

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 期末報告

## 環境照度、物品尺寸與形狀對老年人與盲人執行伸手取物 之影響(I)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 101-2221-E-040-001-  
執行期間：101年08月01日至102年10月31日  
執行單位：中山醫學大學職能治療學系

計畫主持人：邱敏綺  
共同主持人：吳欣潔、林昱呈

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 102年10月29日

中文摘要：本研究目的欲瞭解環境照度、物品尺寸與形狀對老年人與盲人在執行伸手取物動作時，上肢、手部動作與抓握策略之影響。本計畫原定申請期間為三年、以三階段執行，然通過期間僅一年，固執行內容以計畫書第一年第一階段為完成目標。

本階段目標為探討老年人與成年人執行取物作業時，環境照度(illumination)與物品尺寸(size)，對其上肢動作之影響。共 12 位受試者自願參與實驗，6 位成年人（均年齡 21.5 歲；SD=1.2）與 6 位老年人（均年齡 72.8 歲；SD=3.4），男、女均各半。受試者以慣用手執行伸手取物作業，在上肢、手部動作與抓握策略的比較，使用超音波動作分析系統 (Zebris CMS-HS/ Zebris Medical GmbH, Germany)量測包括上肢運動學(握徑、速與加速度等)、反應時間與手腕屈伸、手腕橈尺偏與手肘屈伸等關節角度資料。

結果顯示，老年人相較於成年人在取物過程，出現較大的最大握徑、較高的最大速度。在關節角度部分，老年人取物過程手腕的屈伸與橈尺偏角度比成年人大但是在手肘屈伸角度較成年人小。此外，伸手取物時上肢動作不受環境照度影響。本研究初步指出年齡對伸手取物作業之影響，結果可提供作為上肢動作訓練與日常生活功能訓練時，客觀的復健評估與目標設立之依據與參考。

中文關鍵詞：伸手取物、年齡、環境照度、尺寸、運動學

英文摘要：The study aims to elucidate the effects of illumination and object size on reach to grasp movement for young and elderly adults on relevant kinematic of upper extremity and reach time during a reach-to-grasp task for adults and elderly adults. A total of 12 healthy subjects, 6 young adults and 6 elderly, were recruited to participate in this study. The averaged age for young adults and elderly were 21.5 (SD=1.2) and 72.8 (SD=3.4) years old, respectively. The data of kinematics, reaction time and joints range of motion of upper-extremity were recorded by an ultrasound-based movement analysis system (Zebris CMS-HS/ Zebris Medical GmbH, Germany). The results of this study indicated that elderly display greater max grip and higher max velocity than young adults during reach to grasp. Elderly show more wrist flexion-extension and radial-ulnar deviation, but less elbow flexion-extension range of motion

than young adults. Moreover, environmental illumination wouldn't influence kinematics, reaction time and joint range of motion of upper extremity. It's probably due to the same target location requiring less visual information. The findings of this study can provide useful information for clinical training of upper extremity, rehabilitation goal setting or relevant references.

英文關鍵詞： Reach to grasp, age, illumination, size, kinematics

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫  成果報告  
 期中進度報告

## 環境照度、物品尺寸與形狀對老年人與盲人

### 執行伸手取物之影響

#### Effect of illumination, object size and shape on reach to grasp movement for elderly and blind adults

計畫類別： 個別型計畫  整合型計畫

計畫編號：NSC 101-2221-E-040 -001 -

執行期間：2012 年 08 月 01 日至 2013 年 10 月 31 日

計畫主持人：邱敏綺

計畫參與人員：吳欣潔 (朝陽科技大學 工業工程與工程管理研究所)

王國安 (朝陽科技大學 工業工程與工程管理研究所)

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告  完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、  
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年  二年後可公開查詢

執行單位：中山醫學大學 職能治療學系

中 華 民 國 一 百 零 二 年 十 月 三 十 一 日

# 環境照度、物品尺寸與形狀對老年人與盲人 執行伸手取物之影響

## Effect of illumination, object size and shape on reach to grasp movement for elderly and blind adults

計畫編號：NSC 101-2221-E-040 -001 -

執行期限：101年08月01日至102年10月31日

主持人：邱敏綺 中山醫學大學 職能治療系

共同主持人：吳欣潔 朝陽科技大學 工業工程與管理所

計畫參與人員：王國安 朝陽科技大學 工業工程與管理所

### 摘要

本研究目的欲瞭解環境照度、物品尺寸與形狀對老年人與盲人在執行伸手取物動作時，上肢、手部動作與抓握策略之影響。本計畫原定申請期間為三年、以三階段執行，然通過期間僅一年，固執行內容以計畫書第一年第一階段為完成目標。

本階段目標為探討老年人與成年人執行取物作業時，環境照度(illumination)與物品尺寸(size)，對其上肢動作之影響。共 12 位受試者自願參與實驗，6 位成年人(均年齡 21.5 歲；SD=1.2)與 6 位老年人(均年齡 72.8 歲；SD=3.4)，男、女均各半。受試者以慣用手執行伸手取物作業，在上肢、手部動作與抓握策略的比較，使用超音波動作分析系統(Zebris CMS-HS/Zebris Medical GmbH, Germany)量測包括上肢運動學(握徑、速與加速度等)、反應時間與手腕屈伸、手腕撓尺偏與手肘屈伸等關節角度資料。

結果顯示，老年人相較於成年人在取物過程，出現較大的最大握徑、較高的最大速度。在關節角度部分，老年人取物過程手腕的屈伸與撓尺偏角度比成年人大但是在手肘屈伸角度較成年人小。此外，伸手取物時上肢動作不受環境照度影響。本研究初步指出年齡對伸手取物作業之影響，結果可提供作為上肢動作訓練與日常生活功能訓練時，客觀的復健評估與目標設立之依據與參考。

**關鍵字：**伸手取物、年齡、環境照度、尺寸、運動學

### Abstract

The study aims to elucidate the effects of illumination and object size on reach to grasp movement for young and elderly adults on relevant kinematic of upper extremity and reach time during a reach-to-grasp task for adults and elderly adults. A total of 12 healthy subjects, 6 young adults and 6 elderly, were recruited to participate in this study. The averaged age for young adults and elderly were 21.5 (SD=1.2) and 72.8 (SD=3.4) years old, respectively. The data of kinematics, reaction time and joints range of motion of upper-extremity were recorded by an ultrasound-based movement analysis system (Zebris CMS-HS/ Zebris Medical GmbH, Germany).

The results of this study indicated that elderly display greater max grip and higher max velocity than young adults during reach to grasp. Elderly show more wrist flexion-extension and radial-ulnar deviation, but less elbow flexion-extension range of motion than young adults. Moreover, environmental illumination wouldn't influence kinematics, reaction time and joint range of motion of upper extremity. It's probably due to the same target location requiring less visual information.

The findings of this study can provide useful information for clinical training of upper extremity, rehabilitation goal setting or relevant references.

**Keywords:** Reach to grasp, age, illumination, size, kinematics

## 二、緣由與目的

### 2.1 研究背景

人需要透過手對物品與工具的操作(manipulation)，完成各項功能性活動(functional activities)以達成生活獨立與完成工作所需。伸手取物(reaching to grasp)係指手臂伸向目標物並用手去抓取或操作該目標物(reaching with the arm and hand to grasp an object)，這個過程同時需要視覺與動作(visuomotor)的整合方能流暢且有效率的完成。執行伸手取物的動作時，首先透過眼睛傳遞視覺訊息給大腦有關目標物的位置；將手臂伸向目標物的過程中，透過視覺、觸覺與本體覺的訊息回饋，調整手部姿勢、方向與力量並流暢地抓取或操作物品(prehension)，因此視覺資訊(visual information)對於伸手取物動作非常重要。先前的研究已指出許多因子；包括目標物放置距離、方向、大小、重量、形狀、材質特性等，會影響伸手取物的動作表現與抓取策略，其中，目標物在空間中的位置如；距離、方向與目標物特性(形狀與材質)，依賴視覺訊息(visual input)的提供。但是，對於視覺能力較差的人，如：老年人與視覺障礙者，在執行伸手取物動作時，視覺、觸覺與本體覺訊息的改變如何影響其執行伸手取物？又，其如何調整代償與抓取策略完成取物作業？這些問題仍然需要進一步探討與釐清。因此，本研究設計一系列實驗，將探討環境照度(illumination)、目標物尺寸(size)與形狀(shape)對老年人、成年人與盲眼成年人在執行取物作業時，上肢、手部動作與抓取策略(prehension strategy)之影響。將以運動學(kinematics)、力學(kinetics)與完成績效等資料之量測與分析，作為上肢與手部動作描述之指標，研究結果將可以提供未來在無障礙環境與相關福祉產品設計之參考。

#### 2.1.1 伸手取物運動學與力學分析

伸手取物(reach to grasp)為伸取(reach)與抓握(grasp)兩個動作的協調表現(Zaal & Bootsma, 2000)，Jeannerod(1999)認為伸手取物包括兩個動作的組成，分別為運輸(transport)與操作(manipulation)期，Jones 與 Lederman (2006)加以說明將操作期(manipulation)細分為兩期，而將完整的取物過程細分為三個階段；第一階段為伸取或運輸期(transport phase)，從開始位置移動手臂至最接近目標物處，第二階段為抓握期(grasp phase)，在最接近目標物的同時調整手部姿勢來抓握，第三階段為操作期(manipulation phase)，為最後直接接觸抓握目標物。相關取物研究常用動作分析系統等儀器，量測在運輸期(transport phase)時，上肢關節與手腕在伸手取物過程中運動學(kinematics)變化，以手腕(wrist)動作做為描述，說明取物過程之動作時間、速度變化、最高加速度、路徑軌跡與軌跡最高點等。在運輸期(transport phase)時，手腕的速度變化呈現如鐘型(bell-shaped)曲線(圖 2-1)，且手腕移動的路徑軌跡不會因為動作速度或手臂負重而有改變，然而，當目標物距離放置距離較遠時，手腕的速度軌跡會出現較高的極速(peak velocity)。

此外，使用動作分析系統量測抓握期(grasp phase)的手部姿勢，常用手預先形狀(hand preshaping)或抓握孔徑(hand aperture)的變化來描述。抓握孔徑(grip aperture)為取物過程中，量測大拇指與食指的距離或量測虎口大小為手指張開範圍，且最大抓握孔徑(maximum grip

aperture)約出現在特定的週期時間範圍，且最大抓握孔徑(maximum grip aperture)與目標物大小成函數關係(Jeannerod, 1999)。

許多研究亦指出，取物過程中出現最大抓握孔徑(maximal grip aperture)的位置，與目標物之大小與距離有關；當抓握目標物越大，所需抓握孔徑越大與速度越快(圖2-2 A,D)，當目標物尺寸每增加1公分，最大抓握孔徑約增加0.77公分；當抓握目標物越遠，所需抓握孔徑與抓握速度增加(圖2-2 B,C) (Jones & Lederman, 2006)。因此，由運輸期與抓握期的運動學資料分析可說明當手臂伸向目標物時，手臂與手勢(hand preshaping)在時間(temporal)與空間(spatial)上的協調(coordination)狀況。

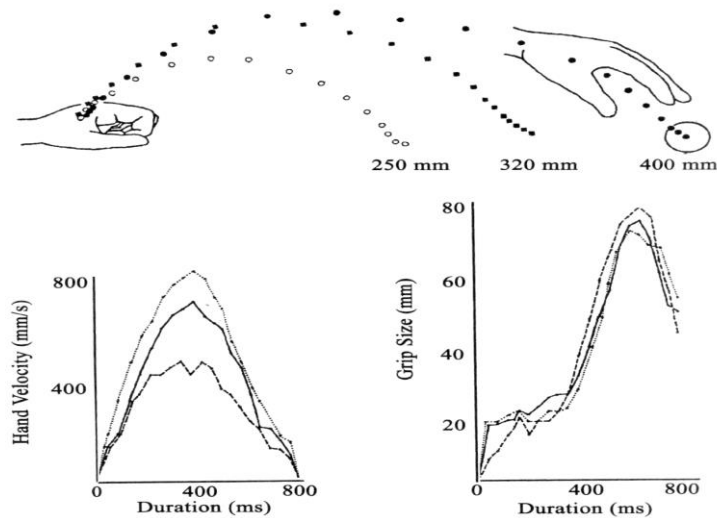


圖 2-1 抓握距離對速度與抓握尺寸的影響

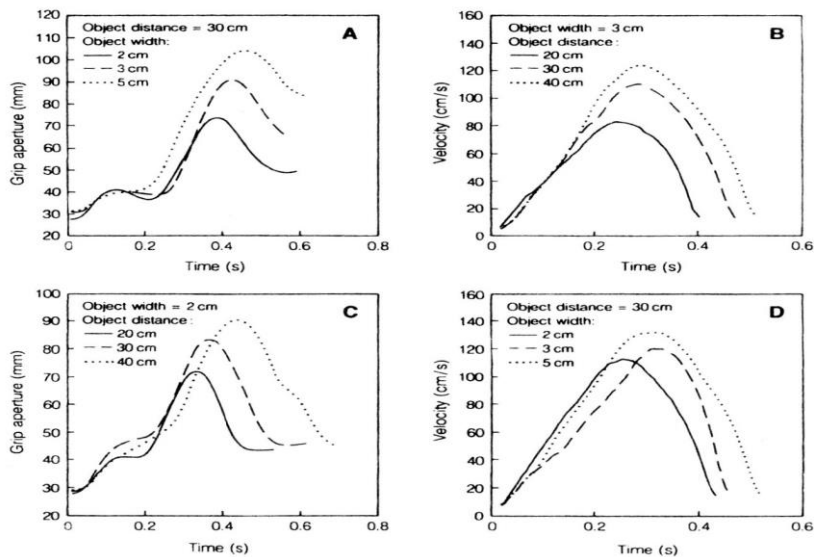


圖 2-2 抓握距離、物品大小對抓握速度與抓握孔徑的影響

目標物本身之特質(重量、表面材質、形狀、物品曲率)會影響抓握力量與抓握策略。Bae (2011)討論物體形狀(shape)與抓握孔徑之間的關係，發現抓握長型物體(如:圓柱體)與有邊角形狀(如:正方形)時，抓握孔徑均比對稱物體(如:圓形)顯著大。抓握物品時力量分析，如圖 2-3 所示，當一物品被大拇指與食指從穩定的平面抓握起時，抓握(grip force)力與物品重量

(load)(tangential force)之力量比例為一常數 (constant ratio)，此抓握力量(grip force)必須大到剛好足夠避免物品從手中滑落，且又不至於太大導致物品被抓碎；當必須抓握物品持續一段時間，抓握力必須要能大於物品重量與物品和手之間所產生的摩擦力才行。

最小抓握力量讓當物品開始從手指間滑落，該力量又稱滑落力(slip force)，對不同重量與不同材質物品抓握，所需的握力與其滑落力會有所不同，如圖 2-4 所示，對三種材質(砂紙、絨毛與絲質表面)物品抓握，物品重量越重，抓握力與滑落力也越大，對摩擦力越小的材質(如絲質)，所需的抓握力與滑落力也越大(Jones & Lederman, 2006)。

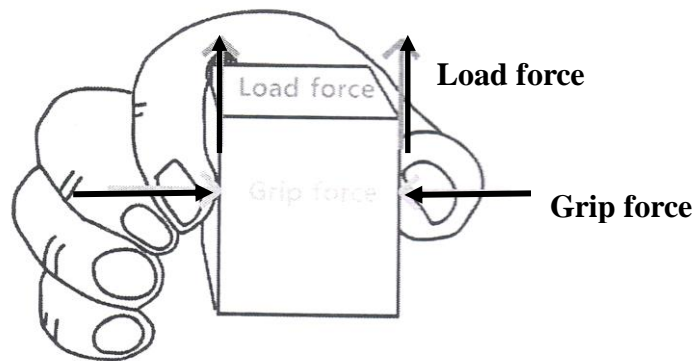


圖 2-3 抓握物品之力學分析

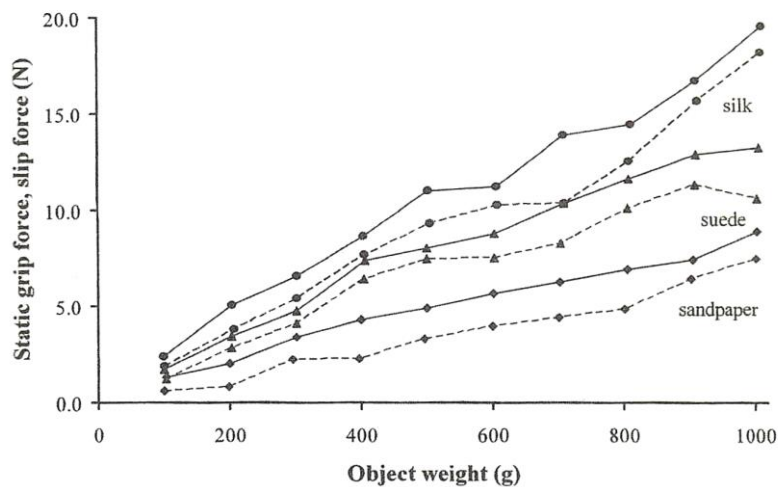


圖 2-4 物品材質、重量對靜態抓握力與滑落力的影響

### 2.1.2 伸手取物理論

Jeannerod (1999)認為伸手取物依靠視覺動作機制(visuomotor mechanisms)完成。認為運輸(transport)過程與操作(manipulation)是兩個獨立訊息頻道，只是在時間上有聯結，提出了視覺動作頻道假說(visuomotor channel hypothesis)。視覺動作理論(visuomotor channel theory)假說認為在運輸(transport)過程，觀察者由視覺訊息的提供，從環境中獲取目標物的位置與距離等空間資訊(spatial information)提供給手臂及手部肌肉移動手臂靠近目標物；即處理目標物的外在特性(extrinsic properties)，抓握(grasp)即操作(manipulation)過程，觀察者將目標物的大小與形狀等資訊整合提供遠端肌肉抓握物體的資訊，即處理目標物內在特性(intrinsic properties)。



Jeannerod (1984)認為這兩個頻道經常是同步的，且觀察人伸手抓取物品，手出現最大抓握孔徑(maximum hand aperture)約出現在完整抓握週期的60~70%，最大抓握孔徑(maximum hand aperture)與目標物大小成函數關係(Jeannerod, 1999)。當伸手取物時，由視覺訊息(visual information)的輸入提供目標物在空間中的位置，透過本體覺回饋(proprioception feedback)知道手臂與手的起始位置再將手臂移動至目標物，目標物的空間位置以身體中心視野為參考。在取物過程中若目標物位置突然改變，透過視覺與本體覺的回饋，修正動作可以在100毫秒內完成(Jeannerod et al., 1999)。

然而，視覺動作理論無法解釋的手部姿勢(hand posture)與方位(hand orientation)的改變，很多研究也提出許多質疑與討論。Smeets與Brenner (1999)提出了手指頻道理論(digit channel hypothesis)，認為在伸取(reaching)與抓握(grasping)的過程，拇指與手指是分開控制的；抓握時，手指會正確地且垂直地放置在目標物表面(與目標物軸心垂直)。手指接觸到目標物的最後位置，與物體的形狀、質量中心有關，因此手會改變抓握時的姿勢與方位；他們發現由拇指與手指連線所形成的抓握軸心通過或很接近目標物的質量中心。這個理論解釋視覺動作理論無法解釋的手部姿勢(hand posture)與方位(hand orientation)的改變，此理論亦用來預測伸手取物時，手指的移動軌跡。

許多實驗討論視覺、觸覺與本體覺回饋的重要性。Churchill (2000)等人的實驗中則發現，在無視覺回饋時伸手取物，手會出現較大的抓握孔徑；認為在缺少視覺訊息時，人會採取於增加抓握孔徑的代償策略，減少失誤的發生。Schettino(2003)等人討論視覺訊息與物體形狀對伸手取物之手部預先動作(hand configuration)的影響，有完整視覺回饋時，手部呈現預先動作的時間較早，認為視覺訊息能幫助取物時，手部動作以便抓取物品。Chieffi和Gentilucci (1993)讓受試者未看見目標物只用本體覺資訊情況下取物(讓受試者感覺目標物位置)，發現可以只用本體覺資訊來計算目標物位置以正確的抓握物品。Connolly和Goodale (1999)指出在正常情況下伸手取物，比較可見手臂與手臂遮蔽時之上肢運動軌跡(圖2-5)，發現兩者的最大握徑出現在同一時間比例，但後者運動時間較長。由此推測取物時，不需直接由視覺回饋提供訊息，可由本體覺回饋提供手的姿勢與方向訊息以完成動作。由以上文獻可知，視覺、觸覺與本體覺訊息對於執行伸手取物是非常重要的，當其中一種訊息無法正確提供或混淆時，可能造成的反應變慢、動作失誤、策略代償與效率減低的情況。

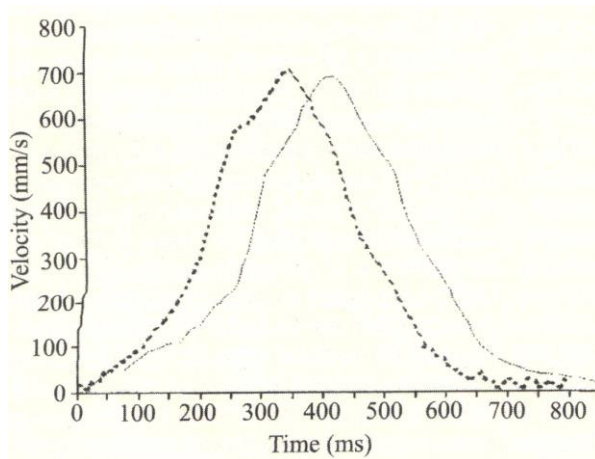


圖2-5 在視覺(黑線)與無視覺回饋(灰線)下手腕移動速度變化

### 2.1.3 老化對伸手取物表現的影響(aging and reach to grasp)

自然老化過程帶來神經生理退化及肌肉骨骼衰老，影響上肢動作與手功能表現。Carmeli (2003)等人指出手與抓握功能(prehension)的退化在 65 歲以後就越見明顯，並歸納出老化對於伸手取物功能影響的原因，可分為內在(intrinsic)與外在因子(extrinsic factors)，內在因子包括：基因、內分泌、代謝、疾病(關節炎等)與病理學上的變化(感覺、肌肉骨骼或神經血管退化)；外在因子包括：環境因素、生理活動、營養與外傷等等。Owsley(2011)指出高齡者的正常視覺(vision)退化，包括：空間對比敏感度(spatial contrast sensitivity)、光線對比敏感度(scotopic contrast sensitivity)、黑暗適應(dark adaptation)與視覺資訊處理速度等能力的退化，高齡者常抱怨在低照度環境(low illumination)下無法閱讀或晚上開車看不清楚；對於立體(3D)、空間訊息與形狀(shape)辨識能力較差(Blake et al., 2008)。

依據國家標準局(CNS)對環境照明標準建議，住宅照度應依不同區域(客廳、餐廳、走道等)照度建議約介於 50~2000 流明(lux)(圖 2-6)。Snioo (2011)認為老年人的環境照度需求約為年輕人的三倍，建議老人護理之家，室內走廊照度應當提升至 200 流明(lux)，起居室照度應當在 500-1000 流明(lux)之間。李(2002)探討人工照明及色溫度對個人主觀視覺感知，結果發現在客廳時色溫在 1500~3300 °k，照度 150~300 lux 之間適合一般活動；照度 300~750 lux 之間適合閱讀行為(圖 2-7)。由此可知，環境照度會影響老年人的視覺能力；視力狀況不佳的老年人在生活滿意度與生活品質上也顯著較差(Good, 2008)。

除了視覺退化，觸覺本體覺的退化也會影響高齡者伸手取物表現。老年人在手部的感覺接受器數量比年輕人少，且對兩點分辨的能力與觸覺敏感度降低(Carmeli et al., 2003)。Voorbij (2001)等人指出 70 歲之後，手部關節角度在手腕曲屈(wrist flexion)、伸展(wrist extension)與橈偏(ulnar deviation)角度均會減少分別 12%、41%與 22%；而 90 歲之後，手腕關節角度只剩下 30 歲時的 60%。Geronimi 與 Gorce(2007)比較成年人與老年人伸手取物時，障礙物對手部動作的效應，結果發現手腕的移動軌跡，老年人與成年人有顯著差異的。此外，目標物的特質，如形狀、尺寸與材質也影響老年人伸手取物動作。Gorniak (2011)等人發現老年人伸手取易碎物品時比成年人需要更多的動作時間、有較低的加速度、使用較大的握力與較少的食指協調動作，因此老年人抓取易碎物品常會掉落或壓壞易碎物品。Wong 與 Whishaw (2004)發現在抓握不同尺寸的物體時，老年人所使用的抓握策略(grasp pattern strategy)顯著的比成年人少。以上文獻說明感覺動作(sensory-motor)功能與肌肉力量隨年齡增加而減弱，老年人的手部功能與抓握策略將會有所改變，然而，環境照度、物品大小與形狀的關係如何影響老年人伸手取物的動作？又，老年人在感覺動作退化情況下，在環境照明與目標物特性之設計，如何提升老年人動作表現？目前卻仍有許多進待釐清的問題。

照度	起居間	書房	兒童房	客廳	廚房餐廳	臥房	工作室	更衣室	洗手間	走廊樓梯	倉儲室	玄關	門、玄關	車庫	庭園
2000~1000	◎手藝◎縫紉	—	—	—	—	—	◎手工藝◎縫紉◎縫衣機	—	—	—	—	—	—	—	—
1000~750	—	◎寫作◎閱讀	◎作業◎閱讀	—	—	—	—	—	—	—	—	◎鏡子	—	—	—
750~500	◎閱讀◎化妝	◎閱讀	◎閱讀	—	◎餐桌	◎看書◎化妝	◎工作	◎修臉◎化妝◎洗臉	—	—	—	◎裝飾櫃	—	◎清潔◎檢查	—
500~300	(10)◎電話(14)	—	—	—	◎調理	—	◎洗衣	—	—	—	—	—	—	—	—
300~200	◎團聚◎娛樂(13)	—	◎遊玩	◎桌面(13)◎沙發	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200~150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	◎宴會◎聚餐
150~100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100~75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75~50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50~30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30~20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20~10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10~5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5~2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2~1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

註：(12) 對全般照明照度另作局部性的提高照明設備使室內照明不流於平凡而富有變化為目的。  
(13) 趣味性讀書當作娛樂看待。  
(14) 其他場所也準用。

備考：1. 各類場所依其用途全般照明及局部照明能並用較妥。  
2. 居住間、客廳、臥房最好有可調光系統。  
3. 有”◎”記號之場所，可用局部照明取得該照度。

圖2-6 CNS照度標準建議:一般住宅照明

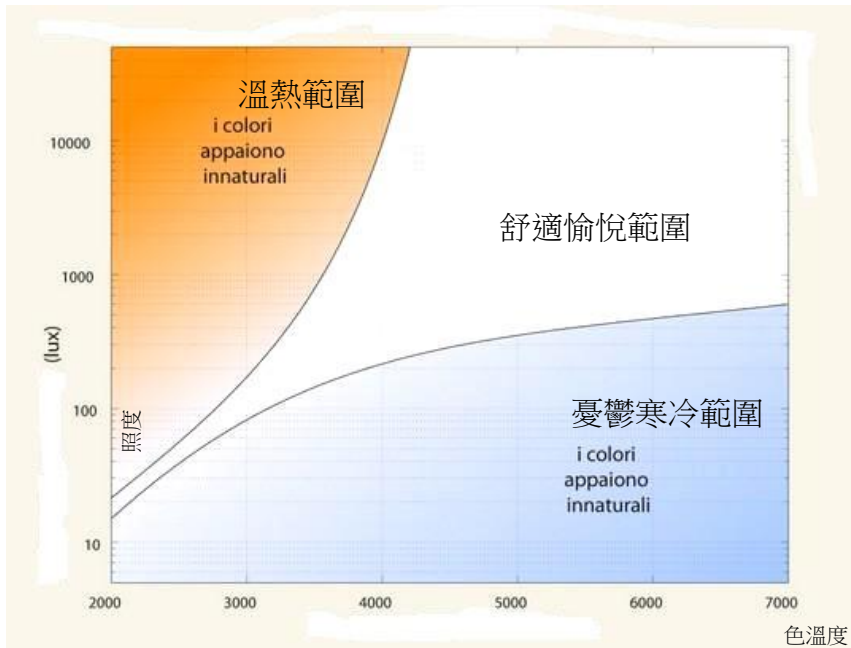


圖2-7 照度與色溫度舒適範圍曲線(Kruithof curve)

#### 2.1.4 視覺障礙與伸手取物 (visual impaired and reach to grasp)

人與環境互動過程中依賴視覺訊息，若視覺訊息無法提供環境資訊將會影響伸手取物動作的執行。視覺障礙者由於缺少由環境而來的視覺資訊，造成在日常生活中的食、衣、住、行、育、樂等都有許多的不方便，瞭解視覺障礙者如何執行伸手取物，將有助於相關無障礙環境與產品的設計。依據內政部 99 年身心障礙障別統計，視障約佔 5.32%。視覺障礙為由於先天或後天原因，導致視覺器官（眼球、視覺神經、視覺徑路、大腦視覺中心）之構造或機能發生部分或全部之障礙，經治療仍對外界事物無法作視覺之辨識者而言，表 2.1 整理視覺

障礙等級，依視覺能力不同分為重、中與輕度障礙。在身心障礙者生活需求調查結果中，55.73%的視障者表示在日常生活功能（ADL）項目上至少有一項感到困難，其中對於室外走動感到有困難的比例最高為 34.98%；在工具性日常生活功能（IADL）項目則高達 77.45%的視障者感到至少一項有困難，在上街購物、烹調食物、做家事、洗衣服、外出等項目有半數以上的視障者感到困難，其中又以搭乘交通工具的困難比例最高（71.04%）（內政部統計處，民 97）。先天視覺障礙的兒童無論在粗、細動作(gross and fine motor development)的發展上，與一般兒童有顯著的差異。在細動作技巧發展(fine motor skills)，如物體的操作、工具使用；通常完成時間較慢且大多數的動作在身體單側的空間執行，較少有跨越身體中心空間的動作(Reimer, et al., 2011)。有關視覺障礙者伸手取物動作研究，目前仍是有限且不完整的。

Castiello (1993)等人研究盲眼人與明眼人在伸手取物時，物品放置距離與目標物大小對其伸手取物的影響，結果發現兩者有相似的動作協調表現與抓握策略，認為視覺回饋在伸手取物過程中不是必要的。然而，該研究在距離與目標物尺寸(圓柱體直徑 0.6 與 7 公分)的改變，試驗前受試者的手均被動地被帶領感受位置與目標物，並練習 10 次後進行收集資料，此研究並無討論相關學習效應對伸手取物動作的影響。Winges(2003)等人讓成年人在不同視覺回饋下抓握不同形狀的物體，發現缺少視覺回饋情況下，伸取時間顯著較長；但無視覺回饋亦不影響手部抓握時預先形狀。Gaunet (2007) 等人讓先天盲童與正常兒童戴上眼罩時，在固定伸取範圍內用伸手指物(pointing)的方式去指點記憶中的目標物，結果發現盲童在空間定向與一般兒童無顯著差異。Gosselin-Kessiby (2009)等人證實盲人在伸取過程中，可以靠著本體覺來調整手的方向。

以上研究均著重討論伸取(reaching)過程，認為先天盲眼人可以倚靠觸覺與本體覺做為空間定向與目標定位參考，但是鮮少研究討論目標物的形狀與尺寸差異，對先天盲眼人在執行取物時，上肢與手部動作的影響與策略之差異；此外，先前文獻之實驗設計多在試驗前，帶領盲眼人的手被動感受目標物位置，在學習與記憶的過程瞭解空間位置，在記憶與學習效應上並未討論，且無法說明主動伸手取物的動作表現、特色與策略。

表 2.1 視覺障礙等級

等級	視力障礙程度
重度	1.兩眼視力優眼在 0.01(不含)以下者。 2.優眼自動視野計中心 30 度程式檢查，平均缺損大於 20DB(不含)者。
中度	1.兩眼視力優眼在 0.1(不含)以下者。 2.優眼自動視野計中心 30 度程式檢查，平均缺損大於 15DB(不含)者。 3.單眼全盲(無光覺)而另眼視力 0.2 以下(不含)者。
輕度	1.兩眼視力優眼在 0.1(含)至 0.2 者(含)者。 2.兩眼視野各為 20 度以內者。 3.優眼自動視野計中心 30 度程式檢查，平均缺損大於 10DB(不含)者。 4.單眼全盲(無光覺)而另眼視力在 0.2(含)至 0.4(含)者。

### 2.1.5 文獻回顧總結

將上述重要文獻之回顧，依作者、年代、樣本來源、自變項、依變項、測量儀器與重要發現彙整如下表 2.2。

表 2.2 重要文獻整理

年代	作者	樣本來源	自變項	依變項	重要發現
2000	Churchill et al.	11 adults (19-47 years old)	*3 visual condition *2 location (30, 40cm) * 2 object sizes (15,50 mm sphere)	1. Movements were recorded using a three-camera 120-Hz MacReflex system (Qualisys, Sweden).	* Removing environmental cues had effects both early and late in the reach, while vision of the hand was only crucial in the period after peak deceleration. * In addition, removal of both sources of information resulted in larger grip apertures
2003	Schettino et al.	9 young adults	*3 visual feedback conditions: full, object and no vision *3 object shapes	1. Kinematic data of the metacarpophalangeal and proximal interphalangeal joints of the index, ring, middle and pinkie finger were recorded.	*Kinematic analysis revealed that as visual feedback was reduced, movement duration increased and time to peak aperture of the hand decreased. *Early preshaping across visual feedback conditions suggests the existence of mechanisms involved in the selection of basic hand configurations.
2003	Winges et al.	8 young adults	*5 visual conditions *9 object shapes	1. Kinematic data of the proximal interphalangeal (PIP) joints of the four fingers and the thumb.	*Reach duration increased when vision was occluded early in the reach. *Vision condition did not have a significant effect on the covariation patterns of joint rotations, indicating that the gradual evolution of hand posture occurs in a similar fashion regardless of vision.
2007	Gaunet	20 congenitally blind children (CB) 20 blindfolded sighted children (BS)	*3 targets positions and the two delays were randomly presented.	1. Custom software recorded the position of the target location on the right side of the panel touched with the very end of the index finger.	*Results indicate that early visual experience and age are not predictive factors for pointing in children. *The delay was an important factor at all ages and for both groups, indicating distinct spatial representations such as egocentric and allocentric frames of reference for immediate and delayed pointing, respectively. *The CB like the BS children are able to use both ego- and allocentric frames of reference

表 2.2 重要文獻整理(續)

年代	作者	樣本來源	自變項	依變項	重要發現
2007	Geronimi & Gorce	15 adults and 5 older adults	*Age *9 obstacle size (10, 15, 20 cm ×3, 7, 15 cm)	1. Digis right movement (A Cyberglove) 2. 3D movement of the wrist (An electromagnetic sensor)	*A similar effect of obstacle presence on movement of prehension with obstacle for adults and elderly. *Amplitude differences are observed between adults and elderly in accordance with results in simple prehension condition.
2009	Gosselin-Kessib y et al.	12 blind adults 18 young adults	*6 orientations task	1. Eight infrared-emitting diodes (IREDs) were fixed in a circle around the perimeter of the match handle. 2. The positions of the IREDs were recorded using an Optotrak 3020 motion capture system (Northern Digital) at a sampling frequency of 100 Hz.	*In all tasks, performance of blind subjects was very similar to that of blindfolded normally sighted subjects. *These findings provide the first evidence of an automatic on-line error-correction mechanism for hand orientation guided only by proprioceptive inputs during reaching in blind subjects, and reveal that the on-line mechanism does not depend on prior visual experience.
2011	Gorniak et al.	14 young and 9 elderly subjects	*3 fragility settings	1. Kinetic analysis: the slip safety margin and safety margin. 2. Analysis of multi-digit synergies and finger force variance.	*Elderly individuals exhibited a decrease in object acceleration and an increase in movement time, an increase in grip force production, a decrease in the correlation between grip and load forces, an overall decrease in indices of multi-digit synergies, and lower safety margin indices computed with respect to both dropping and crushing the object.

由列表內容可瞭解先前的文獻，鮮少探討環境照度(illumination)、物體尺寸(size)與形狀(shape)等因子對於老年人執行伸手取物動作(reach to grasp movement)的影響，然而，在日常生活與工作環境中，這些因子均會影響老年人的上肢的動作表現與工作效率。瞭解老年人伸手取物時，上述因子對其上肢與手部在運動學(kinematics)、力學(kinetics)與抓取策略(grasp strategy)之動作特色，將有助於臨床客觀評估上肢功能、無障礙環境與產品之設計。此外，對於視覺障礙者在伸手取物的動作特色，雖已有許多文獻證實視覺障礙者在伸取過程可以靠著本體覺，表現出類似明眼人的空間定向動作軌跡，然而，對於目標物尺寸(size)與形狀(shape)對於視覺障礙者執行取物動作的影響，仍缺少有系統、完整的文獻佐證，瞭解盲人伸手取物之動作特色，將有助於環境無障礙與相關福祉產品之設計。本研究將系列性地討論環境照度(illumination)、物體尺寸(size)與形狀(shape)對於人執行伸手取物作業之影響，其研究結果，將可提供完整且全面之資料，以供學術研究或臨床醫療參考。

### 三、研究方法

#### 3.1 受試者

6 位成年人 (均年齡 21.5 歲; SD=1.2) 與 6 位老年人 (均年齡 72.8 歲; SD=3.4), 均男女各半, 共 12 位受試者參與實驗。所有受試者均無上肢神經、肌肉骨骼等疾病或傷害。成年人平均身高與體重分別為 166.5 (SD=3.8)公分與 54.2 (SD=4.9)公斤; 老年人平均身高與體重分別為 158.7 (SD=3.5)公分與 71.6 (SD=8.5)公斤。成年人與老年人在平均年齡、身高、體重欲手臂長均有顯著差異外 ( $p < .05$ )受試者基本資料整理如下表 3.1。

表 3.1 受試者群的基本資料之平均值(means)與標準差(standard deviation/ SD)

Groups	Young		Elderly		P -values		
	M	F	M	F			
Age	21.5 (1.2)	22.8 (0.9)	21.4 (1.1)	72.8 (3.4)	73.0 (3.6)	70.2 (4.0)	.00*
Height (cm)	166.5 (3.8)	172.5 (4.7)	161.2 (2.6)	158.7 (3.5)	163.0 (3.2)	153.9 (4.0)	.00*
Weight (Kg)	54.2 (4.9)	71.6 (2.2)	50.7 (3.7)	71.6 (8.5)	67.6 (9.7)	60.3 (11.8)	.00*
Arm length (cm)	60.3 (3.3)	61.7 (3.1)	58.9 (1.6)	54.1 (2.3)	55.3 (2.4)	54.6 (3.1)	.00*

\*Significant level at  $< .05$

#### 3.2 實驗設計

採用巢形因子實驗設計 (Nested-factorial experimental design) 討論環境照度(illumination)與物品尺寸(size)對於相關依變項之影響, 如表 3.2。在照度因子水準選擇方面, 依國家標準局(CNS)對環境照明標準建議, 一般住宅照度中選取五個照明水準(50、150、300、500 與 750lux), 色溫均為 4000k。在目標物部分, 以適合手抓握的形狀圓柱體為主, 圓柱體高與直徑共有五個尺寸水準(0.5×0.5、1×1、2×2、3×3 與 5×5); 伸取距離, 為受試者主觀自選最舒適之伸取距離(cm)。

量測資料包括上肢運動學分析、反應時間與關節角度: (1)上肢運動學資料: 伸手過程最大握徑(max grip size, Max grip)、伸手週期達最大握徑時間(time percentage of max grip size, Max grip%)、最大速度(max velocity, Max V)、達最大速度時間(time percentage of max velocity, MaxV%)、最大加速度(max acceleration, Max A)、達最大加速度時間(time percentage of max acceleration, MaxA%); (2)反應時間: 伸手取物時間(reach time, RT)、取物返回時間(back time, BT)與完整取物時間(total time, CT); (3) 上肢關節角度: 手腕屈伸 (wrist flexion-extension, WFE)、手腕橈尺偏 (wrist radial-ulnar deviation, WRU)與手肘屈伸 (elbow flexion-extension, EFE)。將自變項(independent variables)與依變項(dependent variables)整理如下表 3.2 所示。此外, 為了防止其餘因素對本實驗的干擾, 所有試驗均採隨機方式(randomization)呈現。

表 3.2 實驗設計之自變項自變項與依變項

自變項	依變項
1.環境照度 (5 水準，色溫度為 4000k) 50、150、300、500 與 750lux 2. 物體尺寸(5 水準) 0.5x0.5、1x1、2x2、3x3 與 5x5 之圓柱體 3.年齡 老年人與成年人	1. 上肢運動學資料 伸手過程最大握徑(Max grip)、 伸手週期達最大握徑時間(Max grip%)、 最大速度( Max V)、 達最大速度時間( Max V%)、 最大加速度( Max A)、 達最大加速度時間(MaxA%)； 2. 反應時間(單位:秒): 伸手取物時間(RT)、 取物返回時間( BT)與 完整取物時間( CT); 3.上肢關節角度(單位:角度): 手腕屈伸 (WFE)、 手腕橈尺偏 (WRU)與 手肘屈伸 (EFE)。

### 3.3 儀器設備

#### (a)三度空間動作分析儀

使用超音波三度空間動作分析儀 (Zebris CMS-HS/ Zebris Medical GmbH, Germany) (如圖 3.1 所示) 量測並收集上肢的關節角度等相關運動學 (kinematics) 資料。



圖3.1 超音波三度空間動作分析儀

### 3.4 資料分析

運用 SPSS 統計軟體 (14.0 version) 進行數據分析，以變異數分析 (analysis of variance/ANOVA) 分析環境亮度與物品尺寸因子對於執行取物作業之影響，顯著水準  $p-values < .05$ ，並以 Duncan's multiple range tests 進行事後檢定。



## 四、結果與討論

### 4.1 年齡對伸手取物的影響

成年人與老年人在執行伸手取物動作時，年齡因子對上肢運動學、反應時間與關節角度影響，分析與結果如表 4.1 所整理。整體而言，在伸手過程最大握徑(Max grip)、最大速度(Max V)、達最大速度時間(Max V%)、最大加速度(Max A)、達最大加速度時間(MaxA%)與上肢關節角度之手腕屈伸(WFE)、手腕橈尺偏(WRU)與手肘屈伸(EFE)，成年與老年人均有顯著差異( $p < .05$ )。老年人相較於成年人在取物過程，出現較大的最大握徑(92.3mm)、較高的最大速度(78.9mm/s)、較早出現最大速度(42% of reaching time)、較高的加速度(461mm/s<sup>2</sup>)與較晚的最大加速度出現時間(20% of reaching time)。在關節角度部分，老年人在手腕的伸屈與橈尺偏角度比成年人大但是在手肘屈伸角度較成年人小。

### 4.2 環境照度對伸手取物的影響

環境照度對在執行伸手取物時之影響，分析上肢運動學、反應時間與關節角度，結果如表 4.2 所整理。在伸手取物與返回過程中，在五種不同照度下，無論伸手過程最大握徑(Max grip)、伸手週期達最大握徑時間(Max grip%)、最大速度(Max V)、達最大速度時間(Max V%)、最大加速度(Max A)、達最大加速度時間(MaxA%)；反應時間：伸手取物時間(RT)、取物返回時間(BT)與完整取物時間(CT)；上肢關節角度：手腕屈伸(WFE)、手腕橈尺偏(WRU)與手肘屈伸(EFE)都無顯著差異( $p > .05$ )。結果指出伸手取物時上肢動作不受環境照度影響，其可能原因為目標物放置位置為固定位置，且伸取距離為受試者之主觀最舒適的伸取距離，在目標物位置與距離固定情況下，依賴環境照度提供視覺資訊的需求降低，僅需使用本體覺做姿勢調整與伸取抓握，因此在環境照度不同情況下，無論成年人或老年人在伸手取物之上肢動作均無太大影響。

### 4.3 物品尺寸對伸手取物的影響

物品尺寸對在伸手取物時之影響，分析上肢運動學、反應時間與關節角度，結果如表 4.3 所整理。在伸手取物與返回過程中，五種不同物品尺寸會影響伸手過程最大握徑(Max grip)、伸手週期達最大握徑時間(Max grip%)；反應時間之取物返回時間(BT)與完整取物時間(CT)與手腕屈伸(WFE)角度都有顯著差異( $p < .05$ )。整體而言，當目標物越大最大握徑也越大、且最大握徑出現時間越晚；此外，當目標物越小所需的取物返回時間(BT)與完整取物時間(CT)越多，且需要更多的手腕屈曲(WFE)角度也越大。

### 4.4 年齡、環境照度與物品尺寸對伸手取物的上肢運動學、反應時間與關節角度之影響

年齡、環境照度與物品尺寸對伸手取物的上肢運動學、反應時間與關節角度之變異數分析分析，結果如表 4.4 所示。結果顯示，伸手過程最大握徑(Max grip)同時受到年齡與物品尺寸之影響並有交互作用( $p < .05$ )，如圖 4.1 所示，整體而言老年人採用較大的最大握徑抓握物品，當目標物尺寸越大，抓握握徑也越大。

表 4.1 年齡與伸手取物上肢運動學、反應時間與關節角度之影響(平均值、標準差與顯著性)

Group	Max grip (mm) <sup>a</sup>	Max grip%	RT (sec)	BT (sec)	CT (sec)	MaxV (mm/s)	MaxV%	MaxA (mm/s <sup>2</sup> )	MaxA %	WEF (degree)	WRU (degree)	EFE (degree)
Young	85.6 (13.6)	0.59 (0.13)	1.2 (0.26)	1.3 (0.29)	2.5 (0.53)	72.4 (16.8)	0.45 (0.5)	370.5 (154.9)	0.19 (0.04)	36.1 (8.1)	10.5 (2.7)	66.7 (7.5)
Elderly	92.3 (18.9)	0.57 (0.12)	1.2 (0.39)	1.2 (0.43)	2.5 (0.78)	78.9 (19.4)	0.42 (0.6)	461.5 (165.9)	0.20 (0.06)	39.5 (8.7)	16.0 (3.9)	54.3 (10.3)
P-values	<b>.00*</b>	.19	.96	.48	.71	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>	<b>.02*</b>	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>

a. Variables definitions: 伸手過程最大握徑(Max grip)、伸手週期達最大握徑時間(Max grip%)、最大速度( Max V)、達最大速度時間( Max V%)、最大加速度( Max A)、達最大加速度時間(MaxA%)；反應時間: 伸手取物時間(RT)、取物返回時間( BT)與完整取物時間( CT); 上肢關節角度: 手腕屈伸 (WFE)、手腕橈尺偏 (WRU)與手肘屈伸 ( EFE)。

\*Significant level at <.05

表 4.2 環境照度對伸手取物上肢運動學、反應時間與關節角度之影響(平均值、標準差與顯著性)

Illumination (lux)	Max grip (mm) <sup>a</sup>	Max grip%	RT (sec)	BT (sec)	CT (sec)	MaxV (mm/s)	MaxV%	MaxA (mm/s <sup>2</sup> )	MaxA%	WEF (degree)	WRU (degree)	EFE (degree)
50	88.7 (17.3)	0.57 (0.13)	1.2 (0.33)	1.3 (0.39)	2.5 (0.70)	76.8 (18.9)	0.43 (0.05)	425.5 (165.4)	0.17 (0.06)	38.6 (8.8)	13.6 (4.8)	61.4 (11.2)
150	88.4 (17.8)	0.57 (0.12)	1.2 (0.34)	1.3 (0.35)	2.5 (0.66)	74.9 (18.5)	0.43 (0.05)	385.9 (164.9)	0.20 (0.06)	36.9 (8.8)	13.0 (4.3)	60.0 (10.6)
300	89.0 (16.3)	0.59 (0.13)	1.2 (0.32)	1.2 (0.34)	2.4 (0.63)	76.5 (18.8)	0.43 (0.05)	438.5 (176.2)	0.19 (0.05)	37.9 (8.4)	13.1 (4.1)	60.6 (11.2)
500	88.6 (16.6)	0.58 (0.11)	1.2 (0.34)	1.3 (0.39)	2.5 (0.70)	74.9 (17.9)	0.44 (0.05)	414.4 (168.4)	0.20 (0.05)	37.8 (7.9)	13.0 (4.3)	61.2 (10.8)
750	89.8 (16.3)	0.57 (0.14)	1.2 (0.32)	1.3 (0.36)	2.5 (0.65)	75.5 (18.6)	0.43 (0.5)	415.6 (159.1)	0.20 (0.05)	37.8 (8.9)	13.6 (4.4)	59.5 (11.1)
P-values	.99	.76	.97	.72	.91	.97	.43	.52	.40	.88	.87	.87

a.Variables definitions: 伸手過程最大握徑(Max grip)、伸手週期達最大握徑時間(Max grip%)、最大速度( Max V)、達最大速度時間( Max V%)、最大加速度( Max A)、達最大加速度時間(MaxA%)；反應時間: 伸手取物時間(RT)、取物返回時間( BT)與完整取物時間( CT); 上肢關節角度: 手腕屈伸 (WFE)、手腕橈尺偏 (WRU)與手肘屈伸 ( EFE)。

\*Significant level at <.05

表 4.3 物品尺寸對伸手取物上肢運動學、反應時間與關節角度(ROM)之影響(平均值、標準差與顯著性)

Cylinder size (cm)	Max grip (mm) <sup>a</sup>	Max grip%	RT (sec)	BT (sec)	CT (sec)	MaxV (mm/s)	MaxV%	MaxA (mm/s <sup>2</sup> )	MaxA%	WEF (degree)	WRU (degree)	EFE (degree)
0.5	70.5 (7.6)	0.52 (0.11)	1.2 (0.36)	1.4 (0.41)	2.8 (0.73)	74.5 (18.9)	0.43 (0.05)	399.9 (151.8)	0.19 (0.05)	43.1 (7.1)	13.6 (4.8)	58.5 (9.2)
1	77.0 (7.2)	0.52 (0.12)	1.2 (0.34)	1.3 (0.36)	2.6 (0.67)	74.4 (18.9)	0.43 (0.06)	413.4 (166.6)	0.19 (0.05)	41.9 (6.7)	13.4 (4.8)	59.2 (10.2)
2	87.9 (7.7)	0.56 (0.09)	1.2 (0.33)	1.2 (0.32)	2.4 (0.64)	75.1 (17.2)	0.44 (0.05)	394.4 (164.2)	0.21 (0.06)	36.1 (7.5)	13.3 (4.5)	60.6 (11.7)
3	97.2 (8.7)	0.60 (0.10)	1.2 (0.32)	1.2 (0.33)	2.4 (0.63)	77.1 (19.5)	0.43 (0.05)	439.9 (181.7)	0.19 (0.05)	34.0 (7.9)	13.1 (4.3)	61.3 (11.1)
5	111.9 (9.4)	0.70 (0.10)	11.2 (0.29)	1.3 (0.34)	2.5 (0.61)	77.4 (17.9)	0.44 (0.04)	432.3 (168.6)	0.20 (0.05)	34.8 (9.5)	13.0 (3.3)	63.0 (12.0)
P-values	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>	.32	<b>.00*</b>	<b>.01*</b>	.84	.44	.50	.11	<b>.00*</b>	.90	.18

a. Variables definitions: 伸手過程最大握徑(Max grip)、伸手週期達最大握徑時間(Max grip%)、最大速度( Max V)、達最大速度時間( Max V%)、最大加速度( Max A)、達最大加速度時間(MaxA%)；反應時間: 伸手取物時間(RT)、取物返回時間( BT)與完整取物時間( CT); 上肢關節角度: 手腕屈伸 (WFE)、手腕橈尺偏 (WRU)與手肘屈伸 ( EFE)。

\*Significant level at <.05

表 4.4 年齡、環境照度與物品尺寸對上肢伸手取物之運動學反應時間與關節角度之變異數分析

Variables Sources	Max grip (mm)	Max grip%	RT (sec)	BT (sec)	CT (sec)	MaxV (cm/s)	MaxV%	MaxA (cm/s <sup>2</sup> )	MaxA%	WEF (degree)	WRU (degree)	EFE (degree)
Age Group	<b>.00*</b>	.12	.97	.50	.73	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>	<b>.02*</b>	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>
Illuminations	.84	.64	.98	.75	.92	.98	.43	.54	.40	.87	.77	.81
Object sizes	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>	.40	<b>.00*</b>	<b>.03*</b>	.87	.45	.52	.11	<b>.00*</b>	.82	.09
Age group* Illuminations	.89	.33	.99	.78	.95	.91	.66	.94	.75	.87	.75	.93
Age group* object sizes	<b>.00*</b>	<b>.00*</b>	.96	.83	.92	.99	.82	.99	.98	1.0	.13	.97
Illumination* object size	.87	.99	1.0	1.0	1.0	1.0	.99	.99	.06	1.0	.99	1.0
Age group* illuminations* object sizes	.98	.99	1.0	1.0	1.0	1.0	.99	1.0	.99	1.0	1.0	1.0

\*Significant level at <.05

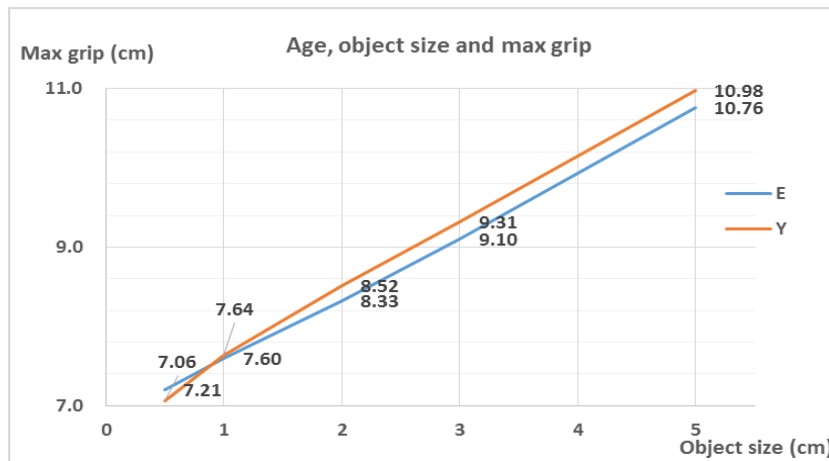


圖4.1 年齡與物品尺寸對最大握徑之影響

伸手期間達最大握徑時間(Max grip%)亦受到年齡與物品尺寸之影響( $p < .05$ ),但年齡與物品尺寸因子間沒有交互作用。當抓握目標物越大,達最大握徑之時間也越晚。在反應時間部分,取物返回時間(BT)與完整取物時間(CT),受到物品尺寸的影響( $p < .05$ ),當物品尺寸越小所需的取物返回(BT)與完整取物時間(CT)也越長,如下圖 4.2 所示。

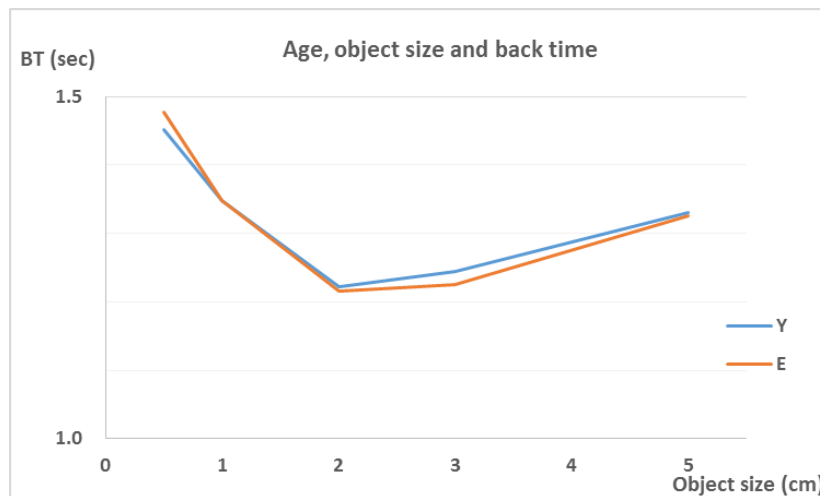


圖 4.2 年齡與物品尺寸對最大握徑之影響

在伸手取物期間最大速度(Max V)、達最大速度時間(Max V%)、最大加速度(Max A)、達最大加速度時間(MaxA%)均只受年齡因子影響( $p < .05$ ),整體而言,老年人比成年人有較高的最大速度(Max V)、最大加速度(Max A),此外,較早的時間達最大速度(Max V%);較晚的時間達最大加速度(MaxA%)。

在上肢關節角度之手腕屈伸(WFE)、手腕橈尺偏(WRU)與手肘屈伸(EFE)部分,手腕屈伸(WFE)同時受到年齡與物品尺寸影響( $p < .05$ ),但因子之間無交互作用,手腕橈尺偏(WRU)與手肘屈伸(EFE)受到年齡影響( $p < .05$ )。在手腕屈伸(WFE)角度部分,老年人比成年人有較多屈曲角度且隨著抓握物品越小屈曲角度越大。在手腕橈尺偏(WRU)老年人明顯有較大角度;但在手肘屈伸(EFE)角度則老年人較成年人小。

## 五、討論與結論

綜合以上結果，彙整結論如下：

1. 老年人相較於成年人在取物過程，出現較大的最大握徑(92.3mm)、較高的最大速度(78.9mm/s)、較早出現最大速度(42% of reaching time)、較高的加速度(461mm/s<sup>2</sup>)與較晚的最大加速度出現時間(20% of reaching time)。
2. 在關節角度部分，老年人取物過程在手腕的屈伸與橈尺偏角度比成年人大但是在手肘屈伸角度較成年人小。
3. 伸手取物時上肢動作不受環境照度影響，原因可能為本實驗設計目標物放置位置為固定位置，且伸取距離為受試者之主觀最舒適的伸取距離，在目標物位置與距離固定情況下，依賴環境照度提供視覺資訊的需求降低，僅需使用本體覺做姿勢調整與伸取抓握。
4. 物品尺寸對伸手過程最大握徑(Max grip)、伸手週期達最大握徑時間(Max grip%)；反應時間之取物返回時間(BT)與完整取物時間(CT)與手腕屈伸(WFE)角度都有顯著影響。當目標物越大最大握徑也越大、且最大握徑出現時間越晚；此外，當目標物越小所需的取物返回時間(BT)與完整取物時間(CT)越多，且需要更多的手腕屈曲(WFE)角度也越大。
5. 在年齡、環境照度與物品尺寸對伸手取物之影響部分，最大握徑(Max grip)與最大握徑時間(Max grip%)同時受到年齡與物品尺寸之影響；最大速度(Max V)、達最大速度時間(Max V%)、最大加速度(Max A)、達最大加速度時間(Max A%)均只受年齡因子影響；取物返回時間(BT)與完整取物時間(CT)，受到物品尺寸的影響，此外，手腕屈伸(WFE)、手腕橈尺偏(WRU)與手肘屈伸(EFE)部分，手腕屈伸(WFE)同時受到年齡與物品尺寸影響。

## 六、參考文獻

1. Bae SC. Investigation of hand posture during reach to grasp for ergonomic applications. P.h.D Thesis of Mechanical Engineering and Industrial and Operations Engineering 2011. University of Michigan.
2. Blake R, Rizzo M, McEvoy S. Aging and perception of visual form from temporal structure. *Psychology and Aging* 2008; 23:181–189
3. Carmeli E, Patish H, Coleman R. The aging hand. *Journal of Gerontology: Medical Science* 2003; 58(2): 146-52.
4. Castiello U, Bennett KM, Mucignat C. The reach to grasp movement of blind subjects. *Experimental Brain Research* 1993; 96:152–162.
5. Chieffi S, Gentilicci M. Coordination between the transport and the grasp components during prehension movements. *Experimental Brain Research* 1993; 94:471–477.
6. Churchill A, Hopkins B, Rönnqvist L, Vogt S. Vision of the hand and environmental context in human prehension. *Experimental Brain Research* 2000; 134:81-89.
7. Connolly JD, Goodale MA. The role of visual feedback of hand position in the control of manual prehension. *Experimental Brain Research* 1999; 125:281–286.
8. Gaunet F, Ittyerah M, Rossetti Y. Pointing at targets by children with congenital and transient blindness. *Experimental Brain Research* 2007; 178:167-179.
9. Geronimi M, Gorce P. Aging effect on movement of prehension with obstacle. *Journal of Biomechanics* 2007; 40:S2.
10. Good G.A. Life satisfaction and quality of life of older New Zealanders with and without impaired vision: a descriptive, comparative study. *European Journal of Ageing* 2008; 5:223–231.
11. Gorniak SL, Zatsiorsky VM, Latash ML. Manipulation of a fragile object by elderly individuals. *Experimental Brain Research* 2011; 212: 505–516.
12. Gosselin-Kessiby N., Kalaska JF., Messier J. Evidence for a proprioception-based rapid on-line error correction mechanism for hand orientation during reaching movements in blind subjects. *The Journal*

- of Neuroscience 2009; 29(11):3485–3496.
13. Jeannerod M. (1984). The timing of natural prehension movements. *J Motor Behav* 1984; 16:235–254.
  14. Jeannerod M. Visuomotor channels: their integration in goal-directed prehension. *Human Movement Science* 1999; 201-218.
  15. Jones LA, Lederman SJ. *Human hand function*. 2006. Oxford, New York.
  16. Owsley C. Aging and vision. *Vision Research* 2011; 51:1610–1622.
  17. Reimer AM., Cox RFA., Nijhuis-Van der Sanden MWG., Boonstra N. Improvement of fine motor skills in children with visual impairment: An explorative study. *Research in Developmental Disabilities* 2011; 32: 1924–1933.
  18. Schettino LF, Adamovich SV, Poizner H. Effects of object shape and visual feedback on hand configuration during grasping. *Experimental Brain Research* 2003; 151:158–166.
  19. Sinoo MM, van Hoof J, Kort HSM. Light conditions for older adults in the nursing home: Assessment of environmental illuminances and color temperature. *Building and Environment* 2011; 46:1917-1927.
  20. Smeets JB, Brenner E. A new view on grasping. *Motor Control* 1999; 3:237–271.
  21. Voorbij AI, Steenbekkers LP. The composition of a graph on the decline of total body strength with age based on pushing, pulling, twisting and gripping force. *Applied Ergonomics* 2001; 32:287–292.
  22. Wings SA, Weber DJ, Santello M. The role of vision on hand preshaping during reach to grasp. *Experimental Brain Research* 2003; 152:489-498.
  23. Wong VJ, Whishaw IQ. Precision grasps of children and young and old adults: individual differences in digit contact strategy, purchase pattern, and digit posture. *Behavioural Brain Research* 2004; 154:113–123.
  24. Zaal FTJM, Bootsma RJ. The dynamics of coordinated reaching and grasping: Scanning prehension properly. *Human Movement Science* 2000; 19: 869-96.
  25. 內政部 (民 97)。中華民國 95 年身心障礙者生活需求調查報告。臺北市：內政部統計處。
  26. 內政部統計處 (民 99)。身心障礙者人數統計月報。臺北市：內政部統計處。  
<http://www.moi.gov.tw/stat/index.aspx>。
  27. 李厚強，人工照明之照度與色溫對視覺感知影響與照明方式調查研究:以住宅客廳為例，2002 中原大學室內設計學系，碩士論文。

# 國科會補助專題研究計畫項下出席國際學術會議心得報告

日期：102 年 8 月 26 日

計畫編號	NSC 101-2221-E-040 -001 -		
計畫名稱	環境照度、物品尺寸與形狀對老年人與盲人執行伸手取物之影響(I)		
出國人員 姓名	邱敏綺	服務機構 及職稱	中山醫學大學 職能治療系 助理教授
會議時間	2013/07/21~ 2013/07/26	會議地點	Mirage Hotel, Las Vegas (Nevada, U.S.A)
會議名稱	第 15 屆 人機介面國際研討會 15 <sup>th</sup> International Conference on Human – Computer Interface (HCI 2013)		
發表論文題目	自行車把手與座椅高度對騎乘舒適度影響 The Relationship Between Handlebar and Saddle Heights on Cycling Comfort		

## 一、參加會議經過

人機介面研討會(HCI)堪稱是世界性的國際研討會，今年大會結合 12 項研究主題；計有來自 70 國家；5210 位世界學者與研究員共襄盛舉。台灣與會學者也很多，舉凡清華大學王茂駿教授、黃雪玲教授、台灣藝術大學林志隆教授、高雄師範大學唐硯漁教授、朝陽科技大學吳欣潔教授與中國醫藥大學洪維憲教授等等都相約赴會，場面壯觀熱鬧。旅途漫長，經費考量由首爾轉機進入拉斯維加斯，由於時差 16 個小時，於是當天(7/21)中午的飛機(13:25)抵達時亦為當天(7/21)下午。由於台灣參與學者亦多，委由旅行社安排大巴士於機場接送。到機場順利提取行李後，一行人領了行李搭上巴士前往下榻旅店(Harrah's Las Vegas Casino & Hotel)，該飯店一樓為大型的 Casino，為連鎖的中型飯店。抵達飯店簡單梳洗後，休息調整時差並準備明天的早起報到。研討會大會會場位於最熱鬧的拉斯加斯大街上的 The Mirage 飯店(該飯店新建於西元 2008 年)，會址位於市中心交通方便，由下榻旅店步行約 10-15 分鐘即抵達會場(如圖 1)。



圖 1 會場 Mirage Hotel

## 二、與會心得

此次會議，在 Las Vegas 的 The Mirage 飯店召開，是結合了第十屆工程心理與認知人因研討會(10<sup>th</sup> International Conference on Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics)、第七屆通用人機介面(7<sup>th</sup> International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction)、第五屆虛擬實境(5<sup>th</sup> International Conference on Virtual, Augmented and Mixed Reality)與第五屆國際跨文化設計(5<sup>th</sup> International Conference on Cross-Cultural Design)等等重要議題的國際研討會，此次會議共有 1666 篇論文發表；303 篇海報發表，對跨專業之間的整合是重要的會議。

我發表的時間為 7 月 24 日上午 10:30 到 12:30 的「Usability for product design and industrial application II」場次(如圖 2)，題目為「The Relationship Between Handlebar and Saddle Heights on Cycling Comfort」，當場次共有八篇論表分別來自於日本、美國與台灣的學者。會議發表的主題以人機介面與產品設計，過程中多位學著提出重要的問題與討論(如圖 3)。



圖 2 會場報告情況



圖 3 與會學者合影

### 三、心得與建議

此次 HCI2013 國際研討會呈現了豐富、卓越與先進的研究成果，讓我覺得十分地有收穫。在世界領先的研究中跨專業整合已是趨勢且將越來越普遍，同時結合、心理學、工程學、電機與醫學等各領域專業之整合，除了理論發展，在臨床與實務運用上是非常有具體貢獻且實務導向的，這讓我真正見識到各式專業的整合與對科技對人類生活上的真實應用。相對地在國內拮据的研究環境中，多數研究室並沒有研發設備與整合跨專業的能力，在研究預算也愈趨緊縮的情況下，在專業間整合的研究亦不普遍。藉由國際研討會之參與，拓展學者的視野與增進研究深度和廣度，對於學術發展來說十分的重要。除了鼓勵出國參加研討會，同時在國內舉辦更多跨專業整合議題之研究會議，讓國內更多領域更加整合，同時亦可瞭解到各個專業未來研究趨勢與最新研究方向。

此外，此次在拉斯維加斯之旅也讓我親眼看見沙漠中的奇蹟城市是如此的不可思議。從一百年前的荒蕪沙漠到一百年後繁華靡爛的人造城，述說著人類自以為能人定勝天的故事。這城是又被稱為罪惡之城 (sin city)，有著名的各式秀與超大的賭場，彷彿這城市就是全世界，有法國的愛菲爾鐵塔、紐約城市、火山爆發、埃及金字塔、義大利威尼斯人等等，每座酒店都有自己獨一無二的特色且各個都誇大無比，真是大開眼界。

### 四、攜回資料名稱及內容

研討會論文集：論文目錄集 1 本及論文光碟。

更新相關研討會訊息

相關軟體簡介及試用光碟。



# 國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2013/09/06

國科會補助計畫	計畫名稱: 環境照度、物品尺寸與形狀對老年人與盲人執行伸手取物之影響(I)
	計畫主持人: 邱敏綺
	計畫編號: 101-2221-E-040-001- 學門領域: 人因工程與工業設計
無研發成果推廣資料	

101 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：邱敏綺		計畫編號：101-2221-E-040-001-				計畫名稱：環境照度、物品尺寸與形狀對老年人與盲人執行伸手取物之影響(I)	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	1	1	100%		
		研討會論文	0	1	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (本國籍)	碩士生	1	1	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	1	1	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (外國籍)	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	暫無。
----------------------------------------------------------------------------------------	-----

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

# 國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表  未發表之文稿  撰寫中  無

專利： 已獲得  申請中  無

技轉： 已技轉  洽談中  無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究初步指出年齡對伸手取物作業之影響，結果可提供作為上肢動作訓練與日常生活功能訓練時，客觀的復健評估與目標設立之依據與參考。