระยะรอบต้นคอที่วัดได้คือเส้นรอบต้นคอ



15. **เส้นรอบไหล่**

ตำแหน่งที่หมาย : กล้ามเนื้อโคนแขนของแขนส่วนบนทั้งสองข้าง

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรง เท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักกระจายบนเท้าทั้งสองเท่ากัน หน้ามองตรง แขนทั้งสองห้อยลงข้างลำตัว ในลักษณะปกติ (ไม่เกร็งกล้ามเนื้อ)

วิธีดำเนินการ : ถือเทปวัดให้อยู่ในระนาบแนวนอน วัดเส้นรอบร่างกายที่ระดับกล้ามเนื้อโคนแขนของแขนส่วนบนทั้งสองข้าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

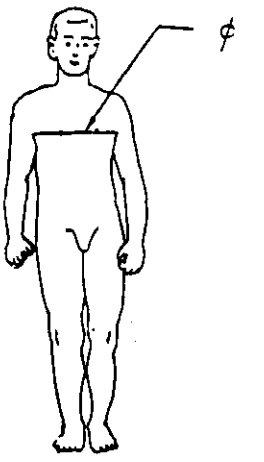
16. เส้นรอบอกที่ระดับราวนม

ตำแหน่งที่หมาย : ราวนม

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรง หน้ามองตรง เท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักกระจายบนเท้า ทั้งสองเท่ากัน และแขนกางห่างจากลำตัวทำให้สามารถพันเทปวัดรอบลำตัวได้

วิธีดำเนินการ : ถือเทปวัดให้อยู่ในระนาบที่ขนานกับพื้น พันเทปวัดรอบลำตัวที่ระดับราวนม ขณะวัดผู้ถูกทดสอบต้องหายใจเบา ๆ



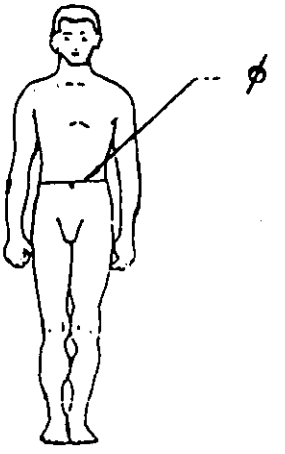
17. เส้นรอบเอว

ตำแหน่งที่หมาย : ระดับเอว

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรง หน้ามองตรง เท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักกระจายบนเท้าทั้งสองเท่ากัน

วิธีดำเนินการ : ถือเทปวัดให้อยู่ในระนาบแนวนอนวัดเส้นรอบลำตัวที่ระดับเอว ซึ่งขณะทำการวัดผู้ถูกทดสอบต้องหายใจเข้าเบา ๆ และไม่เกร็งกล้ามเนื้อ



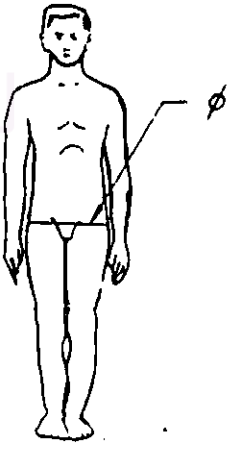
18. เส้นรอบสะโพก

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรง หน้ามองตรง เท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักกระจายบนเท้าทั้งลองเท่ากัน

วิธีดำเนินการ : เอาเทปวัดพันรอบสะโพกในแนวส่วนที่ก้นโปนออกมากที่สุด โดยเทปวัดไม่แน่นจนเกินไปซึ่งค่าที่ได้จะเป็นเส้นรอบสะโพก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

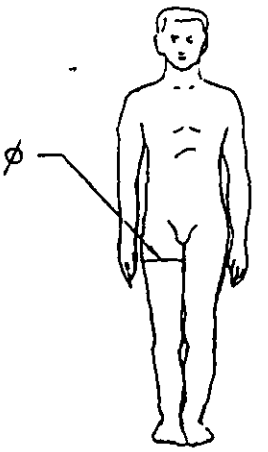
19. เส้นรอบโคนขาบน

ตำแหน่งที่หมาย : ร่องก้นที่ติดกับโคนขาบน

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงเท้าทั้งสองอยู่ห่างกันประมาณ 10 ซ.ม เพื่อให้น้ำหนักกระจายบนเท้าทั้งสองเท่ากัน

วิธีดำเนินการ : ถือเทปวัดให้อยู่ในระนาบตั้งฉากกับแนวแกนของโคนขาวัดเส้นรอบโคนขาที่ระดับต่ำกว่าร่องก้นที่ติดกับโคนขาบนเล็กน้อยถ้าร่องก้นเป็นร่องเว้าลึกต้องปรับตำแหน่งที่จะใช้เทปวัดพันรอบโคนขาให้เหมาะสม



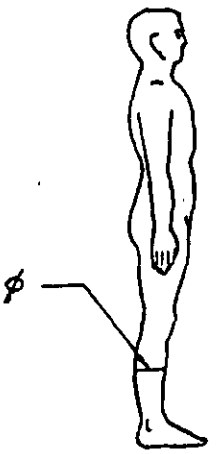
20. เส้นรอบน่อง

ตำแหน่งที่หมาย : น่อง

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงเท้าทั้งสองอยู่ห่างกันประมาณ 10 ซ.ม เพื่อให้น้ำหนักกระจายบนเท้าทั้งสองเท่ากัน

วิธีดำเนินการ : จับเทปวัดให้อยู่ในระนาบตั้งฉากกับแนวตั้งจากนั้นใช้เทปวัดรอบน่องขวาเพื่อวัดเส้นรอบน่อง



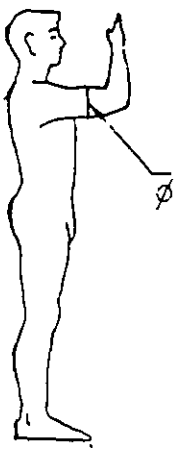
21. เส้นรอบโคนแขนของแขนส่วนล่างขณะงอแขน

ตำแหน่งที่หมาย : -

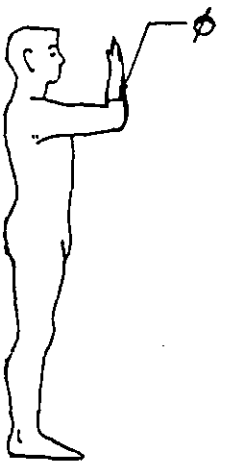
เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนพร้อมทั้งยกแขนขวาให้ขนานกับระนาบแนวนอน แล้วงอข้อศอกทำมุม 90 องศา

วิธีดำเนินการ : ใช้เทปวัดพันรอบโคนแขนของแขนส่วนล่างในตำแหน่งที่ใหญ่ที่สุดของแขน



22. เส้นรอบกล้ามเนื้อกลางแขนของแขนส่วนบนขณะงอแขน



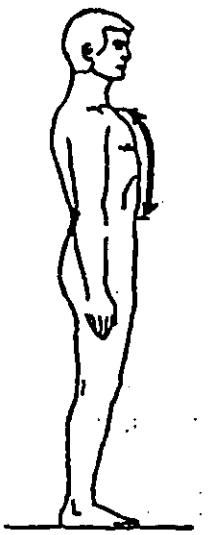
ตำแหน่งที่หมาย : กล้ามเนื้อกลางแขนของแขนส่วนบน

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนต้องยืนตรงเท้าทั้งสองชิดกัน เพื่อให้น้ำหนักกระจายบนเท้าทั้งสองเท่ากัน ยกแขนห่างจากลำตัวพอประมาณ เพื่อให้สามารถพันเทปวัดรอบแขนส่วนบนได้

วิธีดำเนินการ : ให้ผู้ถูกทดสอบหายใจเข้าเบา ๆ แล้วใช้เทปวัดพันรอบกล้ามเนื้อกลางแขนของแขนส่วนบน (วัดเฉพาะแขนขวา) เพื่อวัดเส้นรอบกล้ามเนื้อของแขนส่วนบน

23. ความยาวของเอวด้านหน้า



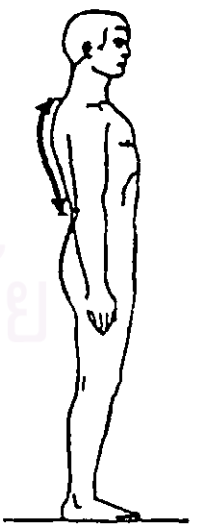
ตำแหน่งที่หมาย : เนื้อกระดูกสันอกและเอวด้านหน้า

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรงและหน้ามองตรง

วิธีดำเนินการ : ใช้เทปวัด วัดระยะจากตำแหน่งเหนือกระดูกสันอกไปยังเอวด้านหน้า

24. ความยาวของเอวด้านหลัง



ตำแหน่งที่หมาย : ต้นคอและเอวด้านหลัง

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนตรง ศีรษะตั้งตรงอยู่ในระนาบแฟร็งค์ฟอร์ท

วิธีดำเนินการ : ใช้เทปวัด วัดระยะตามแนวกระดูกสันหลังจากต้นคอไปยังเอวด้านหลัง

25. เส้นรอบตัวตามแนวตั้งในขณะยืน

ตำแหน่งที่หมาย : กลางไหล่ขวาและลำตัวด้านขวา

เครื่องมือวัด : เทปวัด

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบต้องยืนกางขาเล็กน้อย

วิธีดำเนินการ : เอาเทปวัดพาดระหว่างขาทั้งสองผ่านก้นด้านขวาหลัง กลางไหล่ขวา ลำตัวด้านขวาจากนั้นจะทำการวัดเส้นรอบตัวตามแนวตั้งในขณะยืน

โดยให้ผู้ถูกทดสอบหายใจเข้าเบา ๆ

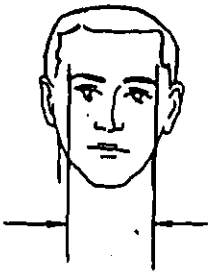
26. ความกว้างของหน้า (Bizygomatic)

ตำแหน่งที่หมาย : หางคิ้วขวาและหางคิ้วซ้าย

เครื่องมือวัด : สเพร็ดดิ้ง แคลิเปอร์ (Spreading Caliper)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่านั่ง

วิธีดำเนินการ : ใช้สเพร็ดดิ้ง แคลิเปอร์ วัดระยะตามแนวนอน จากหางคิ้วขวาไปยังหางคิ้วซ้าย



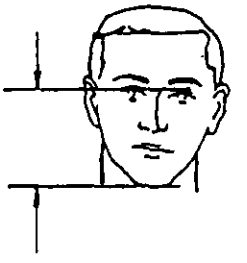
27. ความยาวของหน้า

ตำแหน่งที่หมาย : จุดต่ำสุดของคางและศีรษะ

เครื่องมือวัด : สไลดิ้ง แคลิเปอร์ (Sliding Caliper)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งไม่อ้าปากหรือเกร็งขากรรไกร

วิธีดำเนินการ : วัดระยะหางตามแนวตั้งจากจุดต่ำสุดของคางถึงศีรษะด้วย สไลดิ้ง แคลิเปอร์

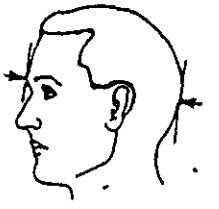


28. ความยาวศีรษะ

ตำแหน่งที่หมาย : ตำแหน่งระหว่างคิ้ว (แสกหน้า)

เครื่องมือวัด : สเพร็ดดิ้ง แคลิเปอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ใช้สเพร็ดดิ้ง แคลิเปอร์ วัดระยะที่ยาวที่สุดจากตำแหน่งระหว่างคิ้วไปยังท้ายทอยศีรษะ



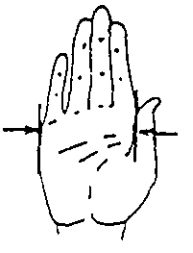
29. ความกว้างของมือ

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : สไลดิ้ง แคลิเปอร์ (Sliding Caliper)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่านั่ง วางฝ่ามือขวาให้แนบกับพื้นโต๊ะโดยที่นิ้วเหยียดตรงและชิดกัน

วิธีดำเนินการ : ใช้สไลดิ้ง แคลิเปอร์วัดความกว้างของมือระหว่าง ข้อต่อกระดูกฝ่ามือ กับกระดูกนิ้วมือที่ 2 และ 5



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

30. ความยาวของมือ

ตำแหน่งที่หมาย : ข้อมือ

เครื่องมือวัด : สไลดิ้ง แคลิเปอร์ (Sliding Caliper)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบอยู่ในท่านั่ง วางฝ่ามือให้แนบกับพื้นโต๊ะนิ้วเหยียดตรงและชิดกัน

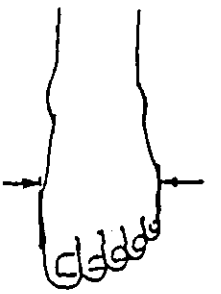
วิธีดำเนินการ : ใช้แขนของสไลดิ้ง แคลิเปอร์ ขนานกับแนวแกนของมือ แล้ววัดระยะจากข้อมือไปยังปลายนิ้วมือที่ยาวที่สุด

31. ความกว้างของเท้า

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : ฟุตบล็อค (Foot Block)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนตรง เท้าขวาวางบนฟุตบล็อค และเท้าซ้ายต้องยืนบนพื้นที่มีระดับความสูงเท่ากับเท้าขวาเพื่อให้น้ำหนักกระจายบเท้าทั้งสองเท่ากัน เท้าขวาต้องวางขนานกับด้านข้างของฟุตบล็อคส้นเท้าสัมผัส ขอบด้านหลังของ ฟุตบล็อค และตาตุ่มสัมผัสด้านข้างของฟุตบล็อค



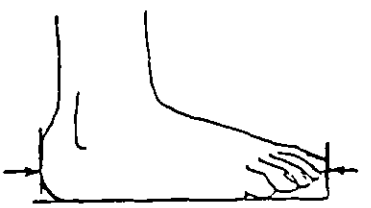
วิธีดำเนินการ : การวัดจะเลื่อนบล็อคให้สัมผัสกับเท้าส่วนที่กว้างที่สุดจากนั้นอ่านค่าความกว้างของเท้าตามสเกลบนฟุตบล็อค

32. ความยาวของเท้า

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : ฟุตบล็อค (Foot Block)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนตรง เท้าขวาวางบนฟุตบล็อค และเท้าซ้ายต้องยืนบนพื้นที่มีระดับความสูงเท่ากับเท้าขวาเพื่อให้น้ำหนักกระจายบนเท้าทั้งสองเท่ากัน เท้าขวาต้อง

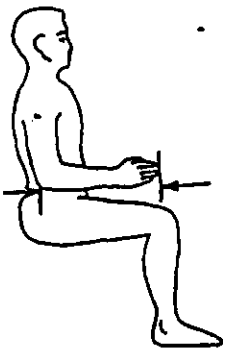


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วางขนานกับด้านข้างของฟุตบล็อคส้นเท้าสัมผัสขอบด้านหลังของฟุตบล็อคและตาตุ่มสัมผัสด้านข้างของฟุตบล็อค

วิธีดำเนินการ : การวัดจะเลื่อนบล็อคให้สัมผัสกับปลายเท้าส่วนที่ยาวที่สุดจากนั้นอ่านค่าความยาวของเท้าตามสเกลบนฟุตบล็อค

33. ระยะข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ



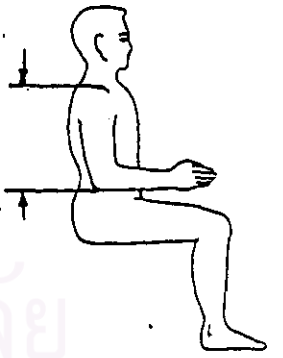
ตำแหน่งที่หมาย : ปลายข้อศอกและนิ้วมือที่ชิดกัน

เครื่องมือวัด : บีม แคลิเปอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง แขนส่วนบนห้อยลงตามสบาย แขนส่วนล่างและมือยื่นไปด้านหน้าลำตัวในลักษณะขนานกับพื้น

วิธีดำเนินการ : ใช้ บีม แคลิเปอร์ วัดระยะตามแนวนอนจากปลายข้อศอกไปยังปลายนิ้วมือของแขนขวา

35. ระยะข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่



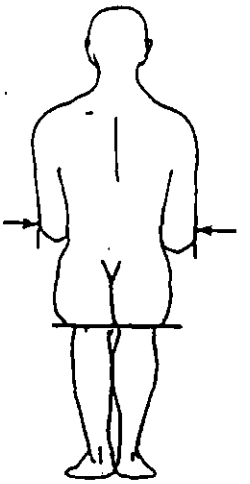
ตำแหน่งที่หมาย : ปุ่มหัวไหล่และปลายข้อศอกของแขนข้างขวา

เครื่องมือวัด : บีม แคลิเปอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง แขนส่วนบนห้อยลง ตามสบาย แขนส่วนล่างและมือยื่นออกไปด้านหน้าลำตัวในลักษณะขนานกับแนวนอน

วิธีดำเนินการ : ใช้ บีม แคลิเปอร์ วัดระยะตามแนวตั้งจากปุ่มหัวไหล่ไปยังปลายข้อศอกของแขนข้างขวา

36. ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง



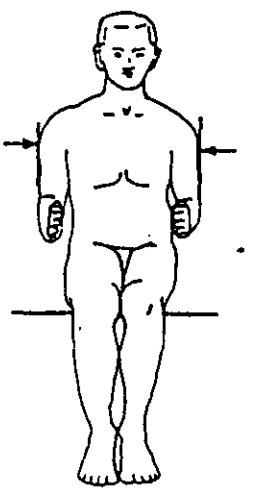
ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : แอนโทรโพมิเตอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง แขนส่วนบนห้อยลงตามสบาย (แขนทั้งสองข้างอยู่ข้างลำตัว) แขนส่วนล่างขนานกับพื้นและข้อศอกอยู่ชิดลำตัว

วิธีดำเนินการ : ใช้แอนโทรโพมิเตอร์วัดระยะตามแนวนอนจากข้อศอกด้านนอก (ด้านที่ไม่ติดกับลำตัว) ข้างขวาไปยังข้อศอกด้านนอกข้างซ้าย

37. ระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคนแขนของแขนส่วนบนทั้งสองข้าง



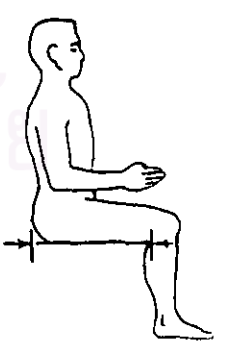
ตำแหน่งที่หมาย : กล้ามเนื้อโคนแขนของแขนส่วนบนขวาและซ้าย

เครื่องมือวัด : บีม แคลิเปอร์ (Beam Caliper)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง และมองไปข้างหน้า ขณะวัดแขนส่วนบนห้อยลงตามสบาย แขนส่วนล่างและมือยื่นไปด้านหน้าลำตัวในลักษณะขนานกับพื้น

วิธีดำเนินการ : ใช้บีม แคลิเปอร์ วัดระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคนแขนของแขนส่วนบนจากขวาไปซ้าย

38. ระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า



ตำแหน่งที่หมาย : ข้อพับด้านในของหัวเข่า และก้น

เครื่องมือวัด : บีม แคลิเปอร์ (Beam Caliper)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง เท้าวางบนกระดานที่สามารถปรับเอียงได้ เข่างอทำมุม 90 องศา และโคนขาขนานกับพื้น

วิธีดำเนินการ : ใช้บีม แคลิเปอร์ วัดระยะตามแนวนอนจากข้อพับด้านในของหัวเข่าขวาไปยังก้นด้านขวา

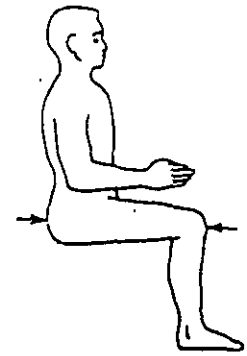
39. **ระยะหัวเข่าถึงก้น**

ตำแหน่งที่หมาย : ระดับของก้นด้านขวา

เครื่องมือวัด : บีม แคลิเปอร์ (Beam Caliper)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง ที่นั่งสามารถปรับระดับความสูงได้เพื่อทำให้เข่างอทำมุม 90 องศาในขณะที่โคนขาขนานกับพื้น

วิธีดำเนินการ : ถือบีม แคลิเปอร์ ให้ขนานกับแกนตามยาวของโคนขาการวัดจะวัดจากปลายเข่าขวาไปยังก้นด้านขวา



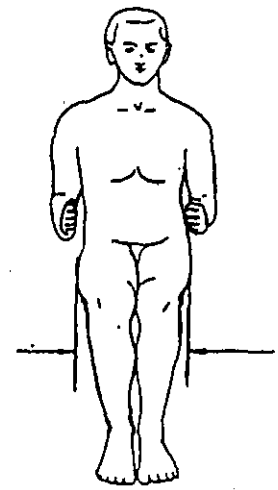
40. **ความกว้างโคนขาขณะนั่ง**

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : บีม แคลิเปอร์ (Beam Caliper)

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง โคนขาขนานกับพื้นเก้าอี้ที่ผู้ทดสอบนั่งและในขณะทำการวัดส่วนโคนขาทั้งหมดต้องอยู่บนพื้นเก้าอี้

วิธีดำเนินการ : ใช้บีม แคลิเปอร์ วัดระยะตามแนวนอนที่กว้างที่สุดของโคนขาขวาไปซ้าย



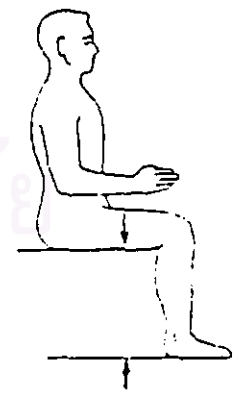
41. **ความสูงใต้ขาอ่อนท่านั่ง**

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : แอนโทรโพมิเตอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง เท้าวางบนกระดานที่สามารถปรับเอียงได้ เข่างอทำมุม 90 องศา และโคนขาขนานกับพื้น

วิธีดำเนินการ : ใช้แอนโทรโพมิเตอร์ วัดระยะตามแนวตั้งจากพื้นกระดานไปยังด้านข้างโคนขาที่ตำแหน่งเส้นเอ็นที่ยึดระหว่างขาส่วนบนกับขาส่วนล่าง



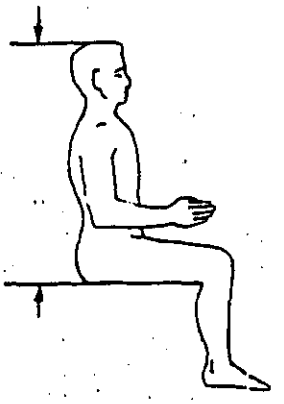
42. **ความสูงนั่ง**

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : แอนโทรโพมิเตอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบนั่งตัวตรง ศีรษะตั้งตรงอยู่ในระนาบแฟรังค์ฟอร์ท แขนส่วนบนห้อยลงตามสบาย แขนส่วนล่างและมือยื่นออกไปด้านหน้าลำตัวโดยให้ขนานกับแนวนอน

วิธีดำเนินการ : ใช้แขนแอนโทรโพมิเตอร์สัมผัสศีรษะ เพื่อวัดระยะตามแนวตั้ง จากพื้นเก้าอี้ที่ผู้ถูกทดสอบนั่งไปยังศีรษะ



43. **ความสูงตาขณะนั่ง**

ตำแหน่งที่หมาย : ดวงตาข้างขวา

เครื่องมือวัด : บีม แคลิเปอร์

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: นั่งตัวตรง ที่นั่งสามารถปรับระดับความสูงได้เพื่อทำให้เข่างอทำมุม 90 องศา ในขณะที่โคนขาขนานกับพื้น

วิธีดำเนินการ : วัดระยะตามแนวตั้ง จากบริเวณพื้นที่นั่งถึงดวงตาข้างขวา

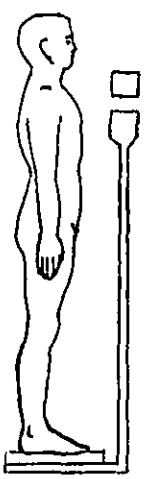
44. **น้ำหนัก**

ตำแหน่งที่หมาย : -

เครื่องมือวัด : เครื่องชั่งน้ำหนัก

ตำแหน่งของผู้ถูกทดสอบ: ผู้ถูกทดสอบยืนบนตำแหน่งกึ่งกลางของเครื่องชั่งน้ำหนัก

วิธีดำเนินการ : อ่านค่าน้ำหนักบนสเกลเครื่องชั่งน้ำหนัก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฌ.

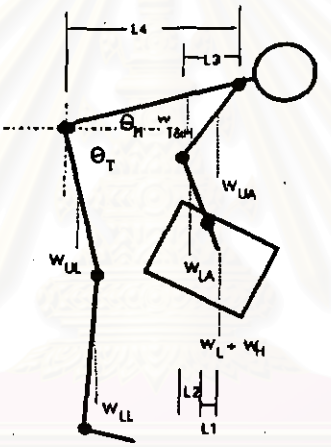
วิธีการคำนวณโมเมนต์และแรงกดอัดตามแนวทางชีวกลศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฌ.

<u>การศึกษาชีวกลศาสตร์ในภาวะพลวัต</u> (Dynamics)

การศึกษาชีวกลศาสตร์ในสภาวะพลวัต จะให้สภาวะที่ใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริงและสามารถประเมินแรงที่เกิดขึ้นได้ใกล้เคียงความเป็นจริง โดย Winter (1979) ได้เสนอวิธีการคำนวณตามแนวทางชีวกลศาสตร์เพื่อหาค่าแรงและโมเมนต์ทั้งในภาวะสถิตและภาวะพลวัตโดยแบ่งร่างกายออกเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ที่เรียกว่า segment เป็น 6 ส่วนที่สำคัญ คือ แขนส่วนล่าง, แขนส่วนบน, ลำตัวรวมทั้งศีรษะ, ขาส่วนบน, ขาส่วนล่าง และเท้า ดังแสดงในรูปที่ ฌ.1



รูปที่ ฌ. 1 ภาพลายเส้นการแบ่งร่างกายออกเป็นส่วนต่างๆ

โดยในการคำนวณในสภาวะพลวัต จะประกอบด้วยข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ ดังนี้

1. Anthropometry เป็นข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนของร่างกาย น้ำหนักและความหนาแน่น รวมทั้งโมเมนต์ความเฉื่อยของแต่ละชิ้นส่วน (segnent) ของร่างกาย
2. Kinematics เป็นข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของการเคลื่อนไหว เช่น ตำแหน่ง , ความเร็ว และ ความเร่ง ของจุดต่างๆ ของร่างกาย รวมทั้งขนาดของมุม , อัตราเร็วเชิงมุมและอัตราเร่งเชิงมุม ของชิ้นส่วนต่างๆ ของร่างกาย
3. Kinetics เป็นข้อมูลเกี่ยวกับแรงต่างๆ ที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น
    1. แรงจากภายนอก เช่น แรงจากน้ำหนักของที่ยก

2. แรงจากภายใน ได้แก่ แรงจากการดึงของกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ

3. แรงโน้มถ่วง เป็นแรงที่โลกกระทำต่อวัตถุ

Anthropometry

ข้อมูลสัดส่วนของชิ้นส่วนต่างๆ ร่างกาย พิจารณาสัดส่วนของน้ำหนักเมื่อเทียบกับน้ำหนักของร่างกาย ,จุดศูนย์กลางมวลเทียบกับความยาวของชิ้นส่วนนั้นวัดจากส่วนใน และโมเมนต์ความเฉื่อยของแต่ละชิ้นส่วนของร่างกายที่ใช้ในการคำนวณในสภาวะพลวัต แสดงได้ดังตารางที่ ฌ . 1 ซึ่งเป็นข้อมูลของประชากรชาวต่างประเทศ เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่ได้มีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลในส่วนนี้ไว้

ตารางที่ ฌ . 1 ข้อมูลสัดส่วนของชิ้นส่วนต่างๆ ของร่างกาย (Winter, 1979)

Segment	Weight / Bodyweight	Center of mass / Segment length		Radius of Gyration / Segment length		
		Proximal	Distal	C of G	Proximal	Distal
Hand	0.006	0.506	0.494	0.297	0.587	0.577
Fore arm	0.016	0.430	0.570	0.303	0.526	0.647
Upper arm	0.028	0.436	0.564	0.322	0.542	0.645
Trunk H.N.	0.578	0.660	0.340	0.503	0.830	0.607
Thigh	0.100	0.433	0.567	0.323	0.540	0.653
Shank	0.0465	0.433	0.567	0.302	0.528	0.643
Foot	0.0145	0.500	0.500	0.475	0.690	0.690

Kinematics

ในการศึกษานี้ ได้ทำการศึกษาในระนาบ หน้า-หลัง (Sagittal plane) และการหาข้อมูลทาง Kinematics ก็โดยอาศัยการใช้กล้องวิดิทัศน์ทำการบันทึกภาพในแนวตั้งฉากกับระนาบหน้า-หลัง (Sagittal plane) ด้วยอัตราเร็วคงที่ 50 ภาพต่อวินาที แล้วจึงนำภาพที่ได้ให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลหาตำแหน่งของจุดต่างๆ บนร่างกาย ในทุกๆ ภาพ เพื่อนำมาคำนวณหาความเร็วและความเร่งของจุดต่างๆ รวมทั้งขนาดของมุม , อัตราเร็วเชิงมุมและอัตราเร่งเชิงมุมของชิ้นส่วนต่างๆ โดยอาศัยสูตรดังนี้

$$V_i = \frac{(X_{i+1} - X_{i-1})}{2/50} \quad \text{m./sec.}$$

$$A_i = \frac{(V_{i+1} - V_{i-1})}{2/50} \quad \text{m./sec.}^2$$

$$\omega_i = \frac{(\theta_{i+1} - \theta_{i-1})}{2/50} \quad \text{degree / sec.}$$

$$\alpha_i = \frac{(\omega_{i+1} - \omega_{i-1})}{2/50} \quad \text{degree / sec.}^2$$

โดยที่ X_i คือ ตำแหน่งของจุดของภาพที่ i

V_i คือ ความเร็วเชิงเส้นของจุดของภาพที่ i

A_i คือ ความเร่งเชิงเส้นของจุดของภาพที่ i

θ_i คือขนาดของมุมด้านขวาของ Segment กระทำกับแกนแนวนอนของภาพที่ i

ω_i คืออัตราเร็วเชิงมุม θ_i ของภาพที่ i

α_i คืออัตราเร่งเชิงมุม θ_i ของภาพที่ i

<u>หมายเหตุ</u> การคำนวณนี้ตั้งสมมุติฐานไว้ว่า จุด X_{i-1} , X_i และ X_{i+1} เรียงกันเป็นเส้นตรง

Kinetics

การคำนวณหาแรงและโมเมนต์ที่เกิดขึ้นจะหาได้โดยการนำข้อมูลทาง Anthropometry และ Kinematics มาใช้กับสมการการคำนวณในรูปแบบภาวะพลวัต โดยมีสมมติฐานหลายข้อเพื่อนำหลักกลศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับร่างกายมนุษย์ดังนี้

1. ร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ที่เรียกว่า ชิ้นส่วนร่างกาย (segment)
2. ชิ้นส่วนแต่ละอันเปรียบเสมือนวัตถุเกร็ง
3. ข้อต่อระหว่างชิ้นส่วน ทำหน้าที่เหมือนบานพับแบบง่าย
4. มวลของแต่ละชิ้นส่วนมีค่าคงที่และกระทำที่จุดศูนย์กลางมวล ในทิศทางตามแนวดิ่ง
5. ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลจะอยู่บนตำแหน่งเดิมบนชิ้นส่วนตลอดเวลาการเคลื่อนไหว
6. โมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของชิ้นส่วนมีค่าคงที่ตลอดการเคลื่อนไหว

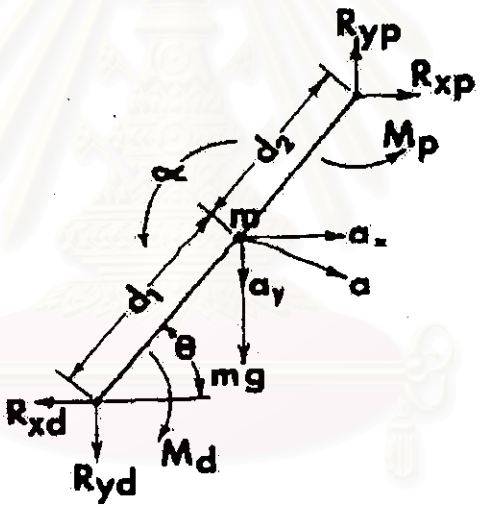
ซึ่งในการคำนวณ จะแบ่งชิ้นส่วนร่างกายออกเป็นส่วนๆ ดังแสดงในตารางที่ ฌ. 1 ได้แก่ แรงที่กระทำบนชิ้นส่วนต่างๆ แบ่งออกได้เป็น

1. แรงจากภายนอก เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างร่างกายสัมผัสกับวัตถุภายนอกซึ่งแรงที่เกิดขึ้นจะกระจายไปทั่วทั้งพื้นที่ผิวสัมผัส แต่สามารถที่จะใช้เวคเตอร์แรงแทนแรงที่กระจายทั้งหมดซึ่งแรงจากภายนอกนี้สามารถที่จะวัดโดยใช้อุปกรณ์วัดแรงเช่น Force Platform ซึ่งจะวัดแรงที่เกิดขึ้นระหว่างเท้ากับพื้นที่เท้าสัมผัส

2. แรงจากภายใน เป็นแรงที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย ได้แก่ แรงดึงจากกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นบริเวณข้อต่อของกระดูก

3. แรงดึงดูด เป็นแรงที่โลกกระทำกับวัตถุซึ่งมีทิศชี้ลงผ่านจุดศูนย์กลางมวลของชิ้นส่วนและมีขนาดเท่ากับ มวล คูณกับ ความเร่งจากแรงดึงดูด (โดยปกติใช้ค่า 9.8 m/s^2)

การคำนวณในสภาวะพลวัต (Dynamics)



รูปที่ ฌ. 2 ผังวัตถุอิสระของชิ้นส่วนแต่ละอันในรูปแบบภาวะพลวัต

การหาแรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อใดในแนวแกนนอนคำนวณได้จากสูตร $\Sigma F_x = ma_x$

แทนค่าได้ $R_{XP} = R_{XD} + ma_x$

โดยที่ a_x คือความเร่งของจุดศูนย์กลางมวลในแนวนอน

การหาแรงปฏิกิริยาที่กระทำกับข้อต่อใดในแนวแกนนอนคำนวณได้จากสูตร $\Sigma F_y = ma_y$

แทนค่าได้ $R_{YP} = R_{YD} + mg + ma_y$

โดยที่ a_y คือความเร่งของจุดศูนย์กลางมวลในแนวแกนดิ่ง

การหาโมเมนต์ที่เกิดขึ้นกับข้อต่อใดคำนวณได้จากสูตร $\Sigma M_{CM} = I_{CM}\alpha$

แทนค่าได้ $M_P = M_D + I_{CM}\alpha - R_{YD}d_1(\cos\theta) + R_{XD}d_1(\sin\theta) - R_{YP}d_2(\cos\theta) + R_{XP}d_2(\sin\theta)$

โดยที่ I_{CM} คือโมเมนต์ความเฉื่อยรอบจุดศูนย์กลางมวลของชิ้นส่วนนั้น

α คืออัตราเร่งเชิงมุมของ θ

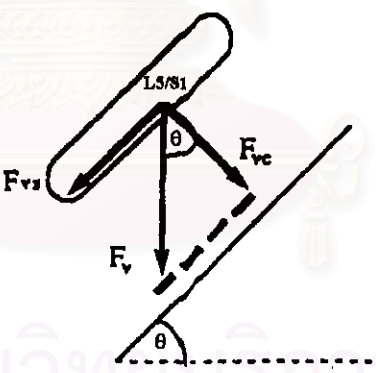
การศึกษาหาค่าแรงกดอัดบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่าง

แรงกดอัดที่กระทำบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่าง L5/S1 ประกอบด้วยแรงที่เกิดจาก

1.แรงกิริยาจากน้ำหนักของร่างกาย น้ำหนักของสิ่งที่ยกและความเร่งในขณะยก กระทำต่อบริเวณกระดูกสันหลังส่วนล่าง L5/S1

2. แรงดึงของกล้ามเนื้อหลัง Erector spinae ในขณะทำงานเพื่อให้เกิดการสมดุลของโมเมนต์

<u>การหาแรงกดอัดที่เกิดจากแรงกิริยาที่กระทำต่อกระดูกสันหลังส่วนล่าง</u>



รูปที่ ฌ . 3 ผังวัตถุอิสระหาแรงกดอัดที่ได้จากแรงในแกนดิ่งบริเวณ L5/S1

1.) แรงกดอัดที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อ L5/S1 ซึ่งได้จากแรงกิริยาในแนวแกนดิ่งหาได้จากสูตร

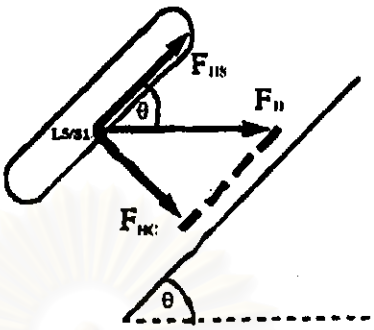
$$F_{VC} = F_V(\cos\theta)$$

โดยที่ F_{VC} คือแรงกดอัดที่กระทำต่อ L5/S1 ซึ่งคำนวณได้จากแรงกิริยาในแนวแกนดิ่ง

F_{VS} คือแรงเฉือนที่กระทำต่อ L5/S1 ซึ่งคำนวณได้จากแรงกิริยาในแนวแกนดิ่ง

F_V คือแรงกิริยาที่กระทำต่อ L5/S1 ในแนวแกนดิ่ง

θ คือมุมของ L5/S1 เทียบกับแกนในแนวนอน



รูปที่ ฌ . 3 ผังวัตถุอิสระหาแรงกดอัดที่ได้จากแรงในแกนนอนบริเวณ L5/S1

2.) แรงกดอัดที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อ L5/S1 ซึ่งได้จากแรงกิริยาในแนวแกนดิ่งหาได้จากสูตร

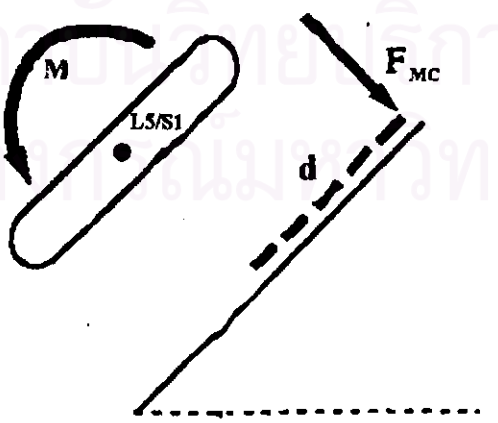
$$F_{HC} = F_H(\cos\theta)$$

โดยที่ F_{HC} คือแรงกดอัดที่กระทำต่อ L5/S1 ซึ่งคำนวณได้จากแรงกิริยาในแนวแกนนอน

F_{HS} คือแรงเฉือนที่กระทำต่อ L5/S1 ซึ่งคำนวณได้จากแรงกิริยาในแนวแกนนอน

F_H คือแรงกิริยาที่กระทำต่อ L5/S1 ในแนวแกนนอน

<u>การหาแรงกดอัดที่เกิดจากแรงดึงของกล้ามเนื้อหลัง</u>



รูปที่ ฌ . 4 ผังวัตถุอิสระหาแรงกดอัดที่ได้จากแรงดึงของกล้ามเนื้อหลัง

แรงกดอัดที่เกิดจากแรงดึงของกล้ามเนื้อหลังที่กระทำต่อ L5/S1 ได้จากสูตร

$$M = F_{MC} * d$$

โดยที่ F_{MC} คือแรงกดอัดที่กระทำต่อ L5/S1 ซึ่งเกิดจากแรงดึงของกล้ามเนื้อหลัง

d คือระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางของ L5/S1 กับกล้ามเนื้อหลัง ซึ่งจากการศึกษาของ Schulfz et al. (1982) กล่าวว่ากล้ามเนื้อนี้อยู่ห่างจาก L5/S1 ประมาณ 5 เซนติเมตร (อ้างโดย ตริณัตร, 2538)

M คือโมเมนต์ที่กระทำต่อ L5/S1

แรงกดอัดรวมที่กระทำต่อกระดูกสันหลังส่วนล่าง หาได้จากการนำแรงกดอัดทั้งหมดข้างต้นมารวมกันดังสูตร

$$F_C = F_{VC} + F_{HC} + F_{MC}$$

โดยที่ F_C คือแรงกดอัดรวมที่กระทำต่อ L5/S1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอรอุมา ลาสุนนท์ เกิดวันที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2515 ที่อำเภอไพรบึง จังหวัดศรีสะเกษ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2537 เริ่มเข้าทำงานในตำแหน่งวิศวกรฝ่ายวางแผนและประสานงานการผลิต ที่บริษัท แหลมทองอุตสาหกรรม จำกัด ตั้งแต่ มิถุนายน 2537 ถึง เมษายน 2539 จากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2539

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย