

南 華 大 學
應 用 藝 術 與 設 計 學 系 碩 士 班
碩 士 論 文

A Thesis for the Degree of Master of Design
Department of Applied Art and Design the Master's Program
Nanhua University

垃圾桶於通用設計應用研究
Application of Universal Trash Can Design

研 究 生：許原豪
Graduate Student: Yuan-How Hsu
指 導 教 授：蔡宏政
Advisor: Hung-Cheng Tsai

中 華 民 國 九 十 七 年 六 月

南 華 大 學

應用藝術與設計學系碩士班

碩 士 學 位 論 文

垃圾桶於通用設計應用研究

研究生：許厚義

經考試合格特此證明

口試委員：蕭世文

李傳房

蔡宥文

指導教授：蔡宥文

系主任(所長)：林振陽

口試日期：中華民國九十七年六月二十日

謝 誌

終於能夠安心的寫這篇謝誌，非常感謝我的父母提供我可以安心唸書的環境，完成這2年的課業。再來要感謝蔡宏政(Tom)老師，認真和耐心的教導，幫助我完成這篇論文。接著是藝設所的各位同仁，特別感謝主任&群智&一直陪我做實驗的瘦小姐&剩下7位同學(許小姐、曾小姐、郭先生、廖先生、沈先生、吳先生、楊小姐，姓都不一樣ㄟ)。接著是送給各位的幾句祝福的話：

謝幕時刻已來到，
謝啦無須再多說，
大起大落不是苦，
佳境早已到身邊。

謝啦!祝各位老師同學平安快樂。

中文摘要

論文題目：垃圾桶於通用設計應用研究

研究生：許原豪

指導教授：蔡宏政

本研究以人因工程與通用設計(Universal Design)的觀點，針對日常生活的器具「垃圾桶」作調查與改良設計。垃圾桶為日常生活中的必要產品，而台灣逐漸步入高齡社會，獨居老人的數目亦逐年增加。因此本研究擬藉由探討垃圾桶的使用方式，以減少使用者彎腰丟擲垃圾或清除垃圾時，對身體所造成的傷害，目的在於讓設計能夠達到通用之標準，從兒童至成人、高齡者與行動不便者都能更輕易的去使用。

本研究針對 18 歲到 30 歲之年輕受測者 35 人與 65 歲以上之高齡受測者 30 人，以實驗方法進行垃圾桶使用與主觀評價，得到以下結果：

1. 以身體評價方面而言，無論軀幹和膝蓋的舒適度，受測者之身高對於實驗是有顯著性的，而實驗結果以將垃圾桶高度提高 75 cm、角度方面傾斜 30° 為最符合人體使用。
2. 在軀幹測量方面而言，以將垃圾桶高度提高 75 cm、角度方面傾斜 0° 對於人體負擔較小，然而將垃圾桶高度提高 75 cm 中，傾斜角度在 0° 與 30° 之軀幹彎曲皆屬普通階段 (Mild)，對人體不至於形成傷害。
3. 新型垃圾桶之角度改良，在角度方面以傾斜 30° 為最佳，而 45° 或以上之角度，對於垃圾桶之實用性以及安全性皆會造成影響。

將通用設計概念應用於垃圾桶，減少使用者與垃圾桶互動時所造成之負擔，使得操作更為便利與符合人體使用。經本研究實驗數據成果及主觀評價結果顯示，以高度 75 cm 和角度 30° 作為設計基礎，可以提昇垃圾桶的使用效益，並減少對人體的負荷傷害。

關鍵字：垃圾桶、高齡者、通用設計

ABSTRACT

Title of Thesis : Application of Universal Trash Can Design.

Name of Student: Yuan-How Hsu

Advisor: Hung-Cheng Tsai

This research surveys and reforms the design of the daily appliance “trash can” under the aspects of human factors engineering and universal design. Trash can is an essential product in daily life as Taiwan gradually becomes the aged society and the number of the seniors who live in solitude grows annually. Hence, from the discussion of the use method of the trash can, the research tends to reduce the physical damages from stooping the garbage or cleaning it. Its purpose aims to create the design fitting for universal standard so people ranging from children, adult, senior and the handicapped can apply it at more ease.

The research focuses on 35 young testees from the age 18 to 30 and 30 senior testees of the age above 65 and has the following results under experiments trash can usage and subjective assessment: (1)In the aspect of physical assessment, patency of the height of the testee exists in the experiments of comfort of both body and knees. The experimental result shows that the raised 75cm in height with 30 degree of inclination fit the physical application the most. (2)In the aspect of body assessment, the experimental result shows that the raised 75cm in height with 0 degree of inclination creates smaller burden in human body. In the process of 75cm weight rising, the inclination between 0-30 degree falls into the mild stage which will not lead to the extent to cause body damage.(3)In the aspect of the inclination reformation of the new trash can, 30 degree is the best in the aspect of inclination. Both practicability and safety will be influenced with the

inclination above (including) 45 degree.

Apply the concept of universal design into trash can, reduce the caused burden when the user interact with the trash can and make the operation more convenient and fit to the use of human body. Experiment data & results and subjective assessments of the research indicate that the usage efficiency will be raised as the burden & damage toward human body will be reduced with the design base of the weight in 75cm and 30 degree of inclination.

Keywords: Trash Can, Senior, Universal Design

目 錄

中文摘要	.....	I
英文摘要	.....	II
目 錄	.....	III
表目錄	.....	IV
圖目錄	.....	IV
第一章	前言.....	1
1.1	研究背景.....	1
1.2	研究動機與目的.....	3
1.3	研究範圍.....	4
1.4	研究架構.....	4
1.4.1	研究步驟.....	4
1.4.2	研究流程.....	5
第二章	文獻探討.....	7
2.1	通用設計之探討.....	7
2.1.1	通用設計的準則與實行.....	7
2.1.2	使用者為中心.....	9
2.2	高齡者之生理變化.....	10
2.2.1	何謂高齡者.....	11
2.2.2	高齡者的運動機能退化.....	12
2.3	人體與垃圾桶互動之探討.....	14
2.3.1	人體計測資料.....	14
2.3.2	軀幹屈曲與抬舉動作.....	16
第三章	研究方法.....	21
3.1	實驗方法.....	21
3.1.1	受測者.....	21
3.1.2	實驗設計.....	22
3.1.3	實驗器材.....	24
3.1.4	實驗樣本.....	25
3.2	實驗步驟與流程.....	27
3.2.1	軀幹彎曲角度測量方式.....	29
3.3	預期結果.....	30
3.4	實驗執行與紀錄.....	31
3.4.1	實驗實施過程.....	31

	3.4.2	受測者軀幹測量.....	35
第四章		實驗結果分析與討論.....	36
	4.1	兩族群間各評價問題分析.....	36
	4.2	主觀評價問題分析.....	38
	4.3	軀幹測量數據分析.....	41
	4.3.1	主觀評價-軀幹問題評價.....	43
	4.3.2	主觀評價-膝蓋問題評價.....	45
	4.3.3	主觀評價-裝垃圾袋問題評價.....	47
	4.3.4	主觀評價-丟硬紙團問題評價.....	49
	4.3.5	主觀評價-丟塑膠團問題評價.....	51
	4.3.6	主觀評價-收拾垃圾袋問題評價.....	53
	4.4	綜合討論.....	55
第五章		結論及建議.....	56
	5.1	結論.....	56
	5.2	建議.....	58
參考文獻		.....	59
附錄一		Simplified Version in English	63

表 目 錄

表 1.1 列冊需關懷之獨居老人-----	2
表 2.1 成年人中指指節高度數據表-----	16
表 2.2 各部位肌肉名稱與功能-----	17
表 3.1 年輕受測者基本資料-----	22
表 3.2 高齡受測者基本資料-----	22
表 3.3 身體部分評價問項-----	23
表 3.4 新型垃圾桶使用情形評價問項-----	24
表 3.5 高齡者實驗樣本-----	24
表 3.6 室內垃圾桶資料收集-----	25
表 3.7 實驗器材高度及角度之種類-----	26
表 3.8 垃圾桶實驗樣本實品圖-----	28
表 3.9 不同軀幹姿勢之分類-----	30
表 4.1 兩年齡族群軀幹顯著性分析-----	36
表 4.2 兩年齡族群膝蓋顯著性分析-----	37
表 4.3 兩年齡族群裝垃圾帶顯著性分析-----	37
表 4.4 兩年齡族群丟紙團顯著性分析-----	37
表 4.5 兩年齡族群丟塑膠袋顯著性分析-----	37
表 4.6 兩年齡族群收垃圾袋顯著性分析-----	37
表 4.7 年輕族群軀幹彎曲角度量測--性別與身高受測者間因素 分析-----	39
表 4.8 高齡族群軀幹彎曲角度量測--性別與身高受測者間因素 分析-----	39
表 4.9 年輕族群對於各個實驗樣本於每一主觀評價問題之敘述 性統計-----	42
表 4.10 高齡族群對於各個實驗樣本於每一主觀評價問題之敘述 性統計-----	43
表 4.11 年輕族群軀幹評價--性別與身高受測者間因素分析-----	45
表 4.12 高齡族群軀幹評價--性別與身高受測者間因素分析-----	45
表 4.13 年輕族群膝蓋評價--性別與身高受測者間因素分析-----	47
表 4.14 高齡族群膝蓋評價--性別與身高受測者間因素分析-----	47
表 4.15 年輕族群裝垃圾袋評價--性別與身高受測者間因素分析	49
表 4.16 高齡族群裝垃圾袋評價--性別與身高受測者間因素分析----	49
表 4.17 年輕族群丟紙桶評價--性別與身高受測者間因素分析----	51

表 4.18 高齡族群丟紙桶評價--性別與身高受測者間因素分析----	51
表 4.19 年輕族群丟塑膠袋評價--性別與身高受測者間因素分析	51
表 4.20 高齡族群丟塑膠袋評價--性別與身高受測者間因素分析	53
表 4.21 年輕族群收拾垃圾袋評價--性別與身高受測者間因素分 析-----	53
表 4.22 高齡族群收拾垃圾袋評價--性別與身高受測者間因素分 析-----	53

圖目錄

圖 1.1	研究流程圖-----	6
圖 2.1	人體計測資料圖-----	15
圖 2.2	成年人中指指節高示意圖-----	15
圖 2.3	各部位肌肉與名稱-----	18
圖 2.4	上臂與前臂的夾角功能的提舉-----	19
圖 2.5	手臂觸及長度與力量大小比較圖-----	20
圖 3.1	實驗器材三視圖-----	26
圖 3.2	軀幹彎曲角度測量方式-----	29
圖 3.3	裝垃圾帶過程-----	32
圖 3.4	丟擲塑膠袋情形-----	33
圖 3.5	丟擲紙桶情形-----	33
圖 3.6	收拾垃圾袋情形-----	33
圖 3.7	受測者進行實驗時垃圾掉落情形-----	34
圖 3.8	軀幹測量示意圖-----	35
圖 4.1	年輕族群測量軀幹角度平均誤差長條圖-----	40
圖 4.2	高齡族群測量軀幹角度平均誤差長條圖-----	40
圖 4.3	年輕族群軀幹評價誤差長條圖-----	44
圖 4.4	高齡族群軀幹評價誤差長條圖-----	44
圖 4.5	年輕族群膝蓋評價誤差長條圖-----	46
圖 4.6	高齡族群膝蓋評價誤差長條圖-----	46
圖 4.7	年輕族群裝垃圾袋評價誤差長條圖-----	48
圖 4.8	高齡族群裝垃圾袋評價誤差長-----	48
圖 4.9	年輕族群丟紙桶評價誤差長條圖-----	50
圖 4.10	高齡族群丟紙桶評價誤差長條圖-----	50
圖 4.11	年輕族群丟塑膠袋評價誤差長條圖-----	52
圖 4.12	高齡族群丟塑膠袋評價誤差長條圖-----	52
圖 4.13	年輕族群收拾垃圾袋評價誤差長條圖-----	54
圖 4.14	高齡族群收拾垃圾袋評價誤差長條圖-----	54

第一章 前言

1.1 研究背景

由於生活水準的提升，社會福利政策日漸被大眾所重視，弱勢族群也逐漸受到關懷。根據內政部統計通報，截至 95 年底止，我國戶籍登記人口 65 歲以上的高齡者總計有 228 萬 7,029 人，占總人口 10.0%，老化指數 55.2%，且高齡人口比例持續增加。隨著高齡人口數量的快速成長，對於高齡者長期照顧、養護及安養機構寄養之需求亦隨之增加，95 年底列冊需關懷之獨居老人計有 49,728 人，占老年人口之比例為 2.2%，相較於 94 年底略升 0.3 個百分點；其中屬於中低以及低收入戶者占 27.7%，榮民人口占 15.6%，一般老人人口占 56.6%，如表 1.1 所示（內政部統計處，2007）。

社會高齡化的基準為總人口數的 7%，而現在已達到 10%，且尚處於每年不斷遞增的情況中，社會急需更完整及更符合人性化的設備與制度。由於高齡化社會的來臨、人本關懷與環保意識愈來愈被重視的情況下，目前通用設計已形成一種趨勢，且將會有更大的發展空間（余虹儀，2006）。通用設計能夠成為發展趨勢的主要原因就在於它的設計原理，並不是完全只考慮弱勢族群的需要，而是在每個不同使用者都能夠使用的情形下所發展而成的設計，也就是既美觀且實用的原則。

設計是一種活動的創造，同時也是破壞的行為，在社會資本主義的影響下，產品被大量製造，不斷推陳出新，在過度製造之下形成無形的浪費，資源的浪費也成了環境的負擔（陳俊東，1998）。設計會反應著時代潮流，每個人的參與和積極的關懷能使設計得到改變，使設計的創造性大於它的破壞性。

表 1.1 列冊需關懷之獨居老人

縣市別	總人數	按性別分(人)		按身分別分(人)			占老人 比率(%)	安裝緊急救援連線		全年服務人次 (1)
		男	女	中低及低收入	榮民	一般老人		人數	安裝率(%)	
總計	49,728	26,814	22,914	13,791	7,768	28,169	2.17	4,622	9.29	3,921,437
臺北縣	1,768	948	820	1,105	101	562	0.64	98	5.54	73,966
宜蘭縣	921	586	335	223	157	541	1.63	59	6.41	21,060
桃園縣	2,056	1,537	519	536	650	870	1.37	125	6.08	201,191
新竹縣	584	414	170	169	119	296	1.09	57	9.76	54,826
苗栗縣	2,077	1,097	980	437	199	1,441	2.90	208	10.01	21,803
臺中縣	1,563	1,171	392	481	627	455	1.22	70	4.48	132,482
彰化縣	3,110	1,432	1,678	926	272	1,912	2.10	43	1.38	287,213
南投縣	3,298	1,958	1,340	802	171	2,325	4.85	112	3.40	192,358
雲林縣	3,134	1,162	1,972	724	74	2,336	3.05	313	9.99	300,874
嘉義縣	3,773	1,935	1,838	739	172	2,862	4.61	88	2.33	202,809
臺南縣	6,060	2,481	3,579	916	516	4,628	4.42	107	1.77	258,788
高雄縣	3,603	2,046	1,557	762	586	2,255	3.00	67	1.86	151,974
屏東縣	2,420	1,278	1,142	999	287	1,134	2.30	277	11.45	182,836
臺東縣	2,312	1,211	1,101	702	368	1,242	7.85	37	1.60	262,982
花蓮縣	2,580	1,521	1,059	789	554	1,237	6.29	161	6.24	276,325
澎湖縣	1,123	525	598	334	189	600	8.14	280	24.93	268,977
基隆市	497	285	212	156	116	225	1.23	152	30.58	39,866
新竹市	475	253	222	115	201	159	1.32	42	8.84	58,769
臺中市	783	452	331	231	229	323	0.99	109	13.92	91,494
嘉義市	236	95	141	121	22	93	0.85	96	40.68	19,947
臺南市	749	383	366	365	96	288	1.11	19	2.54	107,124
臺北市	4,969	3,092	1,877	1,699	1,468	1,802	1.62	1,780	35.82	508,693
高雄市	1,248	742	506	433	440	375	0.92	132	10.58	164,596
金門縣	346	183	163	20	149	177	3.54	190	54.91	39,075
連江縣	43	27	16	7	5	31	4.43	-	-	1,409

說明：(1)服務內容包括電話問安、關懷訪視、居家服務、餐飲服務、陪同就醫等。
 (2)本表統計對象係年滿65歲以上之單身獨居老人，以目前居住之事實為依據(包括一戶2人以上老人，其中1人缺乏生活自理能力；或與子女同戶籍，但子女未經常同住(連續3天以上獨居事實者)；或與子女同住，但子女缺乏生活自理能力等)。

資料來源：內政部統計通報九十六年第十六週

下背疼痛逐漸成為現代人的病痛之一，而它的定義是指在腰椎區域產生病變所造成的疼痛。然而 17-30%的人口會在一瞬間當中感到下背疼痛，一個月當中約有 19-43%人口會有下背痛的情形發生，在一生中下背痛的發生率高達 60-80%，40 歲左右以女性罹患下背痛的比例較高，到了 50 歲後，男性罹患的比例情形已超過女性，60 歲接近高齡者的人而言則高達 80%，會因各種不同的創傷或退化因素而感到下背疼痛(McGill, 2002)。面對高達 80%罹患下背痛的機率與身體因老化而產生的機能退化，讓肌肉的活性逐漸減少，身體所能活動的範圍也隨之縮小，過於勉強的動作會壓迫神經產生疼痛感，可能會有意外的發生。在獨居老人比

率增高的情況下，應該要為他們的生活環境，同時也是替自己的未來設想。

下背疼痛當中約有 54% 是屬於「非特異性下背疼痛」，非特異性下背疼痛患者經常會有反覆性的下背痛發作，且大多數與姿勢不良與動作不佳有關係，雖然不會帶來功能障礙導致無法工作，但會間接影響到工作的表現以及維持站姿與坐姿時間等 (Leboeuf-Yde, 1997)。下背痛的高發生率再加上社會人口高齡化，對於日常生活中的小細節也必須更加注意及防範，盡量減少讓身體彎腰舉物以及類似姿勢不良等動作，以高齡者而言，這些動作更應該避免。

1.2 研究動機與目的

本研究以人因工程與通用設計(Universal Design)之觀點，針對日常生活中的器具「垃圾桶」做資料收集與改良設計，垃圾桶為大部分家庭中的必備用品，每個人幾乎每天使用到垃圾桶的頻率極高，而在使用的過程中常會有彎腰與抬舉之類的動作產生，雖然不是持久性的動作，但長期累積還是會對身體骨骼與關節造成傷害，且對高齡者之影響更為明顯。高齡者在蹲下與站立的動作中會顯的比一般成年人較為吃力，然而藉由改變傳統垃圾筒之高度與角度，可讓使用者包括高齡者在內都能更容易去使用垃圾桶。本研究將經由文獻探討、資料收集、問卷調查和實驗設計來取得資料與改善「垃圾桶」的使用方法，並利用統計分析的方法來了解實驗因素之重要性。讓設計能夠達到通用之標準，從兒童、成人、高齡者與行動不便者都能更輕易的去使用，讓不同的使用者有相同的使用方式。

本研究旨在探討垃圾桶的使用方式和相關問題，針對垃圾桶之缺失

進行改良設計，使之更符合人體工學，以減少使用者彎腰裝垃圾袋、丟擲垃圾或收拾垃圾時，對身體所造成的無形負擔與壓力，且更能適切於大眾使用，達成通用設計之準則。

本研究預期達成之目的如下：

1. 蒐集人體與垃圾桶相關資料—首先取得市面上家用型垃圾桶之長、寬、高之規格與人體計測值資料，經由整理比對分析後，做為實驗樣本數值的設定依據，以進行實驗樣本之製作。
2. 垃圾桶之改良設計—本研究之受測族群為18歲至30歲之年輕者35人與65歲以上之高齡者30人進行設計實驗，將結果互相分析比較取得最佳實驗數據，應用於新型垃圾桶之改良設計。
3. 達到符合通用設計與人體工學的要求—新型垃圾桶之設計，以減少身體之壓力與負荷為原則，將更能夠符合大眾使用進而達到通用設計之準則。

1.3 研究範圍

垃圾桶屬於一般家庭用品，但市面上垃圾桶種類繁多，而使用方式也隨著不同，無法全面顧及。故本研究採用一般傳統垃圾桶，即無蓋並放置地面之垃圾桶，作為研究對象。

1.4 研究架構

1.4.1 研究步驟

1. 文獻探討

經由紙本資料與電子期刊等方式，蒐集現有相關文獻，作為本研究

的基礎理論和依據。探討方向主要有通用設計的基本定義與相關設計；高齡者之生理變化，了解人體老化後生理所產生之變化；人體與垃圾桶互動時之姿勢相關研究，找出會對身體產生傷害的不良姿勢與肢體動作，提醒大眾在日常生活中應盡量避免。

2. 實驗設計

比照文獻資料，針對垃圾桶的使用方式進行實驗設計，從使用方式以及垃圾桶擺放之高度與傾斜角度兩方面，擬定實驗執行的內容，並利用模型製作相關設備製作樣本模型以利實驗進行。

3. 實驗執行與記錄

受測對象為 18~30 歲之年輕族群與 65 歲以上之高齡族群為主，一方面能比較兩族群間各個不同因素對於受測者的影響；同時也可達到驗證產品之效果。實驗進行時以數位攝影機記錄實驗進行過程。

4. 結果分析與討論

實驗結果以 SPSS 統計軟體進行分析，根據分析結果與歸納，找出對於受者壓力負擔最小之數值形式，並提出最佳垃圾桶設計模式之建議，以提供未來相關設計者之理論參考與依據。

5. 結論與建議

總結實驗進行過程並歸納出實驗數據所分析之結果，提出可行的後續研究方向與建議。

1.4.2 研究流程

研究流程如圖 1.1 所示，第一章所探討的部份在於了解當前社會的狀況，如社會高齡化與下背痛流行病等作為研究背景，並提出合宜的研究範圍與方法；第二章為文獻探討，藉由在通用設計、高齡者與人因等三

方面的文獻作為參考，了解其相關議題後，擷取相關知識及研究作為本研究之理論基礎；第三章則以受測者實地進行實驗並經由問卷調查，而受測者方面依照年齡分做兩個族群，可能依年齡不同而會有不同的需求產生，尋找最佳垃圾桶改良設計；第四章則藉由分析實驗數據，以獲得最佳實驗成果；第五章將綜合整體研究，提出本研究相關結論以及未來研究方向之建議。

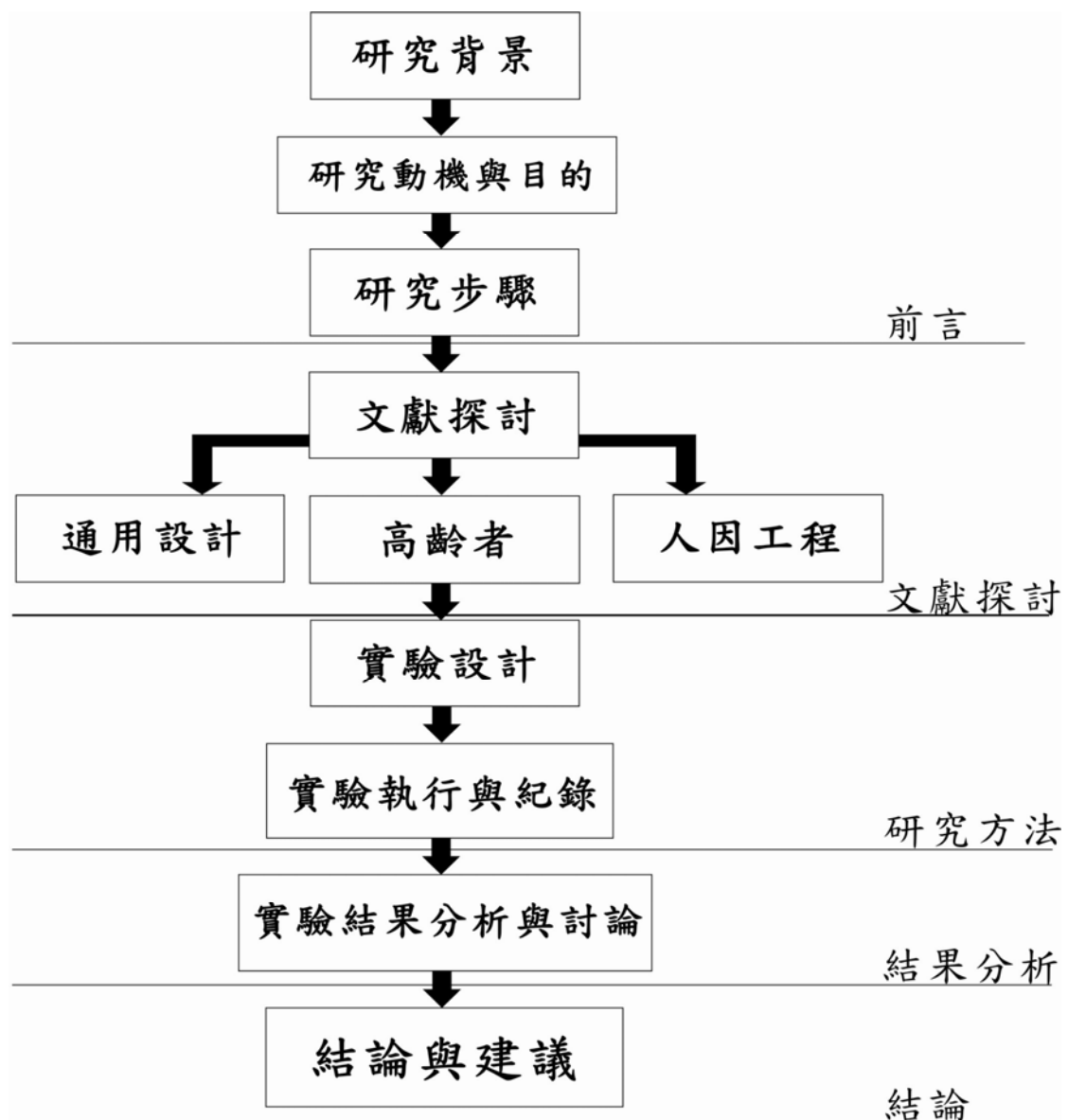


圖 1.1 研究流程圖

第二章 文獻探討

2.1 通用設計之探討

2.1.1 通用設計的準則與實行

通用設計，是為了帶給人們更多、更完整的便利，可以說是在設計之後的更進一步的設計，讓原本的產品能夠容納更廣的使用者，其中也包括弱勢團體。國內近幾年已有許多學者在食、衣、住、行等方面開始著手研究，加上人本關懷的興起，使得社會越來越重視日常生活中的細節，在這樣的情況下，通用設計已形成一種趨勢。

通用設計有七個重要的準則，是由美國北卡羅萊納州立大學 Ronald L. Mace 教授於 1970 年所提出 (Mace, 1998)：

1. 使用的公平性 (Equitable Use)：應適用於不同種類的身心障礙者。
2. 彈性的使用方法 (Flexibility in Use)：提供使用方法上的選擇，例如右撇子和左撇子的區別。
3. 簡單且易學 (Simple and Intuitive Use)：使用方式讓人容易理解，與使用者的期待有一致性。
4. 可辨識的資訊 (Perceptible Information)：設計上的必要資訊需有效的傳達給使用者。
5. 容忍錯誤 (Tolerance for Error)：降低使用上的危險和有害的結果。
6. 省力設計 (Low Physical Effort)：使用時有效率、舒服並且不費力。
7. 適當的體積與使用空間 (Size and Space for Approach and Use)：不論使用者的身體狀況，適當的體積與使用空間都有助於使用者操作。

根據余虹儀的研究，「國內外通用設計現況探討與案例應用之研究」中

顯示，通用設計無法讓所有使用者達到相同用途，僅能減少不同使用者在使用上的差異度，提高了設計的包容性；當通用設計觀念落實時，使用者的觀念應該較通用設計的原則為優先，並且應該將使用者的調查與發展測試納入整體的設計規劃，讓設計更接近通用（余虹儀，2006）。

近年來科技的突飛猛進，讓使用科技產品的年齡層逐漸降低，對於高齡者會產生一種不適應性，形成操作上的障礙，因此更顯出通用設計的重要性（林振陽，2007）。此設計的主要重點在於可以包容不同的使用者，從兒童至高齡者，甚至身心障礙者，然而這也是通用設計的困難處。Ronald L. Mace 教授提出的七個原則看來，每一個原則都是以使用者作為出發點，若從一般設計的理念上來觀察，設計本身的概念也是為了提供更佳的適用性與操作環境，如此一來，Universal Design 與設計本身的出發點是一致的（郭辰嘉，2003）。

台灣在 2002 年加入世界貿易組織 WTO 後，所要面臨的是全球化的衝擊，國外多個企業將通用設計作為經營的核心，國內以製造代工（OEM：Original Equipment Manufacturer）及設計製造（ODM：Original Design Manufacturer）作為經營方式的企業，然而在企業的帶動下，通用設計已逐漸在成長茁壯（黃群智，2005）。將使用者的需求作為各企業設計理念的主要目標才是達到最終商業利益的目的。但是，國內弱勢族群的增加與製造廠商的稀少，在仰賴進口的原因下，輔具相對就顯得昂貴（郭辰嘉，2003）。

假使能擴大 Universal Design 的設計概念，將輔具設計成與一般用品相似，使用者在使用上會顯得較有自信，不會有被貼上標籤的感受。雖然通用設計是一項很好的設計原理，但也因為包含的範圍太廣而難以著手，例如該如何設計一項成人與兒童都能使用的產品、如何讓使用輔具

的弱勢族群沒有被貼上標籤的感覺，對於設計師是一項很大的考驗，且在設計產品前最好能與使用者溝通與測試，產品才能有更完整的通用概念，而不只是單方面的獨立思考。在 2006、2007 年所舉辦的通用設計競賽，分別以「食」、「淨」為主題，所強調的都是日常生活中所使用的器具，這樣的觀念隨著競賽的宣傳，愈來愈廣為人知，它的重要性已是不可忽略的，這也提醒我們生活中還是有許多細節值得我們去觀察並改進。

2.1.2 使用者為中心

使用者已經不適合被動接受產品的方式，相反的，產品必須以使用者為中心，在產品與使用者之間找到最恰當的互動方式。當設計者在設計產品時，需要有正確的態度去面對使用者會失誤的問題點。人和產品之間的關係是互助，不是單方向的操作。以使用者的立場去觀看產品，且發現可能產生的失誤，接著設法預防與改進。但目前的設計所反映出來的是市場資本主義，能吸引顧客為主，易用性並非購買者的選擇重點，Donald A. Norman 提出七個以使用者為中心的設計原理(Norman, 2007):

- 1.應用外界的和腦中的知識。
- 2.簡化操作的結構。
- 3.把系統設計得明顯易見：縮小執行和評鑑之間的鴻溝。
- 4.把配對關係設計正確。
- 5.盡量利用自然或人為的侷限。
- 6.考慮可能發生的人為錯誤。
- 7.標準化。

七個原則全是以使用者為出發點，淺顯易懂且容易操作的設計，可以減少使用上的錯誤，在錯誤率減少之下，在產品使用上的包容性會相

對的擴大，這些原則中都有一些通用的概念在裡頭。雖然通用設計是一種好的設計，但是在資本主義的社會裡要落實它的觀念，還是有一段差距存在，這種現象需要我們積極投入關懷去改變的，如同前言所提到，讓設計的創造性大於破壞性。

2.2 高齡者之生理變化

高齡者是本研究受測族群之一，而下列文獻將針對高齡者之生理變化做探討。台灣老年人口的增加，讓我們在 1995 年正式邁入老年化社會，如同世界上的歐美國家。老年是人生必經階段，一般大眾對於老年的了解都較偏向負面的部份，且會盡量避免去討論它。如果我們可以了解老化這個階段，不管是生理、心理，或者健康問題與健康維護的方法，我們就可以在日常生活中幫助周遭的老年人，甚至等我們老去時，讓自己也可以成為受惠者（張媚等人，2004）。在國人平均年齡提高的今日，中老年的時期也相對增長，藉由更了解老化，可以協助高齡者獨立生活，也能增進本身的照護能力。高齡者在意的的事情未必跟年輕人不同，只是代表了年輕時代的延伸（Nacy R. Hooyman，2003）。所以當我們要對高齡者進一步了解時，還是需要實地訪談，從他們的角度來觀察他們日常生活上的需求，過多的臆測或猜疑都只是憑空想像，未必能正確達到符合高齡者使用的目的。在其他不同使用者族群間也是相同的方法，需要從使用者的角度出發，才是好的開始。

面對高齡化社會的來臨，高齡者在日常生活中所要面對的問題，將會接踵而至，所以解決高齡化社會所衍生出來的問題是刻不容緩。有學者針對 65~84 歲高齡者作為調查對象，結果顯示罹患骨骼與肌肉疾病的人數佔了 32%（吳佳儀，2002），而行政院在 96 年內政統計通報中顯示

95 年底列冊需關懷之獨居老人計 49,728 人，占老年人口之 2.2%，較 94 年底略升 0.3 個百分點。

根據以上文獻顯示，獨居老年人口的增加與慢性病的侵襲，高齡者的問題是不容忽視，雖然獨居老人在接受調查的老年人口總數中只佔了 2.2%，在比較之下卻有呈現上升的情勢，即使是少數的族群，讓產品的使用者可以擴大到包容弱勢族群，即是通用設計的主要概念之一。

2.2.1 何謂高齡者

本研究的實驗進行分為兩個族群進行，一個是年輕團體，另一個為高齡團體，主要目的在於讓兩個族群做整體的比較，來找出其中的差異性，所以對於高齡者之生理變化必須做相關探討與了解。

根據時間的改變，對於「高齡者」的意涵跟著時代不同而有不同的界定。對於「高齡者」可以分別從四個方向來探討（許水德，1988）：

1. 生理上的年齡（Physiological Age）：指人體內各部位器官間康狀況及人體表面皮膚的細緻度來判斷，例如視力、關節等功能退化。
2. 心理上的年齡（Psychological Age）：指對於事物的情緒反應及心理的思想成熟度。
3. 智慧上的年齡（Intellectual Age）：指個人的聰明才智，一般來說智慧上的年齡通常與真實年齡不相符合。
4. 社會上的年齡（Social Age）：即一般所謂的法定年齡，由社會所判定，無法由個人意思來取決。

在本研究中之高齡者，將以社會上的年齡為根據來尋找受測者。記錄實地操作之後的情形，再予以分析討論，高齡者認為最佳的垃圾桶形式為何。

2.2.2 高齡者的運動機能退化

老化是指人體的機能隨著年齡的增加而衰退，而老化的原因至今未有一致被認可的理論存在，大致上分三個論點（張媚等人，2004）：

1. 細胞老化論：因細胞老化後，累積許多遊離放射物質，使內在細胞產生不穩定的氧分子。這些氧分子會對細胞周圍的 DNA 造成破壞，被破壞的細胞成為雜質，會造成正常細胞功能受損而死亡。
2. 基因老化論：體細胞突變或細胞 DNA 複製機轉改變，造成老年人體內特性的改變，細胞功能也隨之改變。
3. 控制老化論：所看的是細胞以外的因素，如荷爾蒙、免疫系統等，許多荷爾蒙在老化過程中會產生變化。

以下是關於高齡者運動機能的相關文獻探討，老化對人體所帶來的衝擊有著一定程度的影響，，假設在日常生活中不去注意，往往會造成無法復原的傷害，而相關研究中將高齡者運動機能大致分為四個部份，其中以骨骼、肌肉與肌力與動作退化，對本研究較為相符將進一步探討。

1. 骨骼

隨者年齡的增長，骨骼因鈣質快速的流失，逐漸形成空洞現象、重量減輕和質地輕薄，顯得容易引起傷害。同時可能會形成一些病變，如跌倒時容易骨折、脊椎容易側彎、形成骨刺等。在鈣質流失之外，骨骼與骨骼之間的關節，因長時間協助人體活動，導致周圍組織彈性的退化，使得活動困難並容易引起退化性關節炎（黃啟梧，2006）。因此，為了讓高齡者免於意外，環境空間的設置，因採用同一平面或無阻礙設計等，以利高齡者的行動與安全。

2. 肌肉與肌力

人體的肌肉與肌力會在二十歲左右達到巔峰，之後會隨著年齡增長而逐漸衰退，機能會開始變緩。由於肌肉纖維的減少，使肌肉產生收縮的現象，因而改變肌肉的組織，讓脂肪量慢慢累積，而脂肪量的提高造成肌肉的力道、彈性、色調、速度都會一點一點的衰退（彭駕駢，1999）。然而，下肢的活動量大於上肢，所以下肢在肌肉與肌力、骨骼與關節退化之下所造成的影響會較大。

3. 動作退化

人體的四肢可分做上肢機能與下肢機能兩種，在高齡者的肢體動作產生退化時，上肢機能退化會造成無法旋轉握把；下肢機能退化會造成高齡者行走時需要拐杖、助行器等協助（謝政光，2002）。

一些有關生物力學的研究顯示，高齡者與一般成年人不同的特徵，例如站立、走路、抬舉等動作。在站立時，過當的移動會使中心壓力（center of pressure）失衡導致明顯搖晃；在軀幹前彎時，對於高齡者保持穩定的姿勢是很大的挑戰（Gwanseob，2006）。根據 Gorelick 等人的研究，記錄了成年人在疲勞時一些肌肉部位的肌電圖，顯示的結果，成年人在疲勞時所做的活動所產生的肌電圖近似於高齡者的振幅頻率（Gorelick et al，2003）。當身體過於疲勞時容易使肌肉失去協調性，在這樣的狀況下可能造成平衡的喪失而摔倒的意外發生，雖然成年人的生理狀況還未退化太多，但也不能因此而忽略這些小細節。然而高齡者由於下肢退化會比上肢的情形來的嚴重，假如由於垃圾桶過低，導致需要蹲下的動作產生時，對於高齡者而言，會是一種危險的情況，所以為了避免此一情況發生，進而提高垃圾桶之高度。

2.3 人體與垃圾桶互動之探討

垃圾桶是日常生活中常見的產品，在使用時，即裝上垃圾袋、丟擲垃圾與收拾垃圾袋，身體會進行幾個動作。根據實驗記錄，一般在裝垃圾袋時，通常會彎腰去進行，有些人甚至會因為垃圾桶太低而蹲下或半蹲進行操作，這些動作對於有肌肉與骨骼傷害的人是較為困難的事情，這些問題同時也是本研究的重點，改善一般家用垃圾桶的高度與角度，讓使用時更為方便與符合人體操作。有許多文獻顯示，伴隨著手工操作的工作所產生的肌肉過勞，讓肌肉與骨骼系統發生傷害的事件，有越來越嚴重的趨勢 (Lee, 2005)。有 14% 的成人會因下背痛的症狀而干擾工作與睡眠品質，每年約有 30 天以上疼痛的情形；而小孩與青少年而言，5% 的人曾經有過下背痛，這其中 27% 的人會因而無法從事正常活動 (McGILL, 2002)。假設在邁入老年期之前，身體受到肌肉與骨骼的傷害，那就更應該避免一些增加身體負擔的動作。以下將對使用垃圾桶時可能發生的動作做探討。

2.3.1 人體計測資料

對於產品設計的目的而言，靜態及動態的人體計測資料都是管用的。靜態測量資料的來源取自於身體處於固定不動的姿勢，且標準的狀況下，經由一種稱為人體計測儀的特殊工具測量下，可以方便取得一些有關人體尺寸的數據，如身高、眼高、指末端高、小腿高等，如圖 2.1 所示。另外，關於動態的人體計測資料則包含身體的某種運動，例如：手臂伸觸，除手臂長度及手部位置外，還會受到肩膀及軀幹的影響，因此動態計策資料較難取得 (Willam, 1996)。本研究垃圾桶所取用的高度是

根據指關節高度來做為實驗數據的基本依據當作參考，如圖 2.2 與表 2.1 所示。

立姿身體測量：

- a. 身長
- b. 眼高
- c. 肩高
- d. 胸高
- e. 肘高
- f. 指末端高
- g. 腰高
- h. 胯下高
- i. 恥骨高
- j. 膝蓋骨高
- k. 小腿高

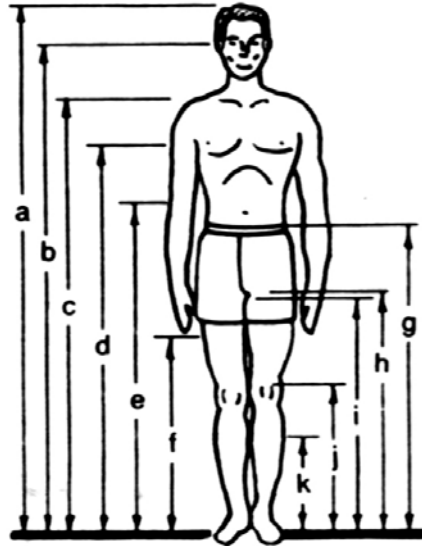


圖 2.1 人體計測資料圖

資料來源：Cushman et al (1996)，產品設計的人因工程。

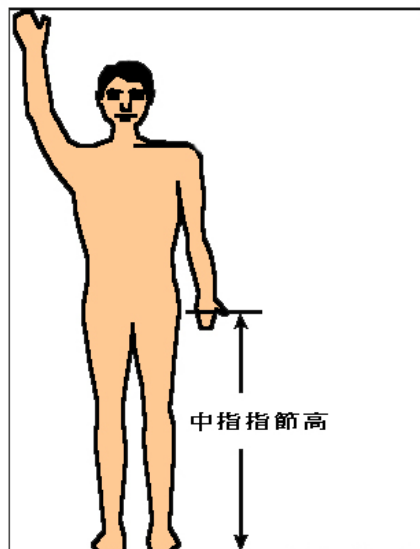


圖 2.2 成年人中指指節高示意圖

資料來源：勞工安全衛生研究所，台灣地區人體計測資料庫。

表 2.1 成年人中指指節高度數據表(單位:mm)

量測項目	男性		女性	
	平均值	標準差	平均值	標準差
身高	1687.73	59.75	1563.05	53.88
體重	67.35	8.9	54.22	8.16
站姿正視圖				
中指指節高	750.77	32.42	704.51	32.68

資料來源：勞工安全衛生研究所，台灣地區人體計測資料庫。

2.3.2 軀幹屈曲與抬舉動作

1. 軀幹屈曲

脊柱與骨盆主要是用來完成軀幹的動作，在軀幹屈曲時，腰椎屈曲提供一開始的 50° - 60° 的關節活動度，接著由骨盆前傾或後傾完成整個屈曲的角度，骨盆動作與屈曲的動作是呈現相反的狀況，軀幹的屈曲與伸張主要以豎脊肌的動作為主，在屈曲時以離心力負責減速動作；伸張時以向心收縮使之伸張。(Hertling, 1996)。關於軀幹屈曲時，根據相關文獻研究 (Chow, 2003 & Brown, 2003)，較會利用到的肌肉部份包括豎脊肌 (Erector spinae)、腹直肌 (Rectus abdominis)、腹外斜肌 (Obliquus externus abdominis)、腹內斜肌 (Obliquus internus abdominis) 等這些部分。軀幹處於不對稱的姿勢時，以腹直肌、腹外斜肌、豎脊肌最明顯地產生保持軀幹平衡之效用。腹直肌、腹外斜肌為前屈肌群；豎脊肌屬於背展肌群。各自的功用呈現在表 2.2 中；而位置如圖 2.3 所示 (Warfel, 2003)。

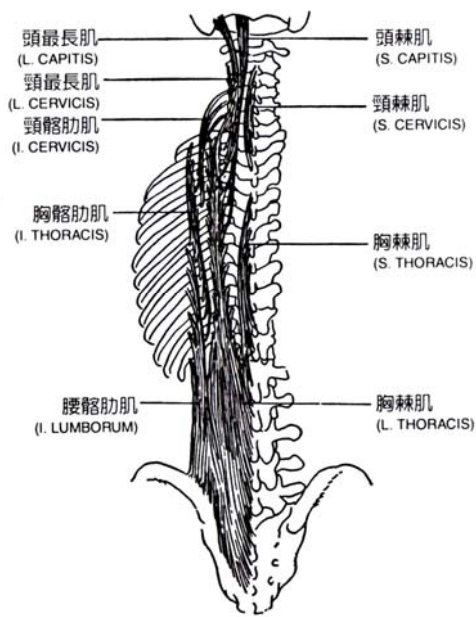
表 2.2 各部位肌肉名稱與功能

名稱	功 能
豎脊肌	脊柱的伸展、側彎與旋轉。
腹直肌	壓縮腹部，支撐腹腔內的臟器，用力呼吸時的呼氣肌，屈曲骨盆與脊柱。
腹外斜肌	壓縮腹部，支撐腹腔內的臟器，用力呼吸時的呼氣肌。
腹內斜肌	壓縮腹部，支撐腹腔內的臟器，用力呼吸時的呼氣肌。

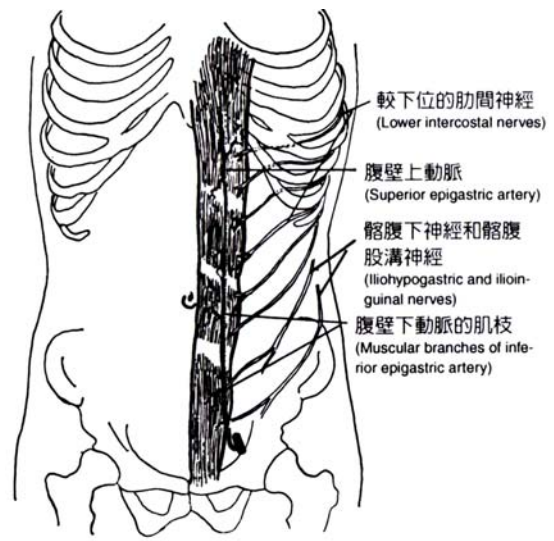
資料來源： John.H Warfel (2003)，肌學手冊。

O’Sullivan 對 20 名健康的成人做了在傾斜的站姿、正直的站姿下，腹外斜肌、腹直肌、腹內斜肌、豎脊肌的肌肉激發模式。結果發現維持站姿與坐姿的肌肉主要以豎脊肌為主，腹部活性較低；當坐姿慢慢由直立轉移成駝背時，骨盆向後傾斜，腹內斜肌和豎脊肌逐漸放鬆，而腹直肌與腹外斜肌沒有多大改變 (O’Sullivan, 2002)。由 O’Sullivan 的研究可以發現這些肌肉是屬於被動性質，而一個不良的姿勢會使身體為了達到完整平衡，會使肌肉產生不正常的運作，時間越久則越容易產生傷害。同樣在 Lund 的研究中指出，下背痛患者的腰椎活動會有不正常的結合動作，尤其是在側彎動作結合旋轉動作時，產生不正常旋轉方向導致傷害 (Lund, 2002)。

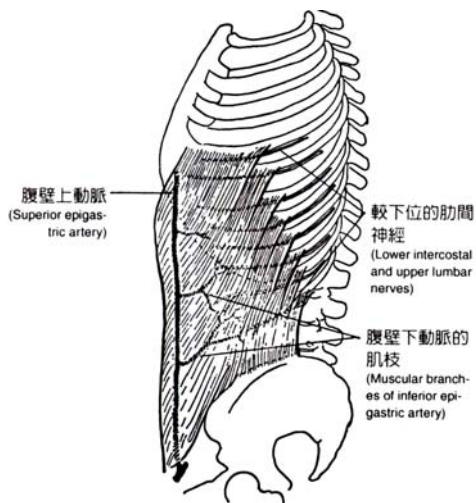
彎身舉物的動作並不被推薦，但是這樣的動作卻可以廣泛的見到，對於腰部與背部都可能形成傷害 (Fogleman & Smith, 1995)，收拾裝滿垃圾的垃圾袋時即彎身舉物。一個動作不佳的姿勢必須依靠肌肉的被動性和非收縮的軟組織來支撐，以維持姿勢的平衡，經過長時間的累積會造成脊椎穩定度容易鬆動，仍易產生傷害 (黃湘棉, 2004)。利用學者們所探討過的理論並瞭解這些動作所帶來的副作用後，我們可以在日常生活中發掘後進一步去改善。



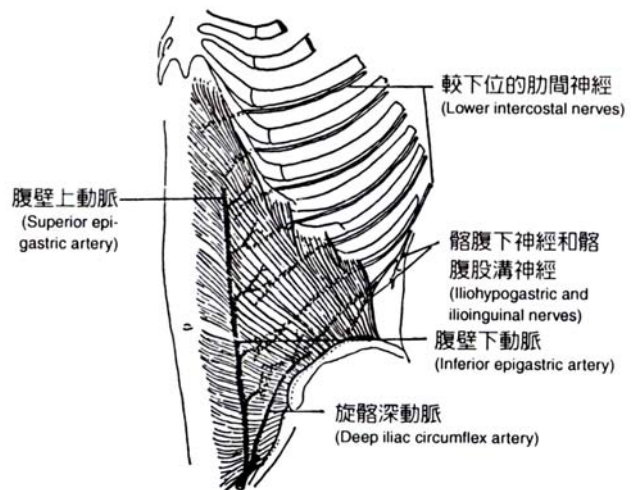
(1) 豎脊肌



(2) 腹直肌



(3) 腹外斜肌



(4) 腹內斜肌

圖 2.3 各部位肌肉與名稱 (1 豎脊肌、2 腹直肌、3 腹外斜肌、4 腹內斜肌)

資料來源： John.H Warfel (2003)，肌學手冊。

2. 抬舉

關於抬舉動作，以人工操作的抬舉動作所造成下背痛，佔職業傷害中的第二位(Brooks，1995)。高齡者與成年人所倚靠的肌力位置避不一樣，成年人會利用背部與腰部來支撐使身體得到穩定；高齡者相對不喜歡用背部與腰部支撐，因為利用腿部支撐可以讓他們得到更好的穩定度(Gwanseob Shin，2006)。背部傷害變得常見與抬舉(Damkot et al.，1984)跟突然動作以及負重有一定關聯(Marras et al.，1987)。對於抬舉時上手臂與前臂的夾角呈 90° 時所能提起的重量為最佳，如圖 2.4 所示。在國外對於抬舉時上手臂與前臂所呈現的夾角功能也有相關研究，結果顯示也與圖 2.5 類似，在手臂一半長所能觸及的地方能得到最大出力(Shrawan，1995)，研究顯示如圖 2.5 為男性與女性分別在手臂長度為一半、四分之三與完全伸展時的力量比較；而國內對於抬舉之相關研究顯示，下背痛病患者抬舉特徵顯示，搬運物重量超過 30 公斤、搬運高度位於膝蓋至腰間、身體軀幹前屈 $50^\circ\sim 70^\circ$ 、旋轉 $15^\circ\sim 30^\circ$ 以及側彎 $5^\circ\sim 15^\circ$ 間，如此確定不佳的抬舉姿勢會對身體造成傷害(林燕慧，2002)。本研究的實驗設計將根據以上所提的文獻當作輔助，以利實驗的進行。

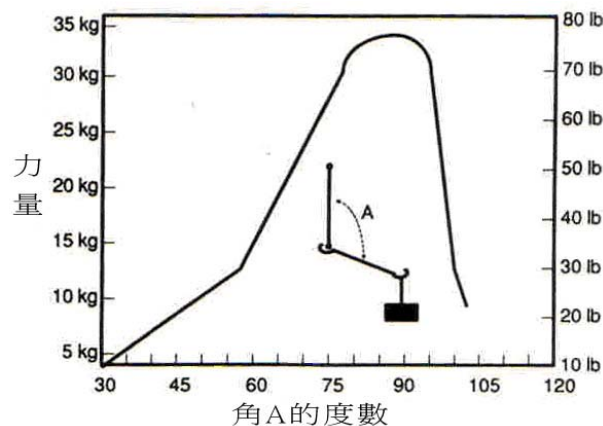
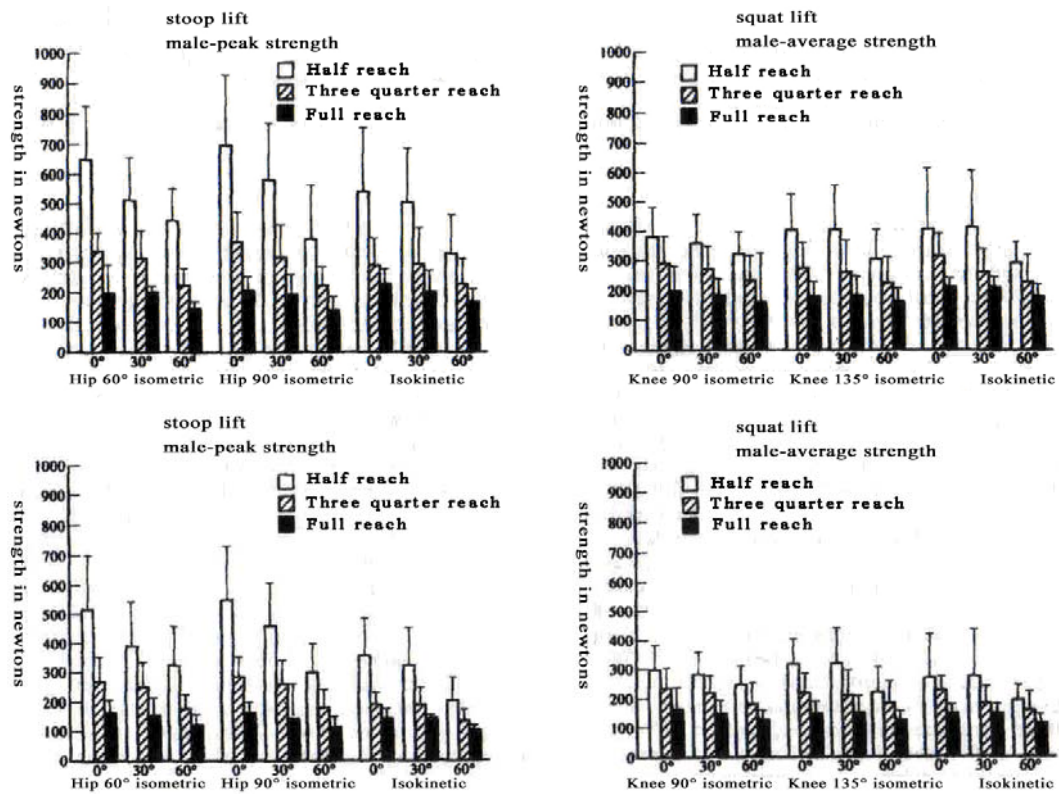


圖 2.4 上臂與前臂的夾角功能的提舉

資料來源: Cushman et al (1996)，產品設計的人因工程。

a.



b.

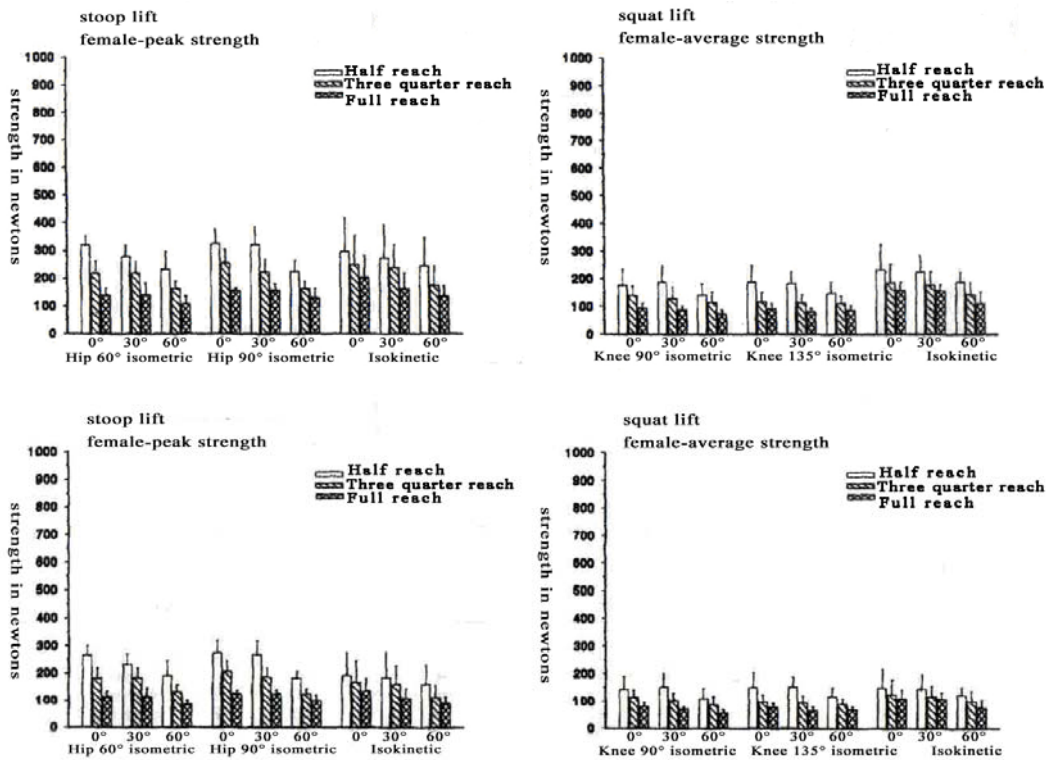


圖 2.5 手臂觸及長度與力量大小比較圖(a.男性、b.女性)

資料來源: Shrawan (1995), Development of predictive equations for lifting strengths.

第三章 研究方法

垃圾桶為日常生活中不可或缺的必需品，大部分家庭至少會有一至二個甚至更多的垃圾桶。本研究為了讓垃圾桶更符合人體使用，更改了桶身高度與角度進行測試，並紀錄實驗時發生的狀況與受測者之相關問題，將樣本的優、缺點進行評估，並讓受測者填寫對於實驗之主觀感受評量問卷將所攝得之影像轉換成靜態圖面以測量軀幹彎取角度，將資料互相比較分析，以找出最佳的設計基準。

3.1 實驗方法

本實驗之受測對象分為年輕族群 35 人（男性 16 人；女性 19 人）以及高齡族群 30 人（男性 14 人；女性 16 人）。實驗開始之前先對受測者充分講解實驗目的與即將實驗之內容，使受測者完全了解並且無疑問後再開始進行。

3.1.1 受測者

受測人數分別為年輕族群 35 人；高齡族群 30 人，共 65 人。年輕族群以 18~30 歲之間年輕人，受測者對象主要以南華大學學生為主；高齡族群則以 65 歲以上之高齡者，主要對象以嘉義縣大林鎮老人活動中心與高雄縣大寮鄉上寮村村民為主，基本資料如表 3.1 與 3.2 所示。實驗分成兩個族群主要目的在於，可以在兩個族群間做出差異比較，得到年輕人與高齡者的差別，同時可以擷取對高齡者有益的設計。

表 3.1 年輕受測者基本資料

	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
年齡	35	19	29	23.17	2.50
身高	35	148	183	167.46	8.75

表 3.2 高齡受測者基本資料

	個數	最小值	最大值	平均數	標準差
年齡	30	65	81	71.17	5.00
身高	30	145	176	158.8	6.95

3.1.2 實驗設計

本研究主要目的在於針對家用型垃圾桶做探討，改良傳統家用型垃圾桶的使用高度以及角度，經由實驗結果取得較符合人體操作之姿勢的改良設計。本實驗垃圾桶之高度設定以文獻探討所蒐集之數據做參考基準 (Willam, 1996)，提高樣本垃圾桶的高度從 75 cm 開始，以 10cm 為一間距，共有 3 種高度數值(X:75cm、65cm、55cm)，而在角度方面則以 15° 為間隔，以傾斜 30° 開始，分別為 30°、45°、60°、75° 加上一般無傾斜時的 0° (Y: 0°、30°、45°、60°、75°)，共有 5 種角度數值。實驗總共為 3 種高度加上 5 種角度交叉配合變化，共計得 15 個種類 (3 種高度*5 種角度) 可能之組合。另外，為使受測者感受新型垃圾桶樣本與傳統類型垃圾桶之差異，固在實驗中再加入傳統類型垃圾桶之使用模式為樣本 (即傳統形式置放在地上的垃圾桶) 實驗樣本共計有 16 種。

主觀評量問卷中採五點評量方式，分數越高表示認同的程度越高，問卷內容問項分為兩大類，針對身體與垃圾桶使用情形依受測者主觀感受填答。身體部份包含軀幹與膝蓋之舒適度進行評量，尺度 1 表示非常高，2 表示高，3 表示普通，4 表示低，5 表示非常低。分數越高表示身體軀幹之舒適度越高，如表 3.3；垃圾桶使用情形包含裝垃圾袋、丟硬紙

團（較重的垃圾）、丟塑膠團（較輕的垃圾）與收拾垃圾袋之容易度進行評量，尺度 1 表示很困難，2 表示難，3 表示普通，4 表示容易，5 表示很容易。分數越高表示垃圾桶使用情形適切性越高，如表 3.4。

關於身體部分評量主要是為要了解，軀幹以及膝蓋的舒適度，對於每一樣本進行實驗後所得到的感受；而垃圾桶使用情形則以平常對垃圾桶會做出的動作為主，即裝垃圾袋、丟擲垃圾、收取垃圾袋等行為，做為垃圾桶使用情形之評量問項。並且紀錄受測者身高、年齡以及性別等基本資料。

在高齡族群實驗設計方面，實驗進行時顧慮到高齡者的體力，與實驗數據的準確性，固將原本之實驗樣本拆解分成 10 組，如表 3.5 所示，一組共 9 種實驗樣本再加入傳統類型垃圾桶之使用模式，一人進行一組實驗樣本。

受測者進行實驗時，會有丟擲垃圾與裝置垃圾袋與收拾垃圾袋之動作，每種樣本都會進行這三種動作。丟擲的垃圾分別為輕（塑膠團）與重（硬紙團）兩種類型，原因在於一般丟擲較輕的垃圾與丟擲較重的垃圾時會產生距離與力量上的差別，例如丟擲較輕的垃圾時，可能發生垃圾不易投進垃圾桶而掉落的情形。

表 3.3 身體部分評價問項

	非 常 高	高	普 通	低	非 常 低
1.軀幹(trunk)是否不舒服	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.膝蓋是否不舒服	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

表 3.4 新型垃圾桶使用情形評價問項

	非 常 容 易	容 易	普 通	困 難	非 常 困 難
1.裝垃圾袋容易度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.丟擲垃圾容易度(硬紙團)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.丟擲垃圾容易度(塑膠團)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.收拾垃圾容易度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

表 3.5 高齡者實驗樣本





	55 cm	65 cm	75 cm
1	0°、30°、45°	0°、30°、45°	0°、30°、45°
2	0°、45°、60°	0°、45°、60°	0°、45°、60°
3	0°、60°、75°	0°、60°、75°	0°、60°、75°
4	0°、30°、60°	0°、30°、60°	0°、30°、60°
5	0°、30°、75°	0°、30°、75°	0°、30°、75°
6	0°、45°、75°	0°、45°、75°	0°、45°、75°
7	30°、45°、60°	30°、45°、60°	30°、45°、60°
8	30°、60°、75°	30°、60°、75°	30°、60°、75°
9	30°、45°、75°	30°、45°、75°	30°、45°、75°
10	45°、60°、75°	45°、60°、75°	45°、60°、75°

3.1.3 實驗器材

實驗樣本之垃圾桶大小尺寸，是經由市場調查後，收集家用型垃圾桶之尺寸後決定，長:230-430 mm、寬:161-298 mm、高: 260-655 mm，如表 3.6 所示。本實驗垃圾桶尺寸設定為長 280 mm*寬 200 mm*高 300 mm，將尺寸範圍定於市面上垃圾桶範圍之內。本實驗器材先以 3D 繪圖軟體 Solid Works2006 建立新型垃圾桶之樣本模型，經討論修改後使用木頭材質做出實體樣本模型，模型由 4 個主體零件構成，分別為 (1) 卡榫—用以連接

垃圾桶與支撐架所用如圖 3.1。(2) 垃圾桶—尺寸為長 280 mm*寬 200 mm*高 300 mm，側面有五個小孔可調整角度如表 3.7。(3) 支撐架—用以調整垃圾桶高度所用，共有三種高度可調整如表 3.7。(4) 底座—用以固定整體，使垃圾桶不搖晃掉落如圖 3.1。實驗模型之高度與角度變換種類如表 3.7 所示；實驗模型之三視圖如圖 3.1 所示。

表 3.6 室內垃圾桶資料收集

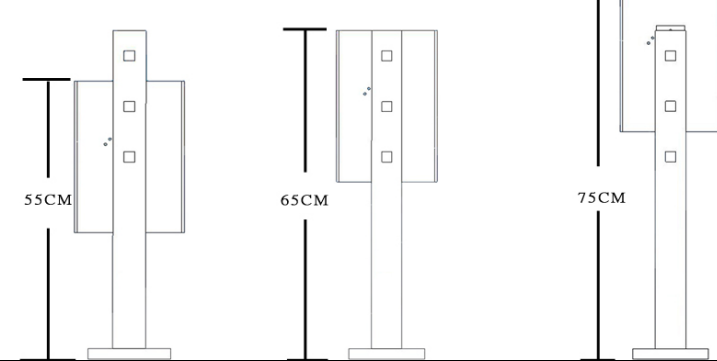
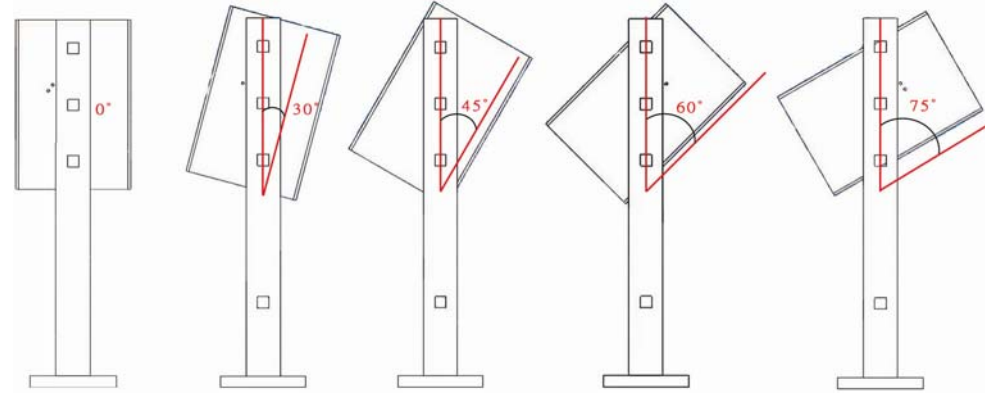
7 加侖垃圾桶	10 加侖垃圾桶	室內垃圾桶	防火垃圾桶
			
365 mm*260 mm*381 mm	387 mm*279 mm*505 mm	380 mm*270 mm*512 mm 430 mm*294 mm*655 mm	230 mm*161 mm*260 mm 283 mm*203 mm*308 mm 371 mm*268 mm*395 mm 382 mm*298 mm*510 mm
各尺寸範圍: 長:230 mm-430 mm, 寬:161 mm-298 mm, 高: 260 mm-655 mm。			

資料來源:本研究收集彙整。

3.1.4 實驗樣本

實驗樣本共有 16 種，分別為 3 種高度與 5 種角度的互相交配方式再加入傳統類型垃圾桶之使用模式，如表 3.8 所示。

表 3.7 實驗器材高度 (X) 及角度 (Y) 之種類

<p>高度: X</p>	
<p>角度: Y</p>	 <p style="text-align: center;">0° 30° 45° 60° 75°</p>

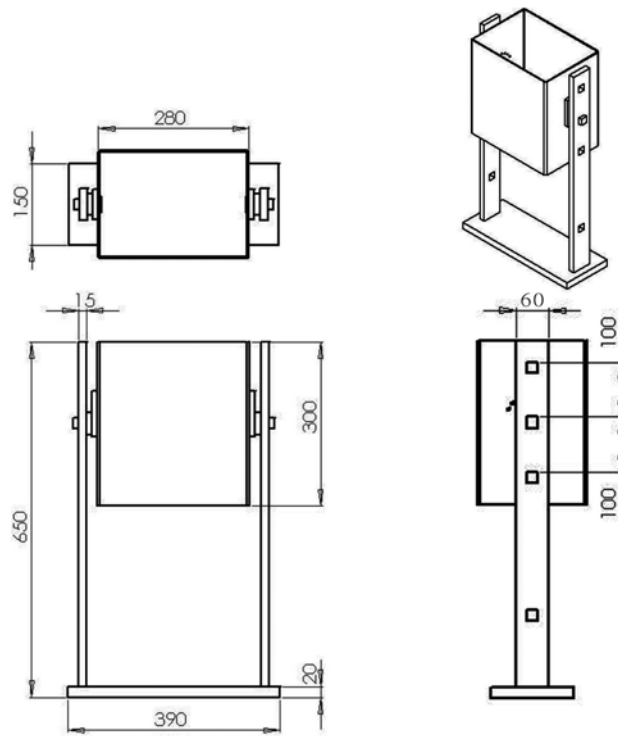


圖 3.1 實驗器材三視圖

3.2 實驗步驟與流程
















實驗進行時，以數位攝影機全程拍攝且紀錄，預防實驗中會有預期外的情況出現，同時也可紀錄受測者的使用方式。實驗後將以 2D 平面繪圖軟體將動態影像轉成平面圖象再從中擷取實驗畫面，以便測量受測者身體彎曲之角度。受測者將會進行兩次實驗流程，第一次實驗不予以攝影記錄，由研究者親自講解說明與讓受測者先進行初步的感受測試，使受測者先了解本實驗目的，以及為了在第二次實驗進行時能夠做出比較並填寫主觀評量問卷；第二次實驗將以數位攝影機紀錄實驗情況，實驗時會請受測者每完成一個實驗動作後，馬上填寫評價問卷已取得最直接之感受評量。為了不讓受測者有先入為主的觀念，本實驗樣本會以隨機的方式讓受測者進行實驗。實驗過程大約 30 分鐘。

高齡者實驗狀況與年輕受測者稍微不同，因為考慮到高齡者的體力狀況與身體機能退化，因此減少每人所必須做的樣本數，每一高齡者所進行的一組實驗為 10 個樣本數。

受測者進行實驗步驟如下：

1. 告知受測者實驗目的與評價問卷之內容重點。
2. 將垃圾桶裝上垃圾袋。
3. 丟擲兩種不同重量(硬紙團與塑膠團)之垃圾。
4. 收拾垃圾袋。
5. 填寫問卷。

表 3.8 垃圾桶實驗樣本實品圖

	0°	30°	45°	60°	75°
55 cm					
65 cm					
75 cm					

3.2.1 軀幹彎曲角度測量方式

實驗進行時會使用數位攝影機從受測者側面進行錄影，在實驗結束後會測量使用者與每一實驗樣本互動時軀幹彎曲程度，如圖 3.2 所示，此方法仿照 Coury 等人 (Coury et al., 2005) 的實驗方式，從側面看去連接肩膀中央 (The center of shoulder) 到通過股骨 (The trochanter of the femur) 間之兩點形成直線，此直線與垂直線所夾成的角度，即為軀幹彎曲角度 (The angular displacement of the trunk)。然而從 1977 年開始至今，已有許多學者從事使用語彙來進行軀幹彎曲角度的層級分類，如表 3.9 所示，多半分成三類，輕鬆 (Neutral)、普通 (Mild)、困難 (Sever) (Coury et al., 2005)。從表 3.9 可以看出對身體負擔較為輕鬆 (Neutral) 的角度介於 0° - 20° 間； 21° - 62° 間屬於普通 (Mild) 的範圍；大於 62° 以上，對身體的負擔是屬於較為沉重 (Severe) 的姿勢。此方法即用來判斷受測者的身體負擔，在實驗結束後可用來與主觀評量做比較以達到驗證之效果。

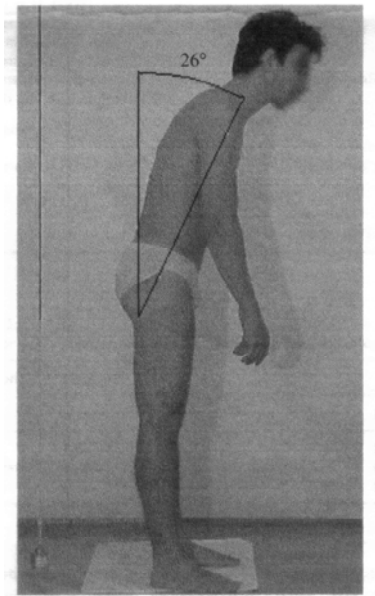


圖 3.2 軀幹彎曲角度測量方式

資料來源： Coury (2005) , Are the postures adopted according to requested linguistic categories similar to those classified by the recording protocols.

表 3.9 不同軀幹姿勢之分類

Range of amplitudes according different models for classifying trunk position

Observational methods			
Keyserling (1986)	Neutral	Mild	Severe
Punnett et al. (1991)	0-20°	> 20-45°	> 45°
Karhu et al. (1977)	0-20°	> 20°-45°	> 45°
Corlett et al. (1979)	—	0-45°	> 45°
Wagner (1985)	0-15°	> 15-30°	> 30-45°
Tracy and Corlett, 1991	> 45°	0-45°	> 45°
McAtamney and Corlett (1993)	0-20°	> 20-60°	> 60°
Swat and Krzychowicz (1996)	“Free comfort boundary” ≤ 20°	—	—
Hignett and McAtamney (2000)	0-20°	> 20-60°	> 60°
Self assessment			
Kumar (1993)	“Shallow forward” 30° (14-44°)		71°
Present study	Mild 20° (5-47°)	Moderate 34° (21-62°)	Severe 75° (60-100°)

資料來源：Coury (2005), Are the postures adopted according to requested linguistic categories similar to those classified by the recording protocols.

3.3 預期結果

本研究首先經由文獻探討進行理論基礎的建立，以利輔助研究進行，再利用實驗設計以及問卷調查等研究方法，針對舊有的傳統型家用垃圾桶進行探討與改良設計，使得家用型垃圾桶能夠更符合通用設計之原則，也達到符合人體工學的概念之設計。本研究預期完成以下目標：

1. 人體與垃圾桶之間互動的了解，即便在日常生活中，丟擲垃圾與裝卸垃圾袋只是一個簡單的行為，但是，近年來職業病與流行病的數據日增，造成腰痛以及背痛等肌肉傷害，這樣的傷害會累積到我們年老時，會變的更嚴重，所以必須了解有關人體與垃圾桶互動時相關之肌肉與骨骼。
2. 改良垃圾桶之設計，本研究主要目的是探討垃圾桶之高度與角度改良後是否能更符合人體使用。
3. 兩種族群間互相比較，實驗分成年輕與高齡族群，在實驗之後的數

據就可明顯看出兩邊的差距，也能進一步找出族群間相對的喜好。

3.4 實驗執行與紀錄

本研究分別對年輕與高齡兩個族群進行實驗，主要目的在於找出兩個族群所喜愛之新型垃圾桶之模式與是否有不同的需求。高齡者在身體機能的退化下，對於日常用品的需求會變的更高，因此族群的使用情況之主觀評價進行統計分析，再做出兩個族群對新型垃圾桶之使用方面是否有明顯差異。

3.4.1 實驗實施過程

1. 裝垃圾袋

受測者在實驗進行時，會告知受測者以正對垃圾桶的方向對每一實驗樣本裝上垃圾袋，且盡可能保持良好的姿勢，避免造成身體多餘的負擔如圖 3.3 所示。

2. 丟垃圾

實驗時所要丟擲之垃圾分為兩種，一為較重的硬紙團；另一為較輕的塑膠團，如圖 3.4、圖 3.5 所示，垃圾分為輕與重之目的在於，受測者對兩種垃圾丟擲的方法可能會有所不同，可以觀測當受測者分別丟擲輕重垃圾時的差異狀況。然而根據實驗紀錄顯示，丟擲較輕的垃圾時，受測者大部份會較靠近垃圾桶；而丟擲較重垃圾時，則反之。

3. 收拾垃圾袋

實驗最後一個動作為把垃圾袋收起，抬舉的動作與裝垃圾帶相似，告知受測者正對垃圾桶進行動作以減少身體負擔，如圖 3.6 所示。

4. 突發情形

丟擲較輕的垃圾（塑膠團）時，由於施力的不足而未如預期中的結果而導致塑膠團掉落的情形，如圖 3.7 所示此情形在實驗中只發生於年輕族群身上，在高齡者族群並無此依現象發生，可發現高齡者對於丟擲垃圾方面會相對於年輕族群來得謹慎並較為靠近垃圾桶，避免垃圾掉落的意外。相對於在丟硬紙團方面，沒有此種狀況發生，可看出垃圾的輕重對於受測者的手部感覺會影響丟擲垃圾的結果，輕的垃圾難以掌控丟擲的距離；重的垃圾則反之。在實驗觀察結果之下，受測者在丟擲兩種垃圾之時，所離垃圾桶的距離，輕的垃圾較為重的垃圾為近。



圖 3.3 裝垃圾帶過程



圖 3.4 丟擲塑膠團情形



圖 3.5 丟擲硬紙團情形



圖 3.6 收拾垃圾袋情形



圖 3.7 受測者進行實驗時垃圾掉落情形

3.4.2 受測者軀幹測量

在完成兩族群間之實驗後，將所攝之影像利用電腦軟體擷取受測者正在裝垃圾袋時之圖片，再運用數位軟體測量受測者在裝垃圾帶時軀幹所彎曲角度。測量方式如同文獻探討中所提到，從受測者矢狀面（sagittal plane）連接肩膀中央（The center of shoulder）與通過股骨（The trochanter of the femur）間之兩點呈直線，此直線與垂直線所夾成的角度，即為軀幹彎曲角度（The angular displacement of the trunk）。測量方式如圖 3.8 所示，會在受測者進行實驗時在肩膀中央以及股骨兩處貼上紅色標記，以便量測軀幹彎曲角度所用，測量完後統計每位受測者對於每種實驗樣本，軀幹所彎曲的角度予以記錄並加以統計實驗數據，在實驗完成之後，所得到之最佳實驗樣本即造成受測者軀幹負擔最小，再將此結果與主觀評量問卷分析後之結果互相比較，以取得最佳模式。

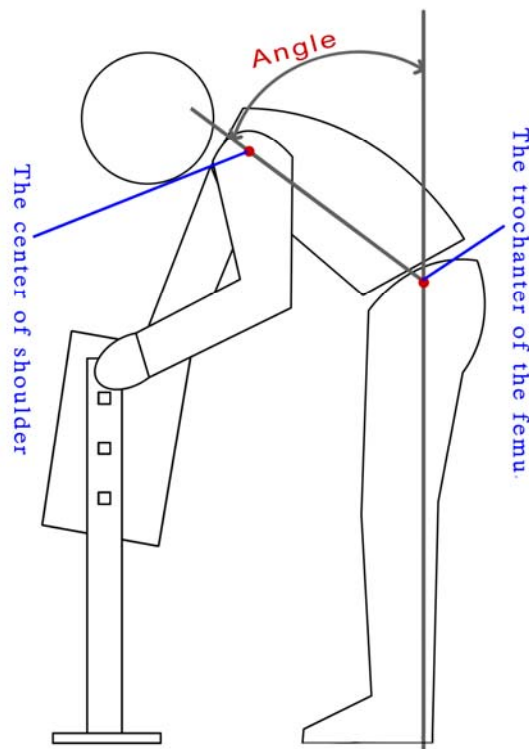


圖 3.8 軀幹測量示意圖

第四章 實驗結果分析與討論

根據實驗結果與主觀評價問卷數據之資料，經由統計軟體 SPSS 進行分析與討論。高齡族群與年輕族群間在各個實驗樣本是否具有顯著性之差異，受測者對於新型垃圾桶之使用主觀評價問題是否具有顯著性差異，以分析方式加以討論；軀幹量測方面，也以同樣的方式進行分析與探討。

4.1 兩族群間各評價問題分析

經由二因子變異數分析得知，年輕族群與高齡族群間之年齡因素於軀幹 ($p=.004<.05$)、膝蓋 ($p=.000<.05$)、裝垃圾袋 ($p=.003<.05$)、丟擲硬紙團 ($p=.000<.05$)、丟擲塑膠團 ($p=.000<.05$) 與收拾垃圾袋 ($p=.000<.05$)，此六個問題之分析結果皆有達到顯著性差異。因此，以下將進行年輕族群與高齡族群分開探討。

由表 4.1 至 4.6 中可得知，對於進行年輕與高齡兩個族群而言，各個問題相對於兩個受測族群之間而言皆呈現出顯著差異，表示兩個族群在軀幹、膝蓋、裝垃圾袋、丟硬紙團、丟塑膠團、收垃圾袋等進行測試是具有意義的。

表 4.1 兩年齡族群軀幹顯著性分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
截距	355.368	1	355.368	2503.257	.000
GROUP	1.255	1	1.255	8.837	.004**
誤差	7.240	51	.142		

表 4.2 兩年齡族群膝蓋顯著性分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
截距	315.585	1	315.585	1823.26	.000
GROUP	3.807	1	3.807	21.995	.000**
誤差	8.827	51	.173		

表 4.3 兩年齡族群裝垃圾帶顯著性分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
截距	392.754	1	392.754	3942.619	.000
GROUP	.942	1	.942	9.454	.003**
誤差	5.080	51	9.962E-02		

表 4.4 兩年齡族群丟硬紙團顯著性分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
截距	306.449	1	306.449	2227.082	.000
GROUP	3.821	1	3.821	27.771	.000**
誤差	7.018	51	.138		

表 4.5 兩年齡族群丟塑膠團顯著性分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
截距	333.753	1	333.753	2516.391	.000
GROUP	2.400	1	2.400	18.093	.000**
誤差	6.764	51	.133		

表 4.6 兩年齡族群收垃圾袋顯著性分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
截距	301.120	1	301.120	1788.650	.000
GROUP	3.153	1	3.153	1788.650	.000**
誤差	8.586	51	.168		

4.2 軀幹量測數據分析

為了得知受測者與垃圾桶互動時軀幹所彎曲的角度，擷取受測者正在進行裝置垃圾袋的動作，並進行軀幹角度的測量。由於當受測者在裝置垃圾袋時，必須將垃圾袋裝入至垃圾桶底部，而收拾垃圾袋時只需將垃圾桶頂部之塑膠袋拉起即可，兩種動作約差了一個桶身的距離，然而丟擲垃圾部分，有少數受測者之軀幹些微彎曲，大部分受測者皆未彎曲軀幹丟擲垃圾，所以軀幹所彎曲之幅度以裝置垃圾袋之動作最大。軀幹量測結果如圖 4.1、4.2 所示，從圖中首先可得知無論在年輕族群或高齡族群，均以 75 cm/0°以及 75 cm/30°的排名較佳。垃圾桶之高度為 75 cm時，受測者的軀幹所需彎曲的角度範圍最小，相對於身體所承受之負擔會隨之減少；在角度方面 0°與 30°而言，軀幹所彎曲的度數皆在普通 (Mild) 範圍中，相差不遠。其次可以發現在高齡受測者方面，在桶身提高 55 cm 與 65 cm時，平均數較為集中，可見高齡者的軀幹彎曲程度差異不大。

在表 4.7 與 4.8 中可看到無論年輕族群 (性別:p=.450；身高:p=.620) 或者高齡族群 (性別:p=.360；身高:p=.970) 的身高與性別，對於軀幹量測皆未達到顯著性之影響。由於兩族群間之軀幹量測方式是使用同一種量測方式進行，所以兩族群間身高或性別對於量測方式未達到顯著性的影響。

此項顯示垃圾桶高度越接近人體指末端高，在執行裝置垃圾袋時，身體越能減少彎曲的角度，並使身體無需承受彎腰所造成的負擔。從角度方面探討，發現垃圾桶之角度以 45°作為一個分歧點，傾斜度假如在 45°以下，能使身體保持與無傾斜的 0°相似，但保持在 30°以內是最佳的結果；反之，若超過 45°，身體所彎曲的角度會成為較嚴重的負擔。從高度方面探討，無論年輕或高齡族群在圖中可明顯看出分為三個趨勢，得

知提高垃圾桶的高度可以改善身軀彎曲的角度，比起一般放置地面上之傳統家用垃圾桶，減少背部與腰部所需承受的壓力更符合人體使用。

無論年輕或高齡族群，大部分的受測者在進行實驗時認為垃圾桶傾斜至 30°是最理想的位置，太多可能會造成垃圾掉落，或無法放置更多的垃圾導致空間上的浪費，而作為家用垃圾桶也需顧慮兒童玩耍時造成垃圾桶翻覆之意外，因此垃圾桶之傾斜角度若超過 45°便形成不良的設計。然而在高度方面的意見較為一致，受測者認為越接近手指末端之高度越符合人體使用，但有少部份高齡受測者認為，垃圾桶在 75 cm 的高度時過於靠近人體上半身，主要有兩個原因，首先是因為垃圾桶本身是放置丟棄的物品，在提高後怕會有難聞的氣味；第二點是因為身體老化後，鈣質的流失造成身高的縮減，反而提高 65 cm 的高度較為適當。

表 4.7 年輕族群軀幹彎曲角度量測-性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	30.379	1	30.379	.569	.450
身高	1102.106	22	50.096	.873	.620

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

表 4.8 高齡族群軀幹彎曲角度量測-性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	22.234	1	22.234	.878	.360
身高	137.732	11	12.521	.259	.970

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

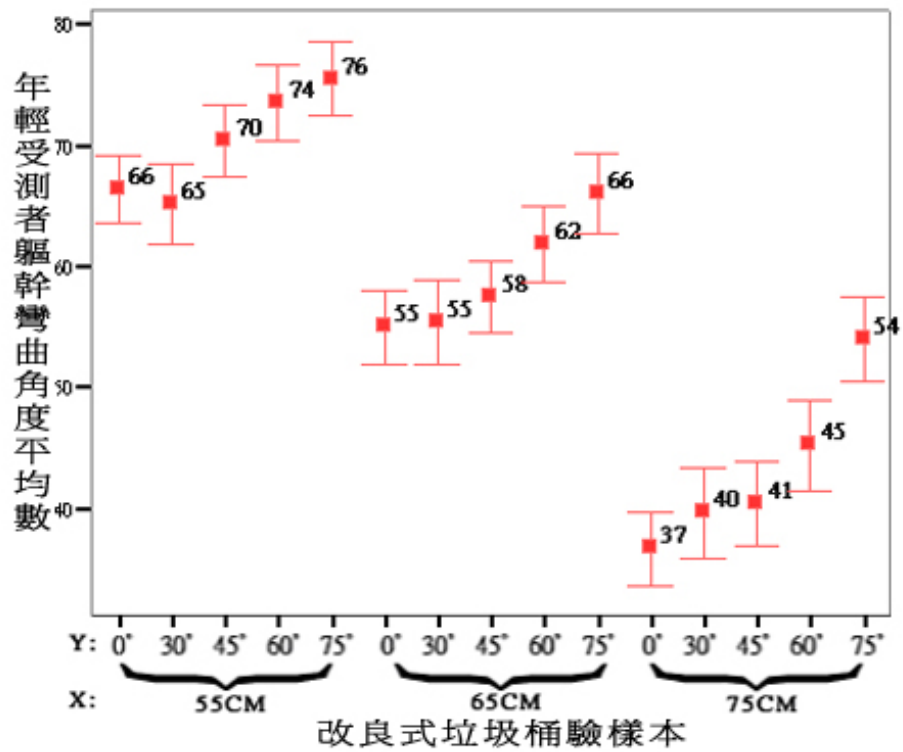


圖 4.1 年輕族群測量軀幹角度平均誤差長條圖

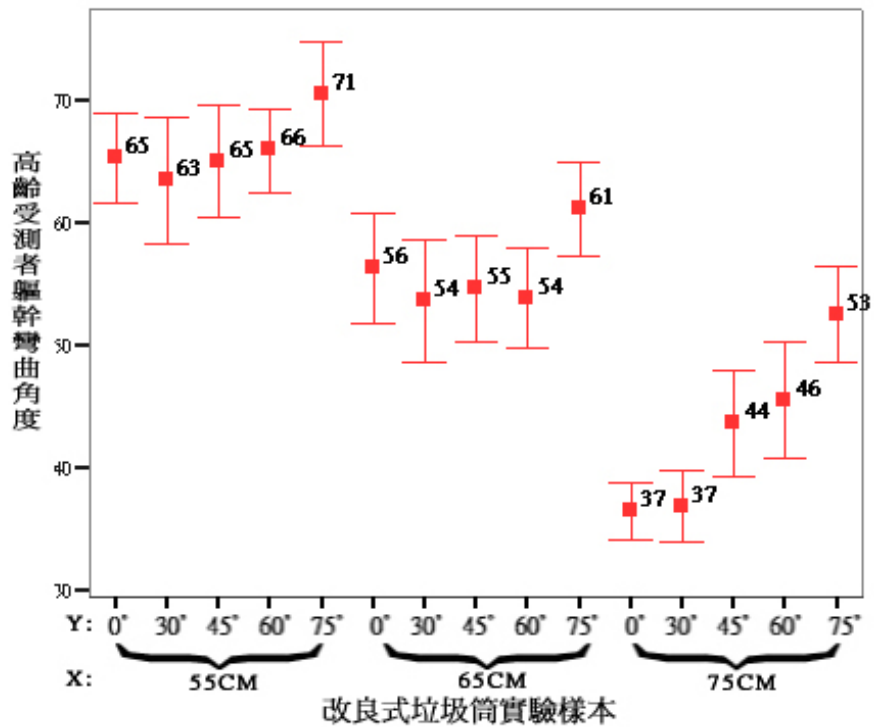


圖 4.2 高齡族群測量軀幹角度平均誤差長條圖

4.3 主觀評價問題分析

實驗進行時，當受測者每執行完成一個實驗樣本後，會立刻填寫主觀評價問卷，問卷分為兩大部分共 6 題。第一部份之問項主要為了解受測者在與垃圾桶互動時身體方面的感受評價，包括軀幹及膝蓋兩方面；第二部份之問項是為了解受測者對於垃圾桶之使用性，在使用方面是否感到舒適，包含裝卸垃圾袋以及丟擲垃圾，即平時對垃圾桶會產生的互動行為。各問項之平均值與標準差之數據，如表 4.9 與表 4.10 所示，可以看出各個實驗樣本在不同問題下所呈現的數值與最佳的實驗樣本，例如高度方面，可以明顯看出隨著垃圾桶的高度提高，平均數也隨之增加，高度提高 75 cm 時平均數已在 4 左右；角度方面可以得知桶身傾斜 0° 與 30° 時所獲得之平均數再各高度方面皆為較佳的，而 75° 則皆為最差。在主觀評價問題中將進行各族群在性別、身高方面對於實驗有無顯著並做出圖表之比較。

本研究主觀評價問卷有六個項目，如下列所示：

關於身體部份之評價問題——

1. 軀幹是否感到舒適
2. 膝蓋是否感到舒適

關於新型垃圾桶之評價問題——

1. 裝置垃圾袋之容易度
2. 丟擲硬紙團容易度（較重的垃圾）
3. 丟擲塑膠團容易度（較輕的垃圾）
4. 收拾垃圾袋容易度

表 4.9 年輕族群對於各個實驗樣本於每一主觀評價問題之敘述性統計

	軀幹	膝蓋	裝垃圾袋	丟硬紙團	丟塑膠團	收垃圾袋
	Mean(Std.)	Mean (Std.)	Mean(Std.)	Mean(Std.)	Mean(Std.)	Mean(Std.)
55 cm						
0°	3.23(.91)	3.60(.91)	3.26(.70)	3.91(.51)	3.80 (.68)	3.57(.65)
30°	3.00(.69)	3.37(.81)	3.11(.72)	3.69(.68)	3.63(.73)	3.69(.72)
45°	3.14(.81)	3.40(.69)	2.97(.82)	3.66(.76)	3.51(.89)	3.63(.84)
60°	2.83(.75)	3.03(.79)	2.60(.85)	3.20(.63)	3.00(.77)	3.20(.80)
75°	2.34(1.16)	2.60(1.06)	2.09(.78)	2.63(1.11)	2.34(.84)	2.77(.97)
65 cm						
0°	3.71(.89)	4.09(.78)	3.83(.89)	4.26(.70)	4.00(.80)	4.09(.89)
30°	3.89(.83)	3.97(.82)	3.83(.79)	4.14(.69)	3.91(.78)	4.00(.77)
45°	3.60(.91)	3.83(.75)	3.57(.81)	4.09(.70)	3.83(.75)	3.86(.85)
60°	3.34(.80)	3.71(.79)	3.06(.87)	3.77(.77)	3.54(.89)	3.71(.75)
75°	2.57(.85)	3.00(1.00)	2.17(.66)	2.94(.84)	2.63(.73)	3.17(.82)
75 cm						
0°	4.26(.89)	4.34(.84)	4.17(.79)	4.17(.86)	4.11(.80)	4.23 (.84)
30°	4.31(.80)	4.57 (.65)	4.26(.66)	4.43(.70)	4.34 (.76)	4.43(.65)
45°	4.17(.82)	4.34(.73)	4.09(.85)	4.26(.74)	4.26(.82)	4.34(.73)
60°	3.80(.83)	4.06(.94)	3.60(.85)	4.00(.84)	3.89(.87)	4.03(.82)
75°	3.23(1.00)	3.69(.99)	2.40(.74)	3.03(.89)	2.83(.92)	3.40(.98)

表 4.10 高齡族群對於各個實驗樣本於每一主觀評價問題之敘述性統計

	軀幹	膝蓋	裝垃圾袋	丟硬紙團	丟塑膠團	收垃圾袋
	Mean(Std.)	Mean (Std.)	Mean(Std.)	Mean(Std.)	Mean(Std.)	Mean(Std.)
55 cm						
0°	3.00(.97)	2.83(.92)	3.06(.64)	3.28(.83)	3.11 (.90)	3.00(.77)
30°	2.94(.94)	2.89(.90)	3.06(.73)	3.44(.78)	3.39(.85)	3.11(1.02)
45°	2.67(.77)	2.61(.61)	2.50(.51)	2.78(.55)	2.78(.55)	2.61(.61)
60°	2.22(.43)	2.28(.46)	2.33(.59)	2.50(.51)	2.50(.51)	2.50(.71)
75°	1.78(1.00)	1.83(.99)	1.44(.51)	1.72(.75)	1.72(.67)	1.89(.83)
65 cm						
0°	3.56(.86)	3.78(.88)	3.44(.98)	3.61(.70)	3.33(.84)	3.61(.85)
30°	3.67(.49)	3.72(.57)	3.56(.51)	3.78(.65)	3.72(.67)	3.94(.64)
45°	3.44(.78)	3.39(.78)	3.06(.87)	3.22(.43)	3.22(.43)	3.28(.57)
60°	2.61(.70)	2.72(.67)	2.61(.70)	2.83(.62)	2.83(.62)	2.89(.68)
75°	2.06(.73)	2.11(.76)	1.83(.51)	2.28(.67)	2.06(.73)	2.39(.85)
75 cm						
0°	4.61(.61)	4.72(.46)	4.33(.59)	4.28(.75)	4.28(.75)	4.56 (.62)
30°	4.61(.50)	4.72 (.46)	4.56(.62)	4.67(.49)	4.72(.46)	4.61(.61)
45°	3.89(1.13)	3.89(1.02)	3.78(1.06)	3.83(.71)	3.94(.80)	4.17 (.92)
60°	3.11(.96)	3.17(.92)	3.06(.80)	3.06(.73)	3.00(.69)	3.33(.84)
75°	2.39(.92)	2.44(.92)	2.17(.71)	2.39(.92)	2.28(.75)	2.50(1.04)

4.3.1 主觀評價—軀幹問題評價

此問項主要試圖了解，受測者在與垃圾桶互動時，例如裝置垃圾袋，軀幹是否感到不舒適。一般在裝置垃圾袋時會有彎腰等動作，對於身體機能退化的高齡者而言，即算是一種負擔。圖 4.3 與圖 4.4 分別代表年輕與高齡族群在各個實驗樣本中所得之各問題評價平均數，圖中可看出不同高度所顯示出的趨勢，垃圾桶高度越高評價越好。而其中垃圾桶提高 75 cm 和桶身傾斜 30° 之組合在年輕族群中評價最好；在高齡族群則是

75 cm/0°與 75 cm/30°獲得相同評價。

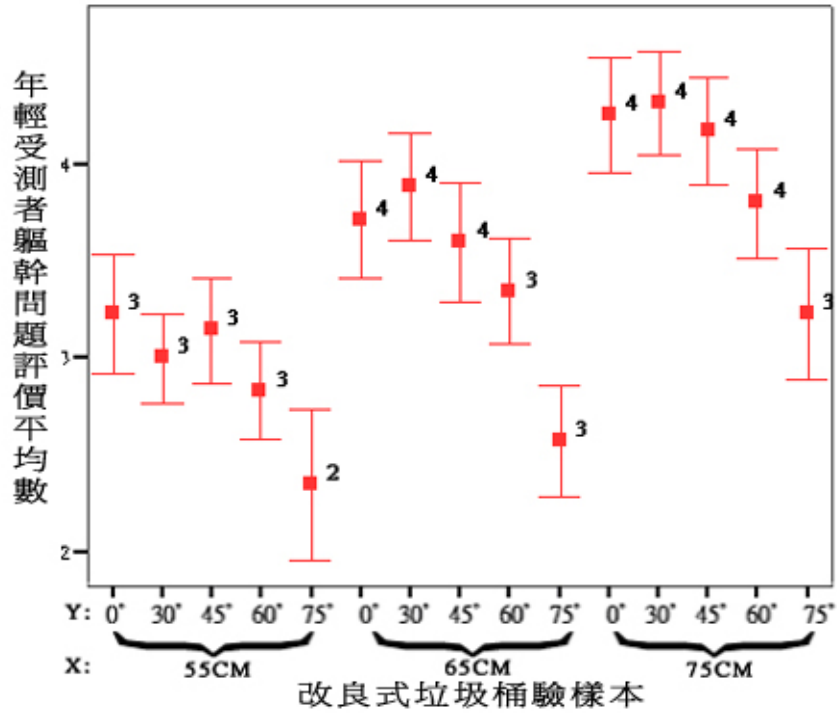


圖 4.3 主觀評價-年輕族群軀幹評價誤差長條圖

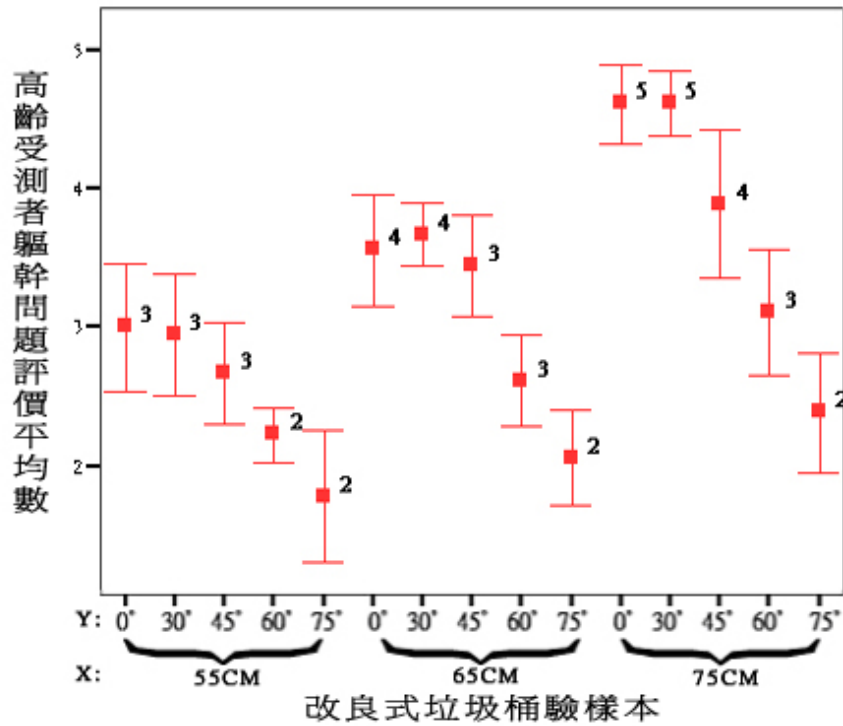


圖 4.4 主觀評價-高齡族群軀幹評價誤差長條圖

表 4.11 主觀評價-年輕族群軀幹評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	1.207E-02	1	1.207E-02	.074	.787
身高	3.715	22	.169	1.223	.368

(*:p<.05, **:p<.01。***:p<.001)

表 4.12 主觀評價-高齡族群軀幹評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	.106	1	.106	.964	.341
身高	1.664	11	.151	4.440	.040*

(*:p<.05, **:p<.01。***:p<.001)

從表 4.11 中可得知年輕族群的身高與性別在軀幹方面之問題評價並無顯著性 (性別:p=.787; 身高:p=.368), 無論身高或性別並無影響此問項的選擇。在表 4.12 中得知高齡族群中性別 (p=.341) 並無顯著性, 但在身高方面 (p=.040) 有顯著性, 表示高齡者的身高對於軀幹問項有一定的影響。

實驗過程中, 從受測者的口述了解, 身體隨著年齡的增長所造成的骨骼退化, 會影響身高的縮減, 所以大部分高齡者會比一般年輕人要矮, 然而對於軀幹彎曲的動作, 會顯的比年輕族群負擔較重。

4.3.2 主觀評價—膝蓋問題評價

此問項與軀幹部份類似, 在受測者進行實驗時, 有部分人會因為垃圾桶太低而蹲下裝置垃圾袋, 而蹲下的動作對於膝蓋會造成較大的負擔, 所以設置此一問項了解是否與垃圾桶之樣式有關。圖 4.5 與 4.6 可看出實驗樣本裡三個高度的趨勢, 75 cm 評價最好、65 cm 次之、55 cm 為最差, 年輕族群以 75 cm/30°; 高齡族群以 75 cm/0°與 75 cm/30°有相同的評價。

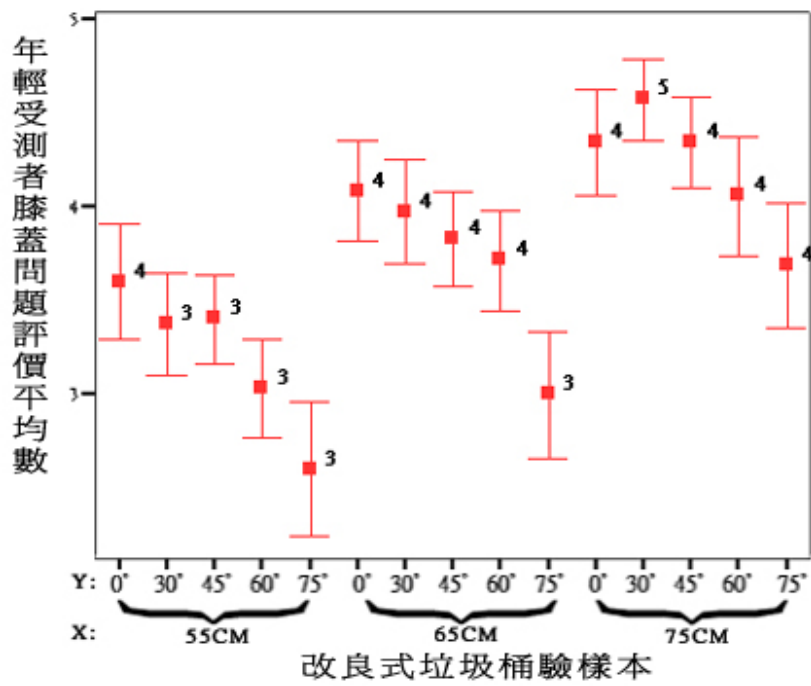


圖 4.5 主觀評價-年輕族群膝蓋評價誤差長條圖

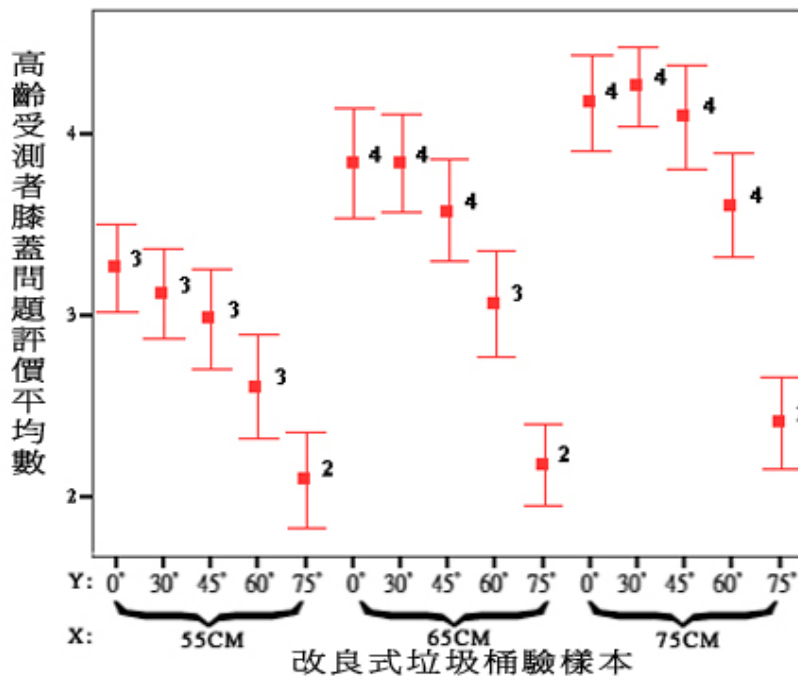


圖 4.6 主觀評價-高齡族群膝蓋評價誤差長條圖

表 4.13 主觀評價-年輕族群膝蓋評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	.877	1	.877	4.967	.033*
身高	5.897	22	.268	3.988	.008**

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

表 4.14 主觀評價-高齡族群膝蓋評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	1.325	1	1.325	.695	.417
身高	21.763	11	1.97	5.14	.042*

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

在表 4.13 中得知，年輕族群之性別與身高皆對此實驗有所影響。在性別方面(p=0.33)，實驗進行時發現對於較低的垃圾桶而蹲下裝置垃圾袋的以女性為大部分，而男性較少；在身高方面(p=.008)，也對此一問項有顯著性影響，與垃圾桶差距太多會讓膝蓋彎曲以便裝置垃圾袋。表 4.14 中，高齡族群在性別方面 (p=.417) 並無顯著性；而身高方面 (p=.042) 則具有顯著性，表示高齡者在身高方面也對此問項有同樣有影響。

4.3.3 主觀評價—裝垃圾袋問題評價

此一問題主要在了解受測者對於各個實驗樣本，在裝置垃圾袋時的滿意度，對於每個角度與高度是否容易或難以使用。從圖 4.7 與 4.8 得知，在裝垃圾袋此問項中，年輕族群與高齡族群都以 75 cm/30°為最佳的實驗樣本。

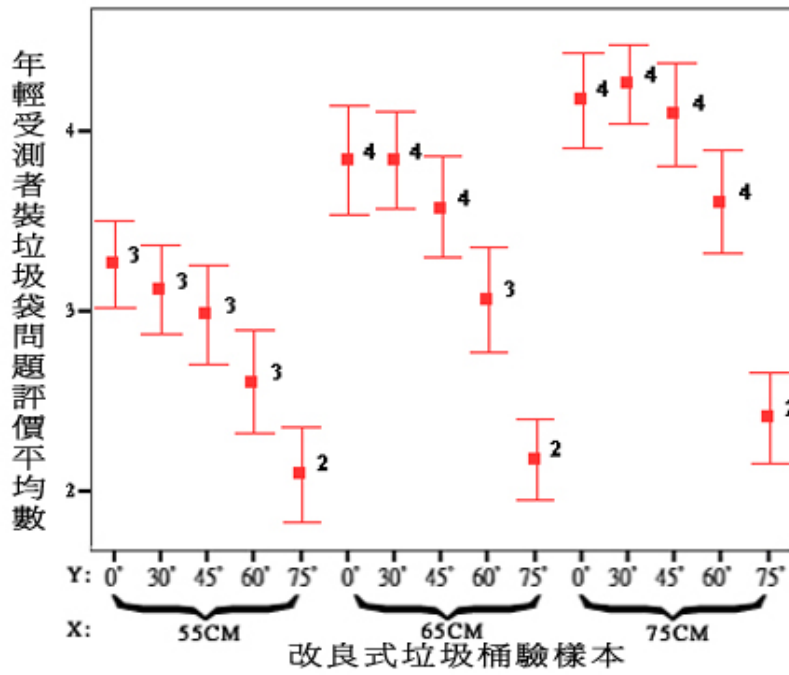


圖 4.7 主觀評價-年輕族群裝垃圾袋評價誤差長條圖

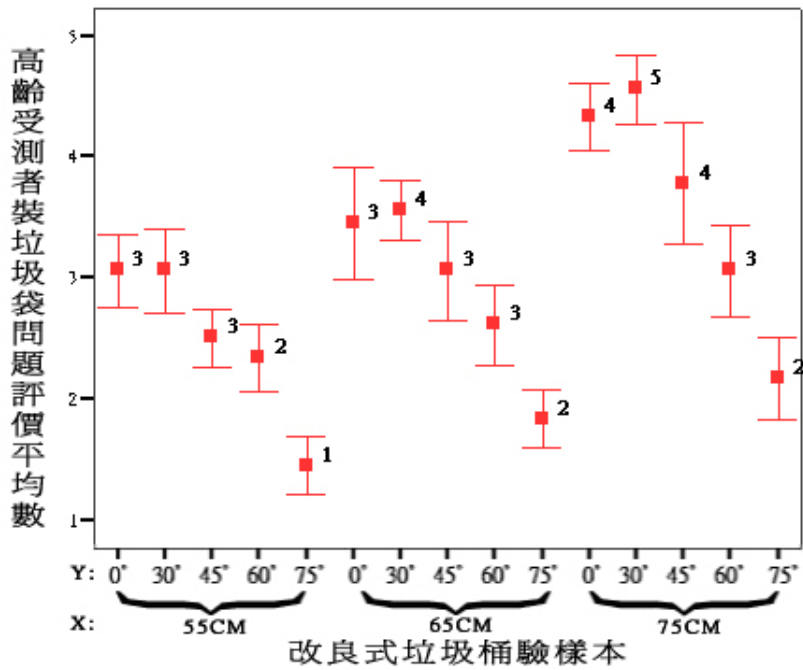


圖 4.8 主觀評價-高齡族群裝垃圾袋評價誤差長條圖

表 4.15 主觀評價-年輕族群裝垃圾袋評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	2.507E-02	1	2.507E-02	.207	.652
身高	2.765	22	.126	1.196	.385

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

表 4.16 主觀評價-高齡族群裝垃圾袋評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	9.487E	1	9.487E	1.583	.226
身高	.723 11	11	6.570E-02	1.91	.436

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

由表 4.15 與 4.16 中可知，不論年輕族群（性別:p=.652；身高:p=.385）或是高齡族群（性別:p=.226；身高:p=.436）在性別與身高方面均無達顯著性。

4.3.4 主觀評價—丟硬紙團問題評價

丟硬紙團與丟塑膠團將分開討論，因為一般在丟擲垃圾時會有輕重之分，而影響到丟垃圾的方式。圖 4.9 與 4.10 中可以得到年輕族群與高齡族群評價最高的實驗樣本，兩族群評價最高之實驗樣本均為 75 cm/30° 較為不同的地方在於年輕族群中垃圾桶高度 65 cm 僅次於高度 75 cm，表示此問項在 65 cm 與 75 cm 兩個高度中年輕族群並無特別意義，而角度顯得較為重要。

從表 4.17 與 4.18 中可以得知，年輕族群（性別:p=.989；身高:p=.055）與高齡族群（性別:p=.868；身高:p=.421）在評價問題方面性別與身高方面，經由分析過後皆未達顯著性。

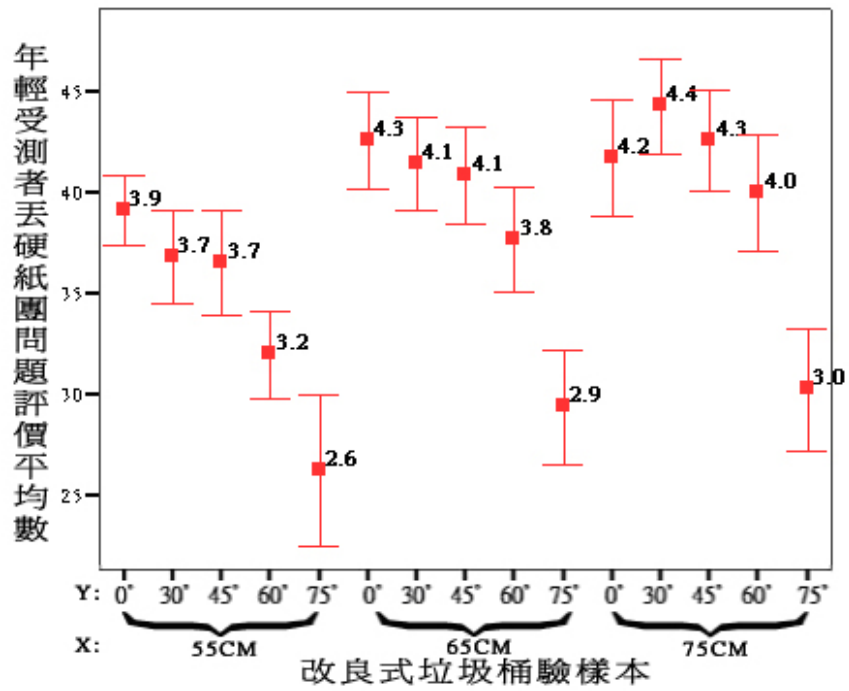


圖 4.9 主觀評價-年輕族群丟硬紙團評價誤差長條圖

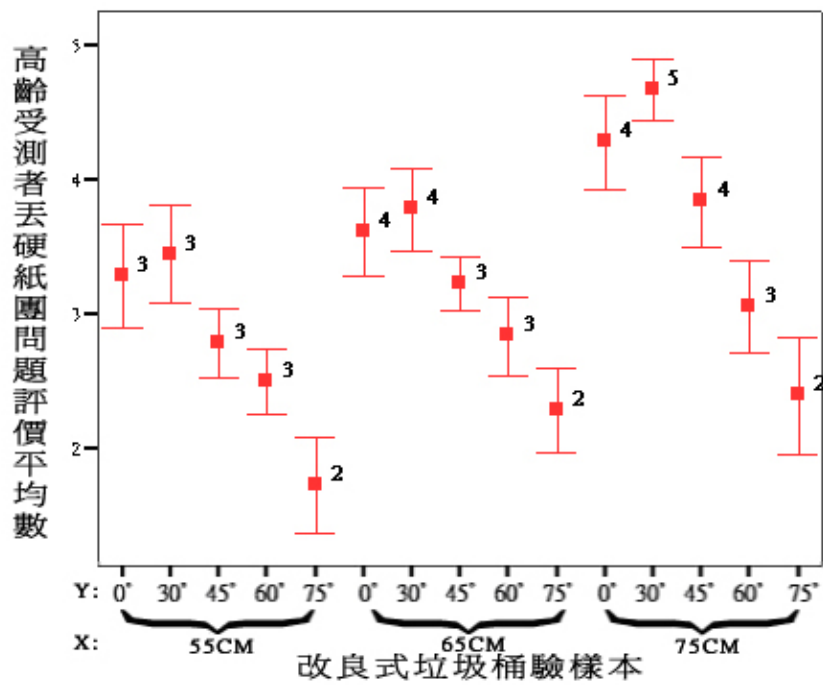


圖 4.10 主觀評價-高齡族群丟硬紙團評價誤差長條圖

表 4.17 主觀評價-年輕族群丟硬紙團評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	3.383E-05	1	3.383E-05	.000	.989
身高	4.898	22	.223	2.455	.055

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

表 4.18 主觀評價-高齡族群丟硬紙團評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	1.847E-03	1	1.847E-03	.029	.868
身高	.758	11	6.889E	1.268	.421

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

4.3.5 主觀評價—丟塑膠團問題評價

此問項為探討受測者於丟擲較輕的垃圾時，對每個實驗樣本的滿意度，是否容易丟擲。圖 4.11 與圖 4.12 表示年輕族群與高齡族群對於 75 cm/30° 評價最佳。

在表 4.19 與 4.20 中可看出只有在年輕族群（性別:p=.021；身高:p=.007）的性別與身高中出現顯著性；高齡族群（性別:p=.510；身高:p=.383）皆未達顯著性。在實驗進行時，高齡者丟垃圾時都會離垃圾桶較為接近，而年輕族群以大部分女性受測者會離的較遠，丟擲較輕的垃圾時會有掉落的情況發生。

表 4.19 主觀評價-年輕族群丟塑膠團評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	.625	1	.625	4.877	.021*
身高	5.207	22	.237	4.186	.007*

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

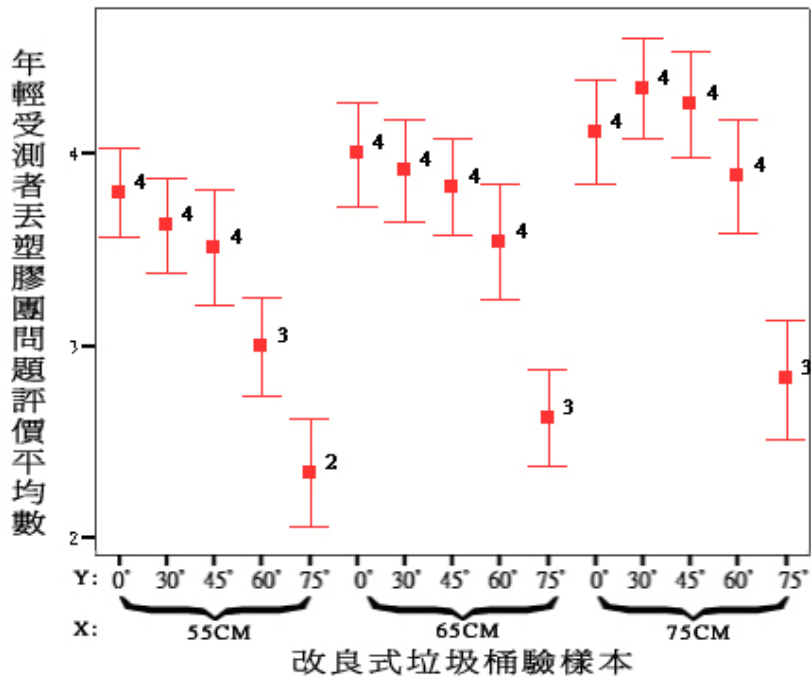


圖 4.11 主觀評價-年輕族群丟塑膠團評價誤差長條圖

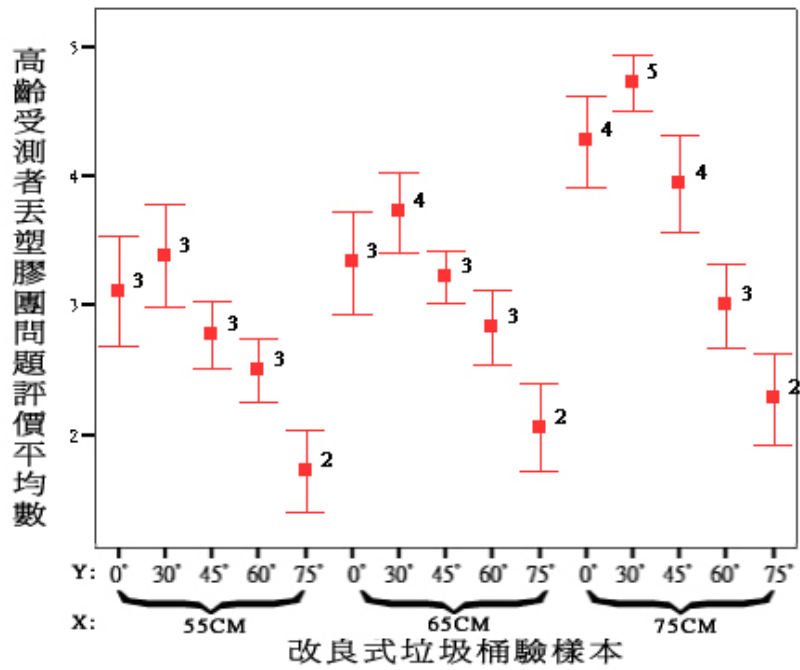


圖 4.12 主觀評價-高齡族群丟塑膠團評價誤差長條圖

表 4.20 主觀評價-高齡族群丟塑膠團評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	2.372E-02	1	2.372E-02	.444	.510
身高	.622	11	5.654E-02	1.320	.383

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

4.3.6 主觀評價—收拾垃圾袋問題評價

此問項在於了解受測者於實驗中，對於收拾垃圾袋時何種實驗樣本較為容易。從圖 4.13 與 4.14 中可以看出年輕族群與高齡族群間評價最佳的皆為 75 cm/30°。

在表 4.21 與表 4.22 得知，年輕族群（性別:p=.993；身高:p=.374）與高齡族群（性別:p=.590；身高:p=.686）經過分析後在性別與身高方面皆未達到顯著標準。實驗進行時在垃圾袋中並未完全裝滿垃圾，所以在收拾垃圾袋時較無重量上的因素存在，而在收拾垃圾袋時也變得比裝垃圾帶時較為輕鬆。

表 4.21 主觀評價-年輕族群收拾垃圾袋評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	1.504E-05	1	1.504E-05	.000	.993
身高	4.401	22	.200	1.213	.374

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

表 4.22 主觀評價-高齡族群收拾垃圾袋評價--性別與身高受測者間因素分析

來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
性別	.614	1	.614	.303	.590
身高	19.041	11	1.731	.739	.686

(*:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001)

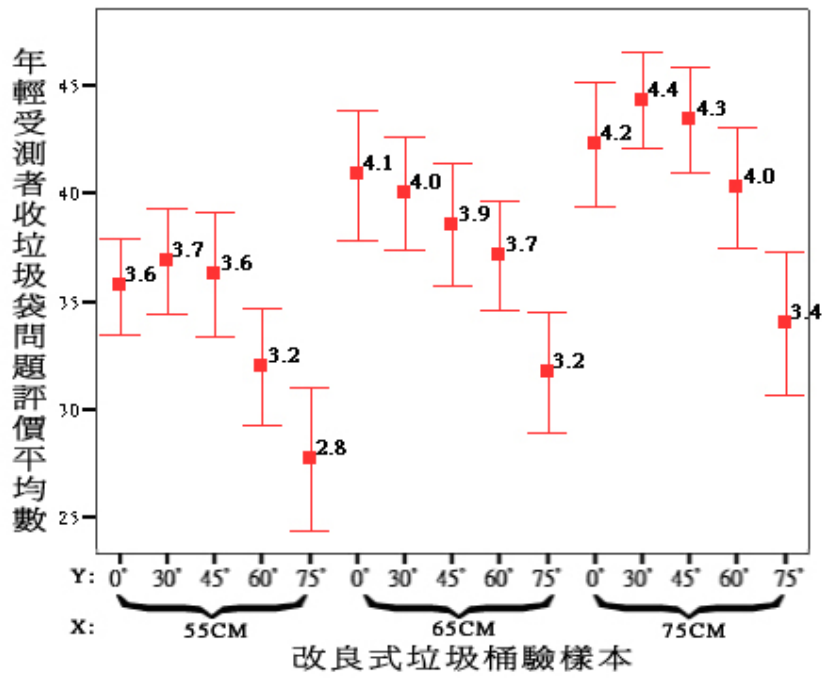


圖 4.13 主觀評價-年輕族群收拾垃圾袋評價誤差長條圖

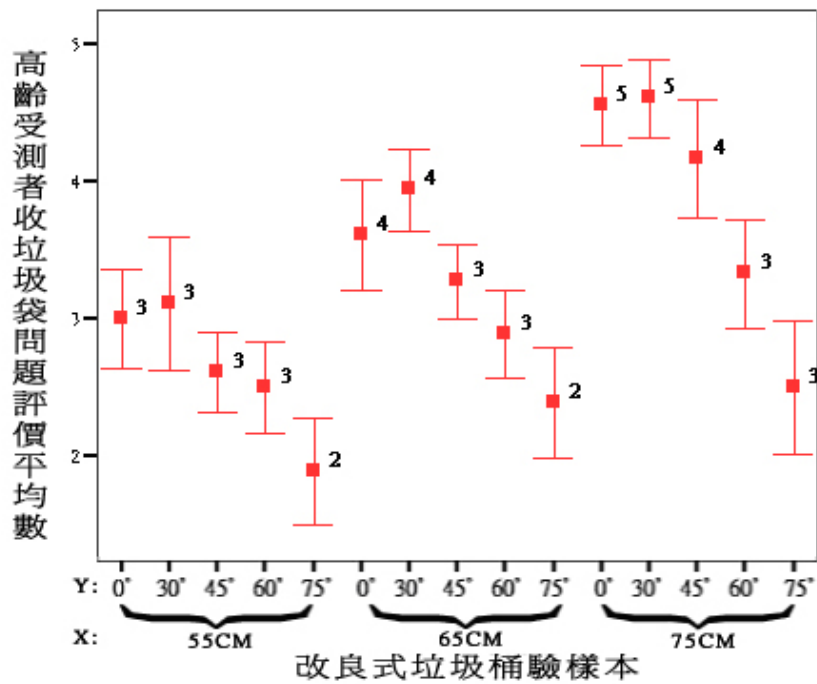


圖 4.14 主觀評價-高齡族群收拾垃圾袋評價誤差長條圖

4.4 綜合討論

總結本章經過分析後所得到之成果，對於垃圾桶之實驗樣本與主觀評價進行以下要點討論：

1. 進行年輕與高齡兩族群間之各主觀評價分析時，發現在每一主觀評價問題中，軀幹、膝蓋、裝垃圾袋、丟硬紙團、丟塑膠團、收垃圾袋等方面皆呈現顯著性，因此在各主觀評價問題中皆有進行分析兩個族群的必要性。
2. 軀幹角度測量結果以 75 cm/0°與 75 cm/30°二者之實驗結果為最佳之前二名，差異不大。因此本結果可作為垃圾桶在通用於設計中之設計因素。
3. 在主觀評價中分成兩大部分，身體部份之評價以及新型垃圾桶之評價問題，而每種問題皆作性別及身高之受測者間因素分析。身體部份之相關問題，軀幹以及膝蓋這兩方面，可以看出在高齡族群與垃圾桶互動時，身高方面皆會影響到軀幹以及膝蓋；年輕族群僅有膝蓋方面除了受到身高影響外，還包括性別，原因在於女性大部份會有蹲下裝置垃圾袋之習慣；在裝垃圾袋、丟垃圾以及收垃圾袋等方面，高齡族群在此皆無受到身高及性別之影響，而年輕族群在丟塑膠團（即較輕的垃圾時），會受到身高及性別之影響，原因在於年輕受測者在丟擲垃圾時會離垃圾桶較遠，甚至有垃圾掉落之情形。
4. 主觀評價實驗中，各個實驗樣本在經過數據統計過後，在年輕受測者方面皆以 75 cm/30°之實驗樣本效果最佳；高齡者部分在軀幹及膝蓋方面是以 75 cm/0°與 75 cm/30°有相同評價，其餘以 75 cm/30°為最佳。此結果與軀幹量測部份互相呼應

第五章 結論及建議

5.1 結論

台灣社會之工作型態雖然已轉化成商業，但仍有許多家庭或個人是從事著加工或手工業，此種對身體負荷較大的工作，根據文獻得知，隨著肌肉過勞而容易引發肌肉與骨骼的傷害，然而這些傷害假使到了年長時還存在著，勢必會對身體帶來相當的負荷。垃圾桶是每個家庭都會擁有的日常生活用品之一，也因為每天都會使用反而更容易忘記它的存在感和重要性。人體在與垃圾桶互動時會有裝卸垃圾袋以及丟垃圾等動作，此類動作會伴隨著軀幹或膝蓋彎曲之動作，這些動作對於高齡者或者有骨骼傷害等症狀者，皆是一種額外的負擔，然而改善這些負擔即是本研究的主要目的，進而提高垃圾桶之高度，以接近人體指末端的高度，以減少軀幹彎曲的程度；改變垃圾桶的角度，以增加丟擲垃圾的便利性。希望含有通用設計之概念，讓使用者更加便利進而減少日常生活中的無形傷害。

讓年輕與高齡兩個不同年齡層受測者進行測試，以利同時達到不同年齡層之間的要求。調整垃圾桶之高度與角度，找出裝卸垃圾袋以及丟垃圾時符合人體使用之型式，歸納以下結論：

1. 新型垃圾桶之設計，從兩個族群來看除了高齡者在軀幹及膝蓋方面以 75 cm/0°與 75 cm/30°同為最佳樣本外，其於方面皆以 75 cm/30°的成果最好。
2. 軀幹彎曲角度測量之結果，以 75 cm/0°使兩族群受測者所要彎曲的角度最小，其次為 75 cm/30°兩者實驗結果相近，在身體負荷的三種範圍中，同屬於普通(Mild)階段。

3. 就實驗結果得知以 75 cm 的高度最適合受測者使用，在角度方面以 0° 最不會帶來負擔，但就整體而言，包括裝卸垃圾袋以及丟垃圾是以有傾斜角度的 30° 為最佳的結果。
4. 身體部分之主觀評量問項中，身高在軀幹及膝蓋問項裡是具有顯著性的因素。
5. 從通用設計七大原則來看此改良式的垃圾桶，達到：使用的公平性 (Equitable Use)、簡單且易學 (Simple and Intuitive Use)、省力設計 (Low Physical Effort) 與適當的體積與使用空間 (Size and Space for Approach and Use) 四點，而對於其他三點：彈性的使用方法 (Flexibility in Use)、可辨識的資訊 (Perceptible Information) 與容忍錯誤 (Tolerance for Error) 而言，垃圾桶本身的使用方式只是收集垃圾，已經是非常單純的功能性器具，所以就通用設計的角度來觀看，此一垃圾桶已兼顧到高齡族群，可將高齡者身體負擔降至比一般傳統垃圾桶為低，使用上也更加便利。
6. 就高齡受測者方面而言，一般傳統式的垃圾桶並不符合人體工學與通用設計之要求，從軀幹彎曲角度的數據得知 $75\text{cm}/0^\circ$ 與 $75\text{cm}/0^\circ$ 的改良式垃圾桶讓高齡者身體受到的負擔為最小，而在主觀評價問題中以 $75\text{cm}/30^\circ$ 之總評價為最佳，結果得知 $75\text{cm}/30^\circ$ 對高齡者而言為成功的改良設計。而年輕受測者方面可得知，實驗的最佳結果與高齡受測者是相似的，雖然年輕受測者身體機能較高齡受測者為佳，但年輕受測者也希望能將身體負擔降至小。

從以上結論可得知，將垃圾桶的高度提高以接近人體指關節高的高度較為適合，可以減少高齡受測者與年輕受測者軀幹彎曲的負擔，而角度方面， 30° 的些微傾斜角度，對於垃圾桶之使用具有改善的效果，讓丟

擲垃圾更加直接與便利，但是若超過 45°以上則會成為不良設計。

5.2 建議

本研究僅針對於垃圾桶之高度及角度進行改良設計，並經由實驗過程了解最佳的實驗成果。對於後續研究有下列幾項建議：

1. 垃圾桶的形狀是否會對使用者裝垃圾袋時帶來的差異影響，值得後續相關研究者深入探討。
2. 垃圾桶的大小對於使用者的使用情況與垃圾桶放置之場所是否有關聯性存在。
3. 近年來環保意識的抬頭，各國紛紛倡導垃圾分類，若能將垃圾桶結合分類功能，對於在家中或者公共場所都可提升環境保護之功用。
4. 因為垃圾筒在改變高度與角度之後，在實用上必須考量到安全上的問題，垃圾桶在有一定高度與角度下所能承受重量是值得探討的部份。

參考文獻

中文部份

1. Donald A. Norman，2000，設計心理學，卓耀宗譯，初版，遠流出版，台北。
2. Donald A. Norman，2007，設計與日常生活，卓耀宗譯，初版，遠流出版，台北。
3. John H. Warfel，2003，肌學手冊，第六版，合計圖書出版，台北。
4. Nancy R. Hooyman，H. Asuman Kiyak，2003，社會老人學，林歐貴英、郭鐘隆譯，初版，五南圖書出版，台北。
5. Willam H. Cushman，Rochester，NY，U. S. A，1996，產品設計的人因工程，蔡登傳、宋同正譯，初版，六合出版社，台北。
6. 余虹儀，2006，國內外通用設計現況探討與案例應用之研究，實踐大學工業產品設計研究所，碩士論文。
7. 吳佳儀，2002，社區老人睡眠品質與身體活動、憂鬱之相關性探討，國立台灣大學醫學院護理學研究所，碩士論文。
8. 林玉子，1986，身心機能退化高齡者的居住生活需求類型和居住樣態的研究，“新住宅普及會”，第十二號，頁 291~299。
9. 林振陽，2007，高齡者生活認知適應性設計，初版，鼎茂圖書，台北。
10. 林燕慧，2002，靜態持重搬運姿勢對腰薦椎元件受力之研究，國立陽明大學醫學工程研究所，博士論文。
11. 馬鎡閔，陳明石，2000，通用設計概念發展之基礎研究，“2000通用設技的展望學術研討會”，東海大學，台中，頁 42~47。

12. 張媚、黃秀華、劉玉湘等，2004，人類發展之概念與實務，四版，華杏出版，台北。
13. 許水德，1988，老人福利行政之研究，初版，文景書局，台北。
14. 郭辰嘉，2003，通用設計概念應用於企業開發之研究—以 Fujitsu、NEC—為例，“設計研究”，第三期，頁 205~211。
15. 陳俊東，1998，台灣當前之設計關懷初探，國立成功大學工業設計研究所，碩士論文。
16. 彭駕駢，1999，老人學，初版，揚智文化，台北。
17. 曾思瑜，1997，高齡者居家生活安全設計規範研究，內政部社會司委託專題研究計畫成果審查書，雲林科技大學空間設計系。
18. 黃啟梧，2006，台灣地區高齡者廚具設計使用性之研究，國立台北科技大學工業設計系/創新研究所。
19. 黃湘棉，2004，下背痛患者在彎腰與回復的動作中之肌肉激發模式與功能損傷之相關性，國立體育學院運動傷害防護研究所，碩士論文。
20. 黃群智，2005，企業對「通用設計」概念於產品開發管理之認知研究，南華大學企業管理研究所，碩士論文。
21. 蔡旺晉，2002，通用設計發展概況與應用之探討，“工業設計”，第三十卷，第二期，頁 284~289。
22. 勞工安全衛生研究所，台灣地區人體計測資料庫。

外文部份

1. Brooks J, 1995, Lifting testing and analysis, “In Jacobs K, Bettencourt CM(ed): Ergonomics for therapists. Boston MA: Butterworth-Heinemann” , pp97-114.
2. Chow Daniel H. K., Cheng Aldous C. S., Holmes Andrew D., Evans John H., 2003, The effects of release height on center of pressure and trunk muscle response following sudden release of stoop lifiting tasks, “Applied Ergonomic” , 34, pp611-619.
3. Damkot D. K., Pope M. H., Lord J. W., 1984, The relationship between work history, work environment and low back pain in males, “Spine” , Vol9, No.4, pp395-399.
4. Fogleman M., Smith J. L., 1995, The use of biomechanical measures in the investigation of changes in lifiting strategies over extended periods, “International Journal of Industrial Ergonomic” , Vol18, No.3, pp364-367.
5. Gorelick M., Brown J. M., Groeller H., 2003, Short-duration fatigue alters neuromuscular coordination of trunk musculature: implications for injury, “Applied Ergonomic” , 34, pp317-325.
6. Hertling D, Kessler RM, 1996, Management of common Musculoskeletal Disorders: Physical Therapy Principles and Methods,3rd. Philadelphia: JB Lippincott co.
7. Kumar Shrawan, 1995, Development of predictive equations for lifiting strengths, “Applied Ergonomic” , vol26, No.5, pp327-341.
8. Leboeuf-Yde, Lauritsen JM, Lauritsen T, 1997, Why has the search for cause of low back pain largely been nonconclusive? “Spine” , 22(8), pp877-881.
9. Lee Tzu-Hsien, 2004, Maximun isoinertial lifting capabilities for

- different lifting ranges and container dimensions, “Applied Ergonomic” , 36, pp373-377.
10. Lund T, Nydegger T, Dipl-Ing, Schlenzka D, Oxland TR, 2002, Three-dimensional motion patterns during active bending in patients with chronic low back pain, “Spine” 27(17), pp1865-1874.
 11. Mace. Ronald L, 1988, The universal Design for people of Age and Abilities, The Center for Universal Design, NC State University.
 12. Marras W. S., Rangarajulu S. L., Lavender S. A., 1987, Trunk loading and expectation, “Ergonomics” , Vol30, No3, pp551-562.
 13. McGill Stuart, 2002, Low back disorders evidence-based prevention and rehabilitation, “Champaign” , IL. Human Kinetics, p6.
 14. O’Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Mdlar NE, Richards KV, 2002, The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in pain-free population, “Spine” 27(11): 1238-44.
 15. Shin Gwanseob, Nance Mack L., Mirka Gary A., 2006, Differences in trunk Kinematics and ground reaction forces between older and younger adults during lifting, “International Journal of Industrial Ergonomic” , 36, pp767-772.
 16. Tulio Oliverira de Souza, Helenice Jane Cote Gil Coury, 2005, Are the postures adopted according to requested linguistic categories similar to those classified by the recording protocols?, “Applied Ergonomics” , Vol36, pp207-212.

附錄一 Simplified Version in English

Application of Universal Trash Can Design

Yuan-How Hsu

Graduate Student, Graduate Institute of Applied Art and Design, Department of Applied Art and Design, Nanhua University, Taiwan

Hung-Cheng Tsai

Assistant Professor, Graduate Institute of Applied Art and Design, Department of Applied Art and Design, Nanhua University, Taiwan

Abstract

This study aims to examine the design of trash can used in everyday life and explore the possibilities of design improvements. Trash can is an important daily necessity. As Taiwan gradually moves into an aging society, the number of elderly people living independently increases year on year. In view of this, this study wishes to analyze the current usage of trash can and find ways to reduce the level of physical damage caused on trash can users when they bend down to throw away waste or to pick up trash bags. The objective of this study is to improve the design of trash can so that it becomes more user-friendly and ergonomic for children, adults, elderly and disabled people. An experiment is conducted on a group of 35 people aged between 18 and 30 and another group of 30 people aged above 65 to evaluate the usage of trash can and user experience. The results of the experiment can be summarized as follows: 1. The evaluation of the effect of trash can design on physical comfort, for the level of comfort on both user's trunk and knees, the height of the subject has a positive impact on the results. The results of the experiment show that trash can measuring at the height of 75 cm and tilting at an angle of 30 degrees are the most ergonomically designed ones. 2. As for the impact of trash can design on subject's trunk, 75 cm-high, 0 degree-tilted trash cans bring the least damage to human body. Measuring at the height of 75 cm, trash cans tilting at between 0 to 30 degrees lead to "mild" forward bending, causing no damage to human body. 3. With regard to the angle at which the newly-designed trash cans tilt, the optimal angle is 30 degrees. A 45 degree-or-above tilt, however, has a negative impact on the usability and safety of the trash can.

1. Introduction

Trash can is a frequently-used item in people's everyday life. The use of trash can involves the placing of trash bags, trash disposal and the collecting of full trash bags. These activities require several physical movements. Through observation during the experiment, this study understands that when placing a new trash bag, the user usually has to bend down. Some even have to crouch or go into a half-crouch position to put new bags into trash can measuring at lower heights. These movements prove more difficult for people with muscle or bone injuries. Issues like these constitute the main area this study aims to explore. This study wishes to make trash cans more user-friendly by finding the optimal heights for trash cans and the most ergonomically suitable angle at which the trash can tilts. Ergonomically optimal trash can design is particularly important for those who have muscle or bone injuries before reaching old age due to their need to avoid any body movements that can potentially cause extra physical burden. This study will first discuss the body movements that may take place during one's using of trash can.

Some biomechanical studies provide an insight into the differences between old-age people and younger adults in body movements. Differences can be observed in standing, walking, lifting, etc. While standing, over-than-normal movements disrupt the center of pressure, causing noticeable staggers. To maintain balance while bending down is particularly challenging for elderly people (Gwanseob, 2006). A study conducted by Gorelick and others produces an electromyogram of the observed younger adults that keeps track of their muscle conditions when they are fatigued. Their study shows that the electromyogram of fatigued younger adults is similar to that of elderly people in normal physical conditions (Gorelick et al, 2003). When one is in a fatigued state, his or her muscle very often loses coordination. It is in this state that people easily lose their balance and run into accidents.

Many past studies show that muscle fatigue resulting from tasks involving manual operations put muscles and bones at greater risks of getting injured (Lee, 2005). Dynamic anthropometry keeps track of certain body movements, such as arm stretching. But in analyzing arm stretching, for example, apart from the length of arm and the position of hand, the result can be also affected by shoulder and body movements. For this reason, dynamic anthropometric data are more difficult to collect (William, 1996). When analyzing the optimal height for trash can, this study identifies the user's knuckle height as the point of reference. The way knuckle height is measured is shown in Figure 1:



Figure 1 Standing Knuckle Height

The probability of one having at least one backache during lifetime is as high as 60 to 80 percent. Women over 40 years old demonstrate higher prevalence rates of backache. After passing 50 years old, men show higher prevalence rates of backache than women. People aged 60 shows a backache prevalence rate of 80 percent. Pain in the lower part of the back is often caused by various types of injuries or physical degeneration (McGill, 2002). Although low back pain does not hinder physical functioning or lead to inability to work, it could indirectly influence one's performance at work and shorten the period of time for which one is able to remain standing or sitting (Leboeuf-Yde, 1997).

1.1 Forward Bending of the Trunk

With regard to trunk forward bending and lifting, past studies (Chow, 2003 & Brown 2003) show that these movements primarily involve the use of the erector spinae, rectus abdominis, obliquus externus abdominis and the obliquus internus abdominis muscle.

Bending forward to lift is a body movement not recommended but frequently

done by people. This movement can potentially cause damage to one's waist and back (Fogleman & Smith, 1995). In order to pick up a full trash bag, the movement one needs to conduct is bending forward to lift. With an understanding of the related theories proposed in past studies and the effects that different body movements can cause on human body, this study is in a position to better explore the hazards that are often encountered in everyday life and find ways to reduce those hazards.

O'Sullivan's study points out the passiveness of muscles and that in carrying out an abnormal body movement, in order to maintain balance, muscles contract in an abnormal way and that the longer the body remains in that position the more likely it gets injured (O'Sullivan, 2002). Lund also mentions in his study that abnormal movements are observed in the lumbar vertebra of low back pain patients, especially when they conduct side bend and trunk rotation simultaneously during which abnormal rotations cause physical damage (Lund, 2002).

1.2 Lifting

In lifting, old-age people and younger adults rely on different muscle strengths. Younger adults tend to use their back and waist as a support to stay balanced while elderly people more often rely on their legs to gain a higher level of steadiness (Gwanseob Shin, 2006). Back injury, therefore, is often the result of excessive lifting (Damkot et al., 1984), sudden body movements or weight carrying (Marras et al. 1987). In lifting, the most ideal weight is a weight that can be lifted by one with his or her arm bent at a 90-degree angle. Many scholars have conducted studies on the angle between the forearm and the upper arm in lifting and its significance and produced similar research results, with one of which pointing out that lifting an object from a half-arm-long distance generates maximum strength (Shrawan, 1995). Studies conducted by Taiwanese researchers analyze the body movements that are often carried out by people with low back pain and suggest that carrying weight over 30 kg, leaving the carried object at a height between one's knees and waist, bending forward 50 to 70 degrees, rotating one's waist 15 to 30 degrees or side bending 5 to 15 degrees are all inappropriate body movements that can cause damage to human body (Lin Yen-hui, 2002). This study will use the afore-mentioned arguments and theories as important references in designing its experiment.

2.Experimental Methods

2.1 Research Subject

The subject of this experiment consists of a group of 35 younger adults (16 male, 19 female) and another group of 30 old-age people. Prior to the experiment, an introductory session fully explaining the purpose and content of the experiment is carried out to ensure subject's full understanding of the procedure of the experiment. All questions, doubts and concerns of the subjects are properly dealt with before the start of the experiment.

The total number of people tested is 65, with 35 younger adults and the 30 elderly people. The younger group consists of younger adults aged between 18 and 30, the majority of which are students from Nanhua University. The old-age group is made up of people aged 65 or older. The purpose of conducting the experiment on two separate groups is to carry out a comparative analysis to highlight the differences

between younger adults and old-age people and to draw lessons for improved design that is suitable for elderly people.

2.2 Design of Experiment

In setting the height of for sample trash cans, this study uses statistics collected from the human body idea to measure the information bank in Taiwan. The starting height of the sample trash can is 75 cm. The height is then reduced at an interval of 10 cm, generating three different heights (75 cm, 65 cm and 55 cm). The angle at which the sample trash can tilt is also diversified at an interval of 15 degrees starting from 30 degrees, generating 30, 45, 60, 75 and 0 degrees. In summary, the experiment uses trash cans measuring at three different heights and tilting at 5 different angles, generating a total of 15 different combinations of height and angle (3 heights * 5 angles). Besides, in order to allow subjects to feel a difference between the newly designed trash can and traditional trash can, traditional trash cans (floor-based trash cans) are used as a separate sample in the experiment. That brings the total number of sample trash cans to 16.

On user physical evaluation, the main purpose of this study is to understand the different levels of comfort felt on one's trunk and knees when using the different sample trash cans. The usage of trash can covers the activities that are usually carried out by one when using a trash can in normal situations. These include placing new trash bag, throwing waste materials into the trash can, picking up trash bags, etc. All these activities are identified as items to be evaluated on the usage of trash can. Subject's height, age, sex and other personal data are collected and recorded to serve as important background information for further discussions on ergonomic issues.

During the test, every subject is asked to throw waste materials into the can, place a new trash bag in the can and pick up trash bag from the can on every sample trash can. The waste materials to be thrown into the can are divided into two types: light (waste plastic bag) and heavy (crumpled paper ball) in view of the fact that different weights of waste material leads to different distances (between throwing point and landing point) and requires different levels of strength. For example, when throwing light waste materials into a trash can from a longer distance, one is more likely to miss.

2.3 Measuring Forward bending Angle

During the experiment, a digital video recorder is used to record the movement of the subject from a side-shot angle to allow post-experiment measuring of the different angles at which the subject bends forward when using different sample trash cans. Figure 2 shows how angles are measured. Through this method, which has already been adopted by Coury and other researchers, this study first identifies the line that passes through the user's center of shoulder and trochanter of femur. The angle between this line and the vertical line is the user's forward bending angle. Since 1977, quite a few scholars have used different terms to classify forward bending angles. The most widely-accepted classification divides forward bending angles into 3 categories: neutral, mild and severe (Coury, 2005). Angles that put "neutral" pressure on body are those ranging between 0 to 20 degrees; 21~62 degree angles are perceived as causing mild pressure while angles measuring above 62 degrees bring severe burden on human body. This method is adopted to identify the physical burden of the user, which can be compared with user's subjective evaluation after the experiment to further verify the level of pressure caused on the user.

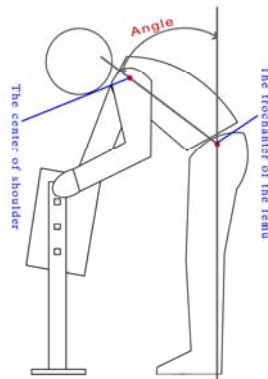


Figure 2 Forward Bending Angle (Corry, 2005)

2.4 Data Analysis

With the use of SPSS, a two-way ANOVA is conducted on the results of the experiment and the data collected from user's subjective evaluation. Analysis and discussions are designed to find out if there are noticeable differences between the old-age group and the younger adult group in using each of the sample trash can and also to detect disparities among users in their subjective evaluation of the newly designed trash cans.

3. Analyzing Results

Table 1, which shows the results of the two-way ANOVA, indicates that the younger adult group and old age group show noticeable differences in the evaluation of the following six items: trunk ($p=.004<.05$), knees ($p=.000<.05$), placing a trash bag ($p=.003<.05$), throwing a paper tube ($p=.000<.05$), throwing a waste plastic bag ($p=.000<.05$) and picking up a full trash bag ($p=.000<.05$). The following passage will discuss two subject groups separately. The fact that the two subject groups show noticeable differences on the six items demonstrates the feasibility of grouping research subjects according to their age for an experiment.

3.1 Forward Bending Data Analysis

To find out the angles at which the users bend forward when using the trash can, this study records subject when they place a new trash bag in the trash can to measure their forward bending angles. When placing a new trash bag, the user must press the bag to the bottom of the trash can. But to pick up trash bag, the user only has to reach the tip of the bag that is at the height of the rim of the trash can. That is to say that between these two movements, there is a difference in distance of around the height of a trash can. In throwing waste material, however, only a few subjects bend slightly forward while the majority of the people tested complete the "throw-away" action without bending forward at all. The largest forward bending angles are recorded during the "placing-a-new-trash-bag" test. The measuring results of forward bending angles, which are shown in figure 3, show that for both the younger adult group and the old-age group, 75 cm/0° and 75 cm/30° rank the highest. When using the 75-cm-tall trash can, the subjects bend forward at the smallest angles, receiving minimum physical pressure. 0~30 degree angles belong to the "mild" category, bringing no significant pressure on human body. It is detected that among the old-age subjects, when the height of the trash can is set at 55cm and 65 cm, the averages are more concentrated, showing the fact that old-age users demonstrate no noticeable

differences between each other in forward bending angles.

Table 2 suggest that in both the younger adult group (sex: $p=.450$ / height: $p=.620$) and the old-age group (sex: $p=.360$ / height: $p=.970$), neither the subject's height nor the subject's sex has a noticeable impact on the measuring of the forward bending angles. This is attributable to the fact that the measuring of subject's forward bending angles is conducted using the same method in both groups.

From the afore-mentioned findings, this study can infer that the closer the rim of the trash can is to the user's knuckles, the less users has to bend forward when placing a new trash bag in the trash can, which in turn prevents the user's body from absorbing unnecessary pressure. When analyzing forward bending angles, this study discovers that the 45-degree angle serves as a threshold in that trash can tilting at a smaller-than-45-degree angle allow the user to remain standing straight or almost straight when using the trash can. Trash cans tilting at a smaller-than-30-degree angle, though, is most desirable. However, if the angle at which the trash can tilts exceeds 45 degrees, the user has to bend forward to the point of causing severe pressure to the user's body. As for the height of the trash can, three noticeable tendencies are observed in both the younger adult group and the old-age group. It is shown that raising the height of the trash can reduces the extent to which the user bends forward. Taller trash can, compared to traditional floor-based trash cans, reduce the level of pressure inflicted on the user's back and waist and are more ergonomically desirable.

In both the younger adult group and the old-age group, most subjects are of the opinion that trash can tilting at an angle of 30 degrees is most desirable and that an excessively large angle leads to waste materials slipping out of the trash can or decreased trash can capacity. It is also understood that the design of household trash can should take into consideration the possibility of children tripping over and overturning the trash can when playing indoors. This says that a trash can tilting at a larger-than-45-degree angle constitute an unsuitable design. When asked about the most desirable height for trash cans, all subjects more or less agree with each other. Subjects point out that the closer the rim of the trash can is to the knuckle height, the more ergonomic it is. However, a few old-age subjects suggest that trash can measuring over 75 cm are undesirably close to the upper part of their body. Their argument can be summarized into two points: First, trash cans are designed to contain waste materials. Users may easily smell odor once the height of the trash can is raised. Second, aging causes loss of bone density, which in turn leads to decreased height. In that case, 65 cm-tall trash cans appear to be more suitable for elderly people.

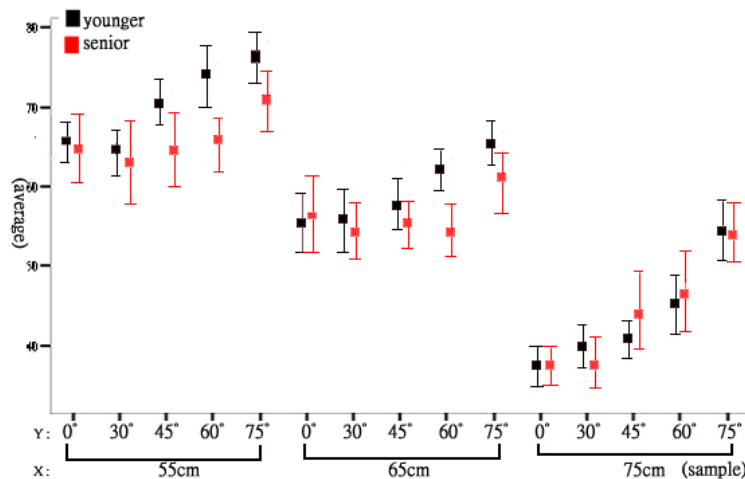


Figure 3 Bar Chart Showing the Average Forward Bending Angles of the Two Subject Groups

3.2 Analysis of Issues observed in Subjective Evaluation

During the experiment, each subject is asked to complete a user evaluation sheet immediately after using a sample trash can. The evaluation sheet has two parts covering a total of 6 questions. In the first part, the questions are designed to get an insight into the user's evaluation of his or her physical experience when using the trash can. This includes asking how their knees and trunk feel. The second part deals with subjects' perception of the usability of the trash can, including level of comfort one feels when placing a new trash bag, throwing waste into the trash can and other activities that are involved in the use of trash can.

Questions regarding the level of comfort of the user's trunk aim to find out whether or not the user feels uncomfortable when placing a new trash bag and using the trash can. Placing a new trash bag in a trash can usually involves one bending down, which constitutes extra pressure for old-age people facing physical degeneration. Figure 4 demonstrates the results of user evaluation from both groups. The tendency observed in user evaluation of the height of trash can is that the taller the trash can is, the higher the rating it receives. Among the different combinations of heights and angles, the 60-cm-30-degree trash can earns the highest rating from the younger adult group. In the old-age group, the 60-cm-0-degree and 60-cm-30-degree trash cans are rated the top ones. It can be inferred from Table 3 that in the younger adult group, neither the user's height nor the user's sex make a significant difference in their evaluation of the level of comfort of their trunk (sex: $p=.787$ / height: $p=.368$). In the old-age group, user's sex has no impact on the results of their evaluation. However, user's height does play a role in the level of comfort, showing that the height of the old-age subjects influences their evaluation regarding the level of comfort of their trunk. During the experiment, it is understood from the oral account of users that due to the loss of bone density resulting from aging, most old-age subjects are shorter than younger adult subjects. It is recorded that when bending forward, old-age users endure a higher level of pressure than the younger adult users.

The results of user evaluation regarding the level of comfort of user's knees are similar to those regarding the level of comfort of user's trunk. During the experiment, some subjects need to crouch down to place the trash bag when the trash can is too short. Crouching down puts higher pressure on user's knees. The questions regarding the level of comfort of user's knees are designed to help this study find out whether or

not the level of pressure on user's knees is related to the design of the trash can. Figure 5 shows the evaluation results of the use of the trash cans at three different heights. The younger adult group gives the highest rating to the 60-cm-30-degree sample while the old-age group rates the 60-cm-0-degree and the 60-cm-30-degree samples equally the highest. Table 3 shows that both user's height and sex have an impact on the results of knee comfort evaluation among younger adults. When concentrating on the significance of user's sex ($p=0.33$), this study discovers through the experiment that when the trash can is shorter, crouching down to place a trash bag is mostly done by female subjects. In comparison, fewer male subjects crouch down to place a trash bag into a shorter trash can. User's height ($p=.008$) also has a significant impact on the evaluation results in that taller users more often need to bend their knees to place the trash bag due to larger distances between their hands and the trash can. Among the old-age users, user's sex ($p=.417$) does not have positive impact on the evaluation results while user's height makes a noticeable difference. This suggests that in the old-age group, user's height influences user's evaluation.

Questions regarding the placing of a trash bag in the trash can are designed to help this study understand user's satisfaction, that is, the level of convenience felt when using trash cans of different angles and heights. Figure 6 shows that for this part of the evaluation, both the younger adults and the old-age people view the 75-cm-30-degree sample as the most convenient one. Post-analysis results, which are illustrated in Table 3, show that in both the younger adult group (sex: $p=.652$ / height: $p=.385$) and the old-age group (sex: $p=.226$ / height: $p=.436$), both user's sex and user's height fail to reach the threshold required to carry any significance.

User evaluation for the throwing of paper tube and waste plastic bag are discussed separately due to the difference in weight of the waste material, which could influence the way the user throws. Figure 7 shows the sample trash cans that receive the highest rating from the two subject groups. Both groups rate the 75-cm-30-degree sample the highest. The only difference observed is that the younger adult users rank the 50-cm sample the second, suggesting that in this part of the evaluation the difference between 65 cm and 75 cm has no significant determining effect on younger adult users. However, angles appear to be relatively important for the younger adult group. Table 3 is the post-analysis results, which shows that in both the younger adult group (sex: $p=.989$ / height: $p=.055$) and the old-age group (sex: $p=.868$ / height: $p=.421$), user's sex and height fail to reach the threshold required to carry any significance in this part of the evaluation.

Questions regarding user's experience in throwing a waste plastic bag into the trash can are designed to reveal user's satisfaction, that is, the level of difficulty in throwing. Figure 8 indicates that both groups rate the 75-cm-30-degree sample the highest. Table 3 says that only in the younger adult group (sex: $p=.021$ / height: $p=.007$) do user's sex and height carry significance. The old-age group (sex: $p=.510$ / height: $p=.383$) shows no similar tendencies. During the experiment, old-age users tend to stay closer to the trash can when throwing while the most of the female subjects in the younger adult group choose to stay farther away, raising the possibility of missing when throwing light-weight waste materials, such as waste plastic bags.

Questions regarding user's experience in picking up trash bag are designed to help this study understand which sample trash cans make it easier for the user to do so.

Figure 9 shows that both groups prefer the 75-cm-30-degree sample. Table 3 shows the post-analysis result, which indicates that in both the younger adult group (sex: $p=.993$ / height: $p=.374$) and the old-age group (sex: $p=.590$ / height: $p=.686$), user's sex and height fail to meet the threshold required to carry any significance.

Table 1 Significance Analysis on the Two Different Age Groups

	Trunk	Knees	Placing Trash Bag	Throwing Paper Ball	Throwing Plastic Bag	Picking up Full Trash Bag
Significance	.004**	.000**	.003**	.000**	.000**	.000**

(*: $p<.05$, **: $p<.01$ ◦ ***: $p<.001$)

Table 2 Significance of User's Sex and Height and Its Influence on forward bending data in Both Groups

Younger	Sex	.450	Senior	Sex	.360
	Height	.620		Height	.970

(*: $p<.05$, **: $p<.01$ ◦ ***: $p<.001$)

Table 3 Significance of User's Sex and Height and Its Influence on User Evaluation in Both Groups

		Trunk	Knees	Placing Trash Bag	Throwing Paper Ball	Throwing Plastic Bag	Picking up Full Trash Bag
Younger	Sex	.787	.033*	.652	.989	.021*	.993
	Height	.368	.008**	.385	.055	.007*	.374
Senior	Sex	.341	.417	.226	.868	.510	.590
	Height	.040*	.042*	.436	.421	.383	.686

(*: $p<.05$, **: $p<.01$ ◦ ***: $p<.001$)

4. Discussion

As Taiwan's labor market has become commerce-oriented, many households and individuals still engage in processing manufacturing or manual labor. These are types of work that cause great pressure on human body. Past studies point out that overuse of muscles increases one's risk of getting muscle and bone injuries. Past studies also show that if injuries remain unrecovered as one ages, the body is exposed to even greater risk. Old-age people face an 80 percent probability of developing lower back pain and aging-triggered physical degeneration. As a result, both their muscle activity and physical range of motion decrease. Under those circumstances, forced or sudden movements could put pressure on one's nerves, leading to pain and higher risks of getting into accidents. It has already been mentioned that the percentage of elderly people living independently is increasing. In view of this, more attention should be paid to their living environment. Higher incidence rates of low back pain, coupled with aging population, justifies the importance of paying more attention to the details in our everyday life and take pre-emptive measures to forestall accidents. For example, efforts have to be made to reduce unnecessary forward bending and other physically-demanding movements. As far as elderly people are concerned, these movements should be particularly avoided. Trash can is a household daily necessity. But because it is used on a daily basis, people often ignore the presence and

importance of trash can. The use of trash can involves the placing of new trash bags, the collecting of full trash bags and other activities. These activities require the bend of one's trunk and knees, which causes extra pressure on elderly people and people with bone injuries. Finding ways to reduce this type of unnecessary pressure is the main objective of this study. This study wishes to develop a universal design for trash can to bring more convenience to users and reduce intangible hazards in our everyday life.

An experiment is conducted on younger adults and old-age people separately in the hope of developing a design that meets the different requirements of different age groups. Different heights and angles are adopted for sample trash cans in order to help this study find out the most ergonomically suitable design. The results of the study can be summary into the following points:

1. For the measurements of new trash can designs, it is shown that except for the old-age group giving the 75-cm-0-degree and the 75-cm-30-degree samples equally the highest rating in trunk and knee comfort evaluation, 75-cm-0-degree appears to be the best combination.
2. The measuring result of the forward bending angles shows that the 75-cm-0-degree sample allows users in both groups to bend the least while the 75-cm-30-degree sample demonstrates similar results. Both samples allow users to only receive mild-level physical pressure.
3. The result of the experiment shows that 75 cm is the most suitable height for users and that 0 degree causes the least pressure on their body. But overall, in placing a new trash bag and throwing waste material into the trash can, an angle of 30 degrees appears to be most suitable.
4. From user's evaluation of their physical level of comfort, this study discovers that user's height has a significant impact on evaluation results. For questions regarding user's trunk and knee level of comfort, user's height is a factor carrying significant impact.
5. Judging from the 7 principles of universal design, this improved garbage bin has achieved: Equitable Use (Simple and Intuitive Use), Low Physical Effort, and Size and Space for Approach and Use. For the other three, Flexibility in Use, Perceptible information and Tolerance for error, the bin itself functions as a garbage collecting device, which is a functional rig that is fundamentally simple. Therefore, from a universal design point of view, this garbage bin has taken senior citizens into account. The physical burden for seniors is lower than a traditional garbage bin we see every day.
6. For senior testers, the typical traditional garbage bins are not fit for the requirements of ergonomics and universal design. The data of bending angles of torso shows that the improved garbage bins with 75cm/0° and 75cm/0° produce the least physical burden to senior citizens. The survey on objective evaluation shows that the number of 75cm/30° has the highest rating. The result suggests that the 75cm/30° design is a successful design of improvement for senior citizens. The test result from young testees suggests that the best experiment result is similar to that obtained from older people. It is obvious that the physical condition of young people is better that of older people. Nevertheless, young people still hope to minimize the physical burden imposed to their bodies.

The foregoing points indicate that the closer the rim of the trash can is to knuckle height, the more ergonomic it is. An angle of 30 degrees is small and able to improve the usability of the trash can. A larger-than-45-degree angle design, however, fails to allow the trash can to be used in its best mode.

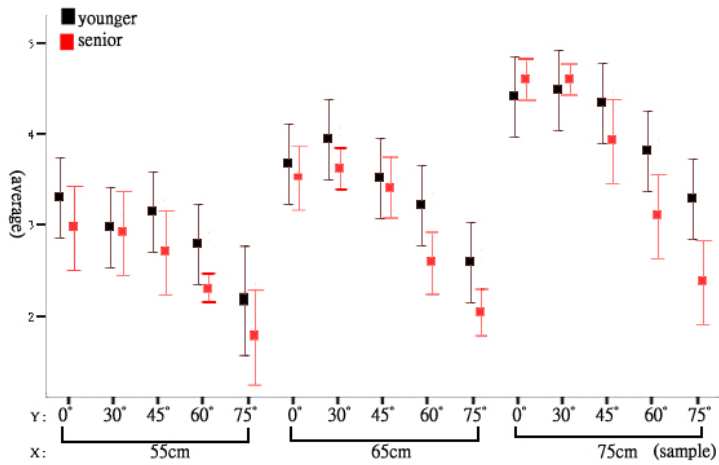


Figure 4 Bar Chart Showing Trunk Evaluation in Both Groups

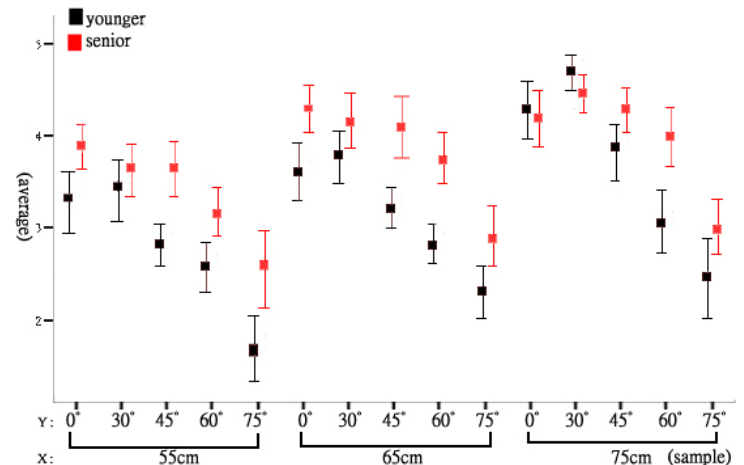


Figure 7 Bar Chart Showing User Evaluation in Throwing Paper Tube

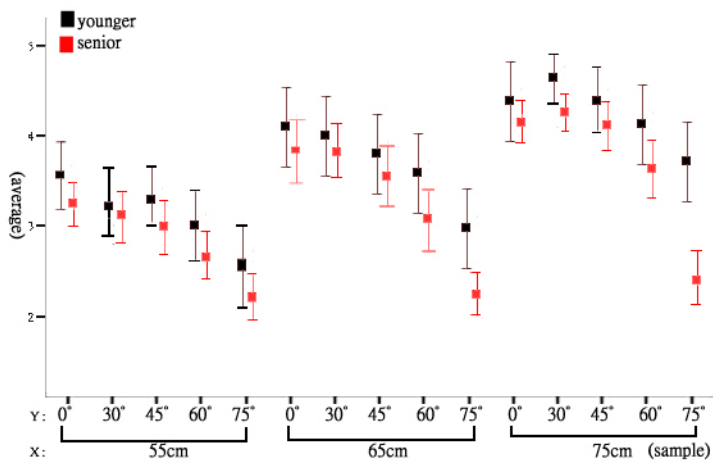


Figure 5 Bar Chart Showing Knee Evaluation in Both Groups

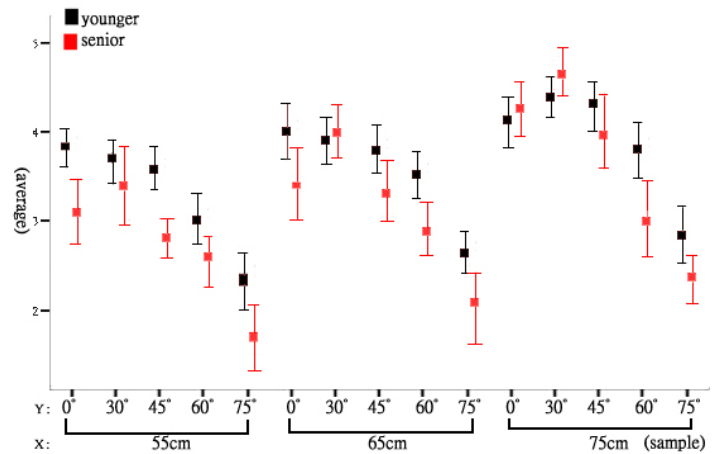


Figure 8 Bar Chart Showing User Evaluation in Throwing Waste Plastic Bag

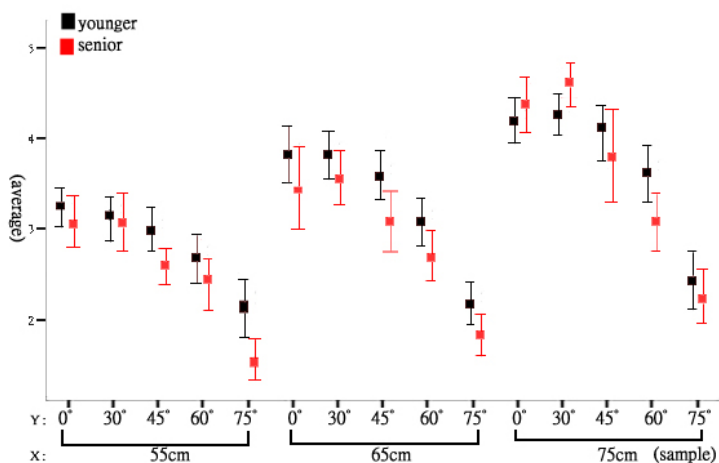


Figure 6 Bar Chart Showing User Evaluation in Placing New Trash Bag

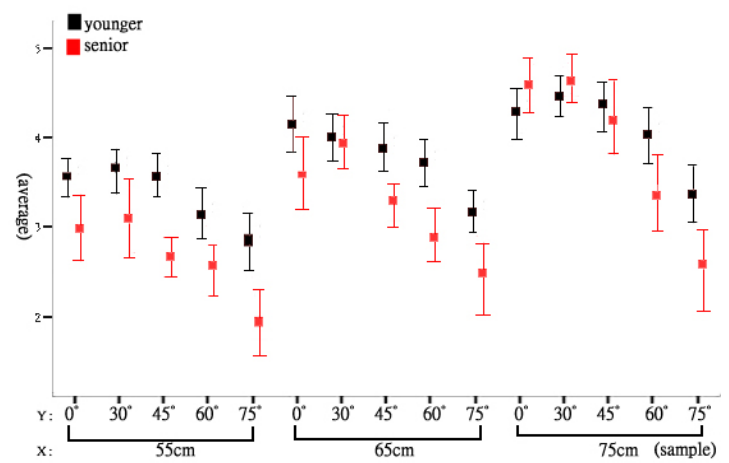


Figure 9 Bar Chart Showing User Evaluation in Picking Up Full Trash Bag

Reference

1. Chow Daniel H. K., Cheng Aldous C. S., Holmes Andrew D., Evans John H., 2003, The effects of release height on center of pressure and trunk muscle response following sudden release of stoop lifting tasks, *Applied Ergonomic*, 34, pp611-619.
2. Damkot D. K., Pope M. H., Lord J. W., 1984, The relationship between work history, work environment and low back pain in males. *Spine* , Vol9, No.4, pp395-399.
3. Fogleman M., Smith J. L., 1995, The use of biomechanical measures in the investigation of changes in lifting strategies over extended periods, *International Journal of Industrial Ergonomic*, Vol18, No.3, pp364-367.
4. Gorelick M., Brown J. M. M., Groeller H., 2003, Short-duration fatigue alters neuromuscular coordination of trunk musculature: implications for injury, *Applied Ergonomic*, 34, pp317-325.
5. Institute of Occupational Safety & Health, Anthropometric data bank in Taiwan.
6. Kumar Shrawan, 1995, Development of predictive equations for lifting strengths, *Applied Ergonomic*, vol26, No.5, pp327-341.
7. Leboeuf-Yde, Lauritsen JM, Lauritsen T, 1997, Why has the search for cause of low back pain largely been nonconclusive? *Spine*, 22(8), pp877-881.
8. Lee Tzu-Hsien, 2004, Maximun isoinertial lifting capabilities for different lifting ranges and container dimensions, *Applied Ergonomic*, 36, pp373-377.
9. Lin Yang-Hua, 2002, The Influence of Static Lifting Postures on the Force Distribution on the Spinal Tissues at the Lumbosacral Joint, National Yang-Ming University Institute of Biomedical Engineering Dissertation for Doctor of Philosophy.
10. Lund T, Nydegger T, Dipl-Ing, Schlenzka D, Oxland TR, 2002, Three-dimensional motion patterns during active bending in patients with chronic low back pain, *Spine* 27(17), pp1865-1874.
11. Marras W. S., Rangarajulu S. L., Lavender S. A., 1987, Trunk loading and expectation. *Ergonomics*, Vol30, No3, pp551-562.
McGill Stuart, 2002, Low back disorders evidence-based prevention and rehabilitation, Champaign, IL. *Human Kinetics*, p6.
12. O'Sullivan PB, Grahamslaw KM, Kendell M, Lapenskie SC, Mdler NE, Richards KV, 2002, The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in pain-free population. *Spine* 27(11): 1238-44.
13. Shin Gwanseob, Nance Mack L., Mirka Gary A., 2006, Differences in trunk Kinematics and ground reaction forces between older and younger adults during lifting, *International Journal of Industrial Ergonomic*, 36, pp767-772.
14. Tulio Oliverira de Souza, Helenice Jane Cote Gil Coury, 2005, Are the postures adopted according to requested linguistic categories similar to those classified by the recording protocols?, *Applied Ergonomics*, Vol36, pp207-212.