

應用德爾菲層級程序法於 可攜式學童舒壓背靠之設計

駱信昌

銘傳大學商品設計學系

lohc@mail.mcu.edu.tw

摘 要

國小階段為學童成長發育的關鍵時期，學童採用不良的方式背負過重書包時，脊椎將長時間維持不正常的曲線，容易造成骨骼肌肉傷害甚至導致脊椎變形。透過適當保健器材的介入可以修正不良的書包背負姿勢以減輕脊椎壓力。保健器材的設計考量多方面設計要素，需利用多準則決策方法獲得客觀的產品設計與評價共識。本研究與醫療器材製造廠商合作，以可攜式學童舒壓背靠產品開發案為實例，探討應用德爾菲層級程序法於保健器材設計與評估模式的可行性。首先採用德爾菲法獲得不同領域專家具共識性舒壓背靠產品之設計要素；透過分析層級程序法建立三個構面以及九項準則，並計算準則之相對權重；再依此準則評選構想方案的優先順序，決定最適當的構想方案。研究結果顯示德爾菲層級程序法從新產品開發之初便由相關領域專家參與訂定新產品的設計要素，建立設計準則之層級架構，接著提出設計構想方案並完成敏感度分析，最終產出之產品原型明顯符合最初設定之新產品開發目標。本研究透過實例說明德爾菲層級程序法在新產品開發流程的可行性，此法簡單、客觀、邏輯架構清楚，且易於操作，可廣泛應用於不同類型的產品開發流程。

關鍵詞：德爾菲層級程序法、保健器材、學童、舒壓背靠

論文引用：駱信昌（2013）。應用德爾菲層級程序法於可攜式學童舒壓背靠之設計。《設計學報》，18（3），1-21。

一、前言

過去，行政單位與教改團體皆主張減輕課程負擔就能有效減輕書包重量。然而，政府開放教科書編製市場後，許多編寫精美的教科書為了美觀採用較厚重的銅版紙印刷，且為了容易閱讀而將字體放大，教科書的體積與重量自然隨之倍增，再加上教材開放及學習科目加，學童所需攜帶的課本及家庭作業更是呈現倍數成長（黃佳麟，2005）。書包過重導致肌肉骨骼疾病的問題，一直受到醫學界重視。研究顯示，罹患下背痛的年齡層已經降低至學齡時期的學童，而且有普遍化的趨勢（Troussier, Davoine, de Gaudemaris, Fauconnier, & Phelip, 1994; Whittfield, Legg, & Hedderley, 2001）。研究指出（Hunter, St Clair

Gibson, Lambert, & Noakes, 2002)，全球患有下背痛疾病的學童人數在 11.6%至 58.9%之間。Olsen et al. (1992) 研究報告顯示，在 1242 位 12 歲到 15 歲的學童中，有 22%的學童有下背痛的困擾。Salminen、Pentti 以及 Terho (1992) 研究指出，有 8%的學童曾罹患週期性的下背痛或是連續性的下背痛。Pascoe Pascoe, D. D.、Pascoe, D. E.、Wang、Shim 以及 Kim (1997) 的研究結果顯示因書包或背包所造成身體之警訊：肌肉疼痛佔 67.2%、背痛佔 50.8%、麻木佔 24.5%和肩痛佔 14.7%等症狀。Negri、Caraballona 以及 Sibilla (1999) 研究指出 34.8%的義大利學童一周負重超過他們體重的 30%，上述研究皆是學童背痛增加之證據。

黃佳麟 (2005) 曾指出，30%的男性學童以及 36.4%的女性學童，背重率超過教育部所建議的 12.5% 身體重量。張曉亭 (2003) 調查國小學童的書包重量，發現以六年級學童的書包最重，平均達 4.2 公斤，其中約 32%的學童書包超過教育部建議 12.5%的背重率。學者指出：在負重的情況下，身體會改變姿勢、調整重心位置以取得平衡；一旦重心產生偏移，身體必須額外因應背包的負荷做姿勢調整，且將會影響姿勢的穩定度 (Pascoe et al., 1997)。當長時間維持在不良姿勢時，脊椎長期維持在不正常的曲線下，持續過度的脊椎曲線易造成椎間孔變窄夾迫血管及神經，使相關肌群之肌力與柔軟度失衡使得軟組織變緊繃，引發頭痛及頸、背骨骼肌肉系統問題 (Carolyn & Colby, 2007)。國小學童正處於骨骼生長階段，此時骨骼的可塑性大，但肌肉承重力、耐力不足，若此階段有不良外力介入，如：背負書包方式不正確，如圖 1 所示。書包超重可能會影響脊椎的發展，更嚴重者將會造成脊椎傷害或肌肉、韌帶拉傷。這些肌肉骨骼不適的症狀隨著時間逐漸惡化可能會造成無法彌補的遺憾。若攜帶物品的重量無法減輕的情況下，改變背負書包方式或使用輔具協助改變背負姿勢是改善上述問題較為可行的方式。



圖 1. 不良的書包背負姿勢

Mackie、Legg、Beadle 以及 Hedderley (2003) 指出，外形是吸引消費者購買人因工程型的書包的最初因素，待實際使用接觸後才會開始重視書包的舒適度與適用性，選擇的標準也從「風格和樣式」轉變成「功能和合適性」。一般而言，新產品開發必需依使用者的需求擬定產品策略，再經由嚴謹的產品企劃過程，考量技術、設計、財務、行銷等不同構面的影響因子，提出實質產品設計方案 (胡佑宗, 1996)。因此，在開發可攜式學童舒壓背靠時不應該只著重於人因工程考量，而忽略產品的外觀造形。一個新產品的開發，常需依多項判斷準則決定最佳設計方案，然而傳統產品開發流程的決策模式往往是根據過去的經驗或依賴個人直覺的判斷，所獲資訊往往偏離原先設定之企劃目標，缺乏理性評估流程可能導致做出錯誤或不符合使用者需求的決策。已有許多研究指出多準則決策 (Multi-criteria Decision Making, MCDM) 方法在新產品開發流程中的重要性，其中包含了許多複雜的考慮因素，如企業目標、投資成本

風險及預期獲利所得等(衛萬里、張文智, 2005)。在 MCDM 方法中, 德爾菲層級程序法(Delphi Hierarchy Process, DHP) 結合德爾菲法(Delphi) 與分析層級程序法(Analytical Hierarchy Process, AHP) 之優點, 可在群體溝通過程中, 讓每位專家充分表達意見, 以求得主題意見的共識(Dalkey & Helmer, 1963); 並由系統化的層級架構按部就班分析問題, 避免顧此失彼, 確保決策考量的全面性, 可提高決策的品質和一致性(Saaty, 1980)。DHP 法雖然已廣泛應用在工業設計、企業方案的評估, 但著重於提出設計指標之研究(杜瑞澤、陳苑菁, 2006; 林奕璋、駱信昌、衛萬里, 2012; 陳文亮、陳姿樺, 2007), 僅有少數研究完整描述由訂定評估準則至評選出最佳方案之過程(張建成、吳俊杰, 2004; 衛萬里、張文智, 2005)。本保健器材—可攜式學童舒壓背靠的開發除了需符合使用者的需求外, 尚需考量多方面的設計要素, 如市場需求、具備功能、設計形式、製造流程等, 因此必需徵詢不同領域專家意見, 藉由多準則決策獲得客觀的產品設計與評價共識, 並以系統性的分析流程選擇最佳構想方案, 期能貼近使用者需求, 以降低產品上市後的風險。因此本研究之目的為以可攜式學童舒壓背靠開發設計案為實例, 結合工業設計與醫學工程的專業, 以符合人因工程原則的目標進行開發, 探討應用 DHP 法於保健器材設計與評估模式的可行性。

二、文獻探討

2-1 負重與軀幹姿勢關係之研究

Negrini et al. (1999) 在義大利的研究指出學童的書包平均重量為 9.3 公斤佔身體重量的 22%, 同時發現有 34.8% 的學童每週至少一次會背著 30% 以上身體重量的書包到學校。Whittfield et al. (2001) 在紐西蘭的研究指出, 有 70 % 的學生使用雙肩後背法, 11% 為單肩側背法, 16% 學生為單肩與雙肩交互使用, 他們每天平均背重時間超過 1 小時。Whittfield et al. (2001) 再對 13 與 17 歲的學生進行調查, 發現平均背負重量各為 7.0 與 6.3 公斤, 佔身體重量 13.2% 與 10.3%。多數學生反應上半身肩膀與頸部的肌肉骨骼不適, 平均分別為 72.9%、57.9% 與 44.3%, 而 77.1% 的學生認為肌肉骨骼不適的徵狀可能來自於過重的書包。在台灣, 超過 30% 的學童背重率超過教育部所建議的 12.5% 身體重量(黃佳麟, 2005)。張曉亭(2003) 則發現六年級學童書包最重, 平均值達 4.2 公斤, 背重率為 10.2%, 其中 32% 的學童書包超過教育部建議的 12.5% 背重率。Chansirinukor、Wilson、Grimmer 以及 Dansie (1996) 研究顯示學生背重率達到 15% 時, 為了維持直立之姿勢, 則出現頭部前傾之情形, 造成力量分佈不均, 下背部受力過大, 長期下來造成下背痛之症狀。Hong 和 Brueggemann (2000) 發現同樣的步行條件下, 背重率為 15% 與 20% 時, 軀幹前傾的角度顯著增加且血壓值回復的時間顯著增長。Hong 和 Cheung (2003) 以 9 到 10 歲的學童負重步行約 2 公里, 結果顯示背重率與步行距離對軀幹前傾角度皆有顯著影響, 背重率 20% 時, 軀幹姿勢傾斜度增加並達顯著差異。Li 和 Hong (2004) 對 6 及 12 歲的男性學童進行負重於跑步機步行 20 分鐘的實驗, 結果發現負重率 15% 時, 軀幹傾斜角度顯著增加; 在相同的背重率時, 12 歲組軀幹傾斜角度顯著大於 6 歲組。由上述研究可知超額負重對學童生理發展造成相當重的負擔。一般而言, 正常無負重或無超額負重時, 人體脊柱由側面觀看呈現為自然的 S 形曲線, 頸椎、腰椎有正常自然向前凸出曲線(lordosis)、胸椎、薦椎則略微向後凸出(kyphosis), 此時重力線通過脊柱並維持兩側在平衡狀態(Hong & Brueggemann, 2000)。當脊椎姿勢改變, 連帶身體各肢段重心位置改變, 如背負過重的書包時為了維持身體平衡與穩定, 身體各肢段或脊柱的相對位置重新排列, 造成脊椎曲線的變化, 結果產生不良姿勢。

2-2 德爾菲層級程序法之應用

德爾菲層級程序法 (Delphi Hierarchy Process, DHP) 主要包含 Delphi 法與 AHP 法, Delphi 法的特色是結構性的團體溝通過程, 過程中允許每位成員就某議題充分表達意見, 以系統化程序獲取專家共識, 尋求對特定主題的一致性之意見 (Linstone & Turoff, 1975)。而 AHP 法的特色即是藉由評估屬性之間成對比較建構成對比較矩陣, 反應決策者的主觀偏好, 再利用特徵向量計算各準則間之權重 (Saaty, 1980)。許多研究結合 Delphi 與 AHP 法進行產品開發策略或建立設計指標建構之研究 (Liu, Jheng, & Wang, 2011; 王振琄、林銘泉、陳子昌, 2005; 杜瑞澤、陳苑菁, 2006; 張建成、吳俊杰, 2004; 陳文亮、陳姿樺, 2007; 衛萬里、張文智, 2005)。張建成、吳俊杰 (2004) 曾以行動電話設計為例, 進行新產品造形設計方案的評估。以 Delphi 調查獲得行動電話評估準則, 並以 AHP 法修正每位專家意見的不一致性, 針對使用者對產品風格意象的偏好發展一系列新產品構想方案。結果顯示此模式可降低新產品開發前期的風險, 並可達到周延的效益性。衛萬里、張文智 (2005) 藉由模糊德爾菲法 (Fuzzy Delphi Method) 以可攜式多媒體電子消費性產品為例, 以問卷調查方式徵詢不同領域專家意見, 經量化分析及篩選程序獲得具關鍵性的影響因子, 作為選擇產品設計方案的評估準則。再以分析網路程序法選出最佳的產品設計方案。杜瑞澤、陳苑菁 (2006) 以消費性電子產品為例, 請企業研發部經理、工程師及行銷部經理為專家進行問卷調查評估產品綠色設計重要因子, 使用 AHP 做為分析工具, 將綠色設計的因素重組且重新考量, 最後建立產品開發策略所需之綠色設計要素與準則。陳文亮、陳姿樺 (2007) 以從事紡織業的設計主管、成衣設計師及服裝相關系所具實務經驗之學者進行深度訪談, 採用 Delphi 法專家問卷, 篩選出在專業考量上具有高度共識的評估準則, 再應用 AHP 進行專業評估。最後取得具優勢的各項評估準則之相對權值。Liu et al. (2011) 應用品質機能展開法 (Quality Function Deployment, QFD) 與 AHP 法於數位單眼相機產品設計之研究, 其以消費者問卷探討消費者之顧客需求, 並諮詢相關領域學者以及台灣、日本品牌代理商之高階主管、銷售人員、專業攝影師等專家之建議, 分析篩選數位單眼相機產品關鍵設計品質要素建立層級架構與設計專家問卷, 確認數位單眼相機產品設計關鍵成功要素。

2-3 現有舒壓背靠產品分析

市面上雖有醫療專用護腰帶、辦公座椅專用之脊椎靠背等, 但尚未見到專為避免學童背負書包時引發不良脊椎曲線而設計之產品。因此本研究無法針對「學童背靠」設計問題加以分析, 僅能由較為相關的人因工程型書包或椅背靠墊專利進行分析。在維持人體自然曲線方面, 目前雙肩式背包主要是利用肩帶及背靠。若使用得當, 可使背包負重從肩部平均的分散至背部各處, 以減輕脊椎壓力, 如圖 2 所示。其中背靠是維持腰椎前凸的關鍵因素。在現有背靠技術方面, 主要有分為: (1) 機構式背靠: 機構式背靠能給予背部良好的支撐強度, 然而現有技術無法隨著使用者體形的不同來調整至腰椎正確舒壓位置, 現有產品如圖 3 所示, 專利如圖 4-5 所示; (2) 充氣式背靠: 充氣式背墊能給予背部一定的支撐強度, 重量輕、體積小且攜帶方便, 但無法隨著使用者體形調整, 現有產品如圖 6 所示, 專利如圖 7-8 所示; (3) 泡棉式背靠: 泡棉式背墊重量輕、體積小且攜帶方便, 但無法隨著使用者體形調整, 背部無法得到適當的支撐, 會造成腰椎承受較大的彎曲力矩, 現有產品如圖 9 所示, 專利則如圖 10-11 所示。

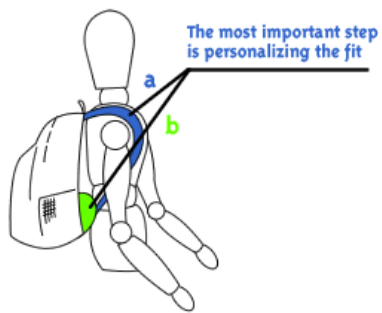


圖 2. 目前雙肩式書包之(a)肩帶及(b)背靠
(<http://www.chiro.org>)



圖 3. 機械式背靠
(<http://chernshing.mit101.com>)

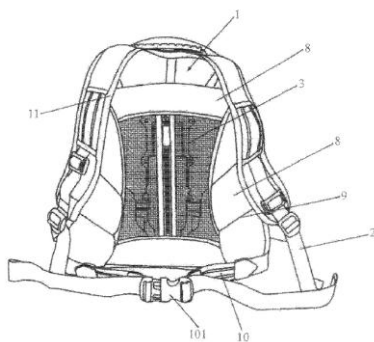


圖 4. 背包 (余有文, 2008)

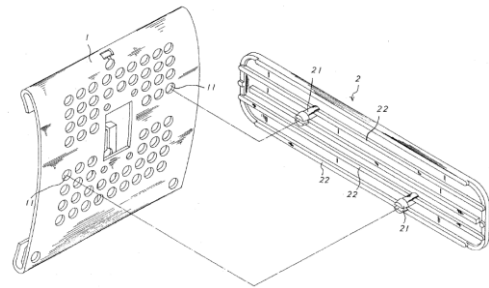


圖 5. 椅背靠墊之結構改良 (蕭景隆, 2004)



圖 6. 充氣式背靠圖 (<http://www.isokineticsinc.com>)

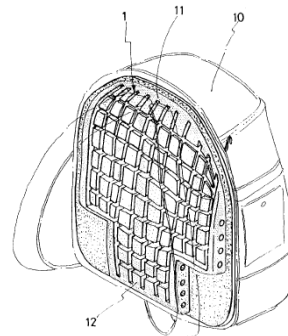


圖 7. 3D 立體氣流式背包墊 (楊甫元, 2007)

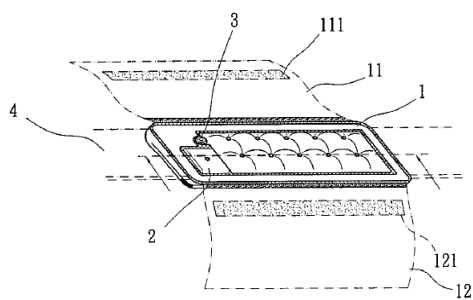


圖 8. 充氣式護墊結構圖 (張啓源, 2005)



圖 9. 泡棉式背靠 (<http://www.calumetphoto.com>)

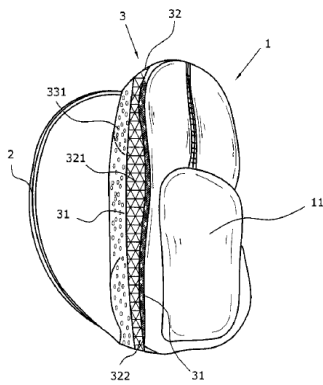


圖 10. 背包之墊體結構改良 (Shiu, 2006)

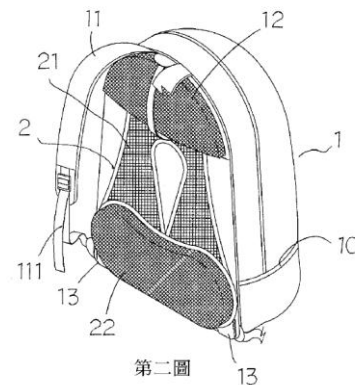


圖 11. 旅行背包 (何國平, 2010)

三、研究方法

本研究首先針對生物力學及保健器材相關文獻進行探討，了解超額負重導致不良肌肉骨骼傷害的因素。接著藉由專家的經驗與知識，以 Delphi 法以系統化程序處理專家意見。透過數回合循環回饋式問答，降低專家間意見差異性，並決定可攜式學童舒壓背靠設計要素。接著以 AHP 法將設計要素轉化為層級系統，以成對比較獲得舒壓背靠設計準則之優先順序。設計人員依此發展設計構想，再將設計準則轉換為評估準則，針對舒壓背靠可行性方案進行敏感度分析選出最終構想方案，最後進行細部設計與原型製作。

3-1 研究個案介紹

K 公司創立於 1979 年，為專業生產醫療器材之骨科護具類產品之專業廠商，主要產品有骨科保健類護具計有護膝、護腕、護肘、護腰帶、還有輔助支撐護具、復健類護具...等多樣產品；客戶遍及歐洲、美洲、中東、大洋洲等地。K 公司所有的產品皆符合 CE 及 FDA 生產規格，於 2004 年通過 ISO9001/2000、CNS1268，2010 年通過 ISO13485 之認證工廠為臺灣認證核可之醫療器材製造廠。

3-2 以 Delphi 法定義設計要素

本研究完成生物力學及保健器材相關文獻探討後，採用 Delphi 法以三回合方式收集專家意見，定義學童專用可攜式舒壓背靠設計要素。(1) 第一回合以半結構式訪談 (semi-structured interviewing) 方式，邀請專家進行深度訪談以獲得相關設計意見；(2) 第二回合將專家之設計意見進行整理分析後，建構設計要素問卷調查，並邀請專家填寫問卷；(3) 第三回合則將以上問卷調查之結果，修正設計要素。本研究選取包含二位 K 公司資深產品設計師、三位國小學童家長、一位人因工程專家及一位醫學工程專家等共七位專家。第一回合調查主要請專家們針對本研究文獻探討結果提出理想的可攜式學童舒壓背靠應達到的設計目標，如表 1 所示。

表 1. 第一回合專家訪談內容摘要表

	年資	工作內容	內容整理
專家A	20	資深產品設計師	鮮艷的色彩與流行的造形能讓學童更想使用。
專家D	4	國小學童母親	背靠的舒適性很重要，要耐用，不能太貴。
專家F	10	人因工程專家	背靠的操作流程要符合使用者心智模型，不方便的操作程序會讓使用者放棄使用好的產品。
專家G	20	醫學工程專家	應注意其生物力學各項參數的表現。

透過第一回合與第二回合的問卷調查共計歸納出十項設計要素，如表 2(a)，編號 1~10 所示。接著專家判斷這些要素是否適用於可攜式學童舒壓背靠的設計，判斷的依據是以超過三分之二的人數（多於五人）同意為門檻值，結果有九項設計要素獲得專家的認可，如表 2(b)。第三回合則請專家針對設計要素進行修正，其中 2 色彩活潑修正為色彩豐富；4 及 7 整合成為外層柔軟舒適；將 9 可長期使用修正為耐用；10 安心攜帶修正為方便攜帶；並加入新要素：11 價格，如表 2(c)所示，最後共獲得九項設計要素。

表 2. 歸納可攜式學童舒壓背靠設計要素

編號	(a)第一回合 訂定設計要素	(b)第二回合 通過設計要素	同意人數	(c)第三回合 修正後設計要素	備註
1	樣式美觀	樣式美觀	6	樣式美觀	
2	色彩活潑	色彩活潑	5	色彩豐富	修正
3	輕巧	輕巧	5	輕巧	
4	舒適	舒適	7		與編號7整合
5	可拆卸	可拆卸	5	可調整	修正
6	寬度可調整		2		
7	外層柔軟舒適	外層柔軟舒適	7	外層柔軟舒適	
8	容易使用	容易使用	6	容易使用	
9	可長期使用	可長期使用	6	耐用	修正
10	安心攜帶	安心攜帶	6	方便攜帶	修正
11				價格	新增

3-3 建立設計準則層級架構

經由上述 Delphi 法所獲得的成果，建構可攜式學童舒壓背靠設計要素層級架構，如圖 12 所示。在層級指標架構中，第一層為目標層（goal level），為舒壓背靠設計之最終目標；第二層為構面層（objective level），分成三個構面，包括：使用方式、外觀設計、材料機構；第三層為各構面下之分項設計準則（criteria level）包含：容易使用、方便攜帶、耐用、可調整；樣式美觀、色彩豐富；輕巧、價格、外層柔軟舒適等。第四層為方案層（alternation level），包含接下來設計人員所提出的數個設計構想方案。

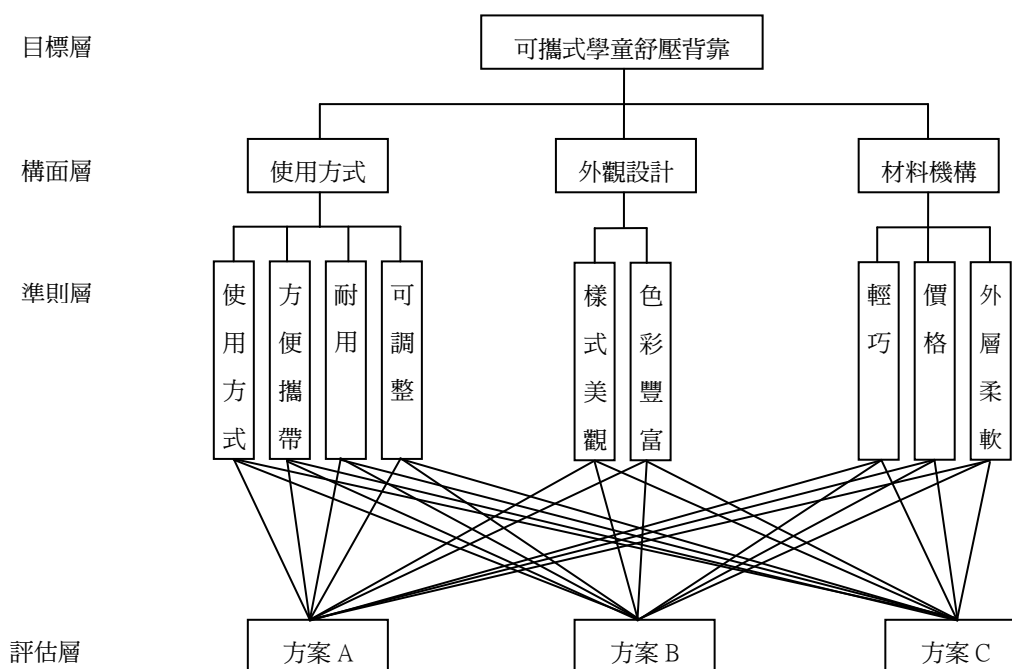


圖 12. 可攜式舒壓背靠設計準則之層級架構

設計構想發展時，必需針對各項設計準則考量的因素說明如表 3 所示：

表 3. 設計準則考量的因素

設計準則	說明
容易使用	主要的使用方式考量因素為：使用者是否容易操作各項介面，以調整背靠的位置及曲度。
方便攜帶	主要攜帶、收納方式考量因素為：設計方案的外形是否方正，不需使用時是否容易拆卸、收納。
耐用	在耐用性方面主要的考量因素為：材料的適用性，及機構是否過於複雜，重覆使用時是否容易發生故障。
可調整	在可調整性方面主要的考量因素為：背靠可隨使用者軀幹長度調整至腰椎位置，以及背靠曲度可供調整。
樣式美觀	在外觀設計主要的考量因素為：外觀形狀特徵、材質特色、表面處理方式。
色彩豐富	色彩搭配主要的考量因素為：配色是否豐富、是否吸引國小學童的注意。
輕巧	背靠重量主要的考量因素為：使用材質的厚度、零件數目、金屬零件的多寡等。
價格	在成本方面主要的考量因素為：製造時所需花費的生產成本、組裝成本等。過高的成本（價格）將導致學童家長不願購買。
外層柔軟舒適	在舒適度方面主要的考量因素為：背靠表面所使用的材質與表面處理方式。

3-4 建立設計準則成對比較矩陣

接著，請專家針對準則層內之各設計準則進行成對比較以取得各準則之相對權重。比較方式採用 9 點量表，9 代表絕對重要，1 代表同等重要，數字愈大表示重要性越高。依此類推完成本階段調查。本研究為群體決策，因此利用幾何平均整合專家決策偏好（陳文亮、陳姿樺，2007；楊東鎮、蔡文甲，2004）。

3-5 建立組內標準化矩陣並計算一致性比率

各設計準則相關權重的計算方式為將成對比較矩陣標準化，以取得一個新的標準化矩陣 $A'=[a'_{ij}]$ ，如公式（1）。然後再計算標準化矩陣中各準則之相關權重 $W=[W_k]$ ，如公式（2）。

$$a'_{ij} = a_{ij} / \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (1)$$

$$W_k = \frac{\sum_{j=1}^n a'_{ij}}{n} \quad (2)$$

為了確認決策者所給予準則間重要性的一致程度是在有效的範圍內，採用一致性比率（consistency ratio, CR）衡量整體評斷的一致性。CR 的計算方式如公式（3）（Al-Harbi, 2001）；其中 CI 為一致性指標（consistency index, CI）計算方式如公式（4）， λ_{max} 為矩陣 A' 之最大固有值，計算方式如公式（5）；RI 為對應之隨機一致性指標（random index, RI），如表 4。一般只要 CR 值小於 0.1，表示邏輯上並無違反遞移律（transitive law）整體重要性評斷即可被接受。

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (4)$$

$$\lambda_{max} = \frac{a'_{ij}}{W_k} \quad (5)$$

表 4. 隨機一致性指標（RI）表

矩陣大小	1	2	3	4	5	6	7	8
隨機一致性指標	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41

本研究利用一致性比率（CR）衡量比較矩陣整體的一致性（以 <0.1 為原則）。此階段透過幾何平均數整合每位專家之評價值，以求取各準則之相對權重。結果如表 5~8 所示。各構面之相對權重為使用方式（0.440），外觀設計（0.259），材料機構（0.301），一致性比率為 0.02（<0.1）。使用方式構面四個準則之相對權重分別為容易使用（0.268），方便攜帶（0.215），耐用（0.124），可調整（0.393）；一致性比率為 0.06（<0.1）。外觀設計構面三個準則之相對權重分別為樣式美觀（0.539），色彩豐富（0.461）；一致性比率為 0.00（<0.1）。材料機構構面三個準則之相對權重分別為輕巧（0.522），價格（0.180），外層柔軟舒適（0.298）；一致性比率為 0.02（<0.1）。

表 5. 設計目標下各構面之組內標準化矩陣及相對權重

	使用方式	外觀設計	材料機構	相對權重
使用方式	1	1.974	1.026	0.440
外觀設計		1	0.994	0.259
材料機構			1	0.301

表 6. 使用方式構面下各準則之組內標準化矩陣及相對權重

	容易使用	方便攜帶	耐用	可調整	相對權重
容易使用	1	1.669	2.416	0.476	0.268
方便攜帶		1	2.560	0.505	0.215
耐用			1	0.484	0.124
可調整				1	0.393

表 7. 外觀設計構面下各準則之組內標準化矩陣及相對權重

	樣式美觀	色彩豐富	相對權重
樣式美觀	1	1.170	0.539
色彩豐富		1	0.461

表 8. 材料機構構面下各準則之組內標準化矩陣及相對權重

	輕巧	價格	外層柔軟舒適	相對權重
輕巧	1	2.560	1.982	0.522
價格		1	0.535	0.180
外層柔軟舒適			1	0.298

由表 9 可知設計構面權重依序為：使用方式(0.440)最高，材料機構(0.301)次之，外觀設計為(0.259)；準則組間權重依序為：可調整(0.173)、輕巧(0.157)、樣式美觀(0.140)、色彩豐富(0.119)、容易使用(0.118)、方便攜帶(0.095)、外層柔軟舒適(0.090)、耐用(0.055)、價格(0.054)。因此可攜式學童舒壓背靠的開發應重視機構設計的構面，包含可隨身形調整高度的背靠、是否好操作、置於書包上是否好拆卸等要點。

表 9. 設計準則之整體相對權重

構面	構面組內權重	準則	準則組內權重	準則組間權重
使用方式	0.440	容易使用	0.268	0.118
		方便攜帶	0.215	0.095
		耐用	0.124	0.055
		可調整	0.393	0.173
外觀設計	0.259	樣式美觀	0.539	0.140
		色彩豐富	0.461	0.119
材料機構	0.301	輕巧	0.522	0.157
		價格	0.180	0.054
		外層柔軟舒適	0.298	0.090

3-7 可攜式學童舒壓背靠設計構想方案

K 公司設計單位將維持正確姿勢與保護脊椎定為基本設計條件，設計人員依其專業領域，如材料特性、生產流程、製造成本等，配合上述三大設計構面及九項設計準則提出三款新型舒壓背靠構想方案，各方案與設計說明如圖 13-15 所示。

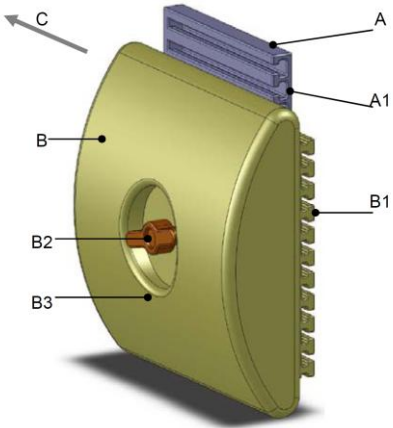
方案 A	設計說明
	• 本案分為 A、B 兩大部份，其中 A 為書包連接模組，B 為背靠模組。 • 其中 A 的單側設有滑槽 A1；B 設有與 A1 的設計相同，且可接合之滑軌 B1，及曲度調整鈕 B2。 • 當 A 固定於書包時，使用者可依個人需求依箭頭 C 方向，將 B 之 B1 插入 A 之 A1，將 B 調整至適合使用者腰椎高度的位置。 • 另外，使用者可旋轉 B2，以傳動 B 內部之機構，使背靠表面 B3 的曲度產生變化，以符合不同使用者的腰椎曲線。

圖 13. 設計構想方案 A

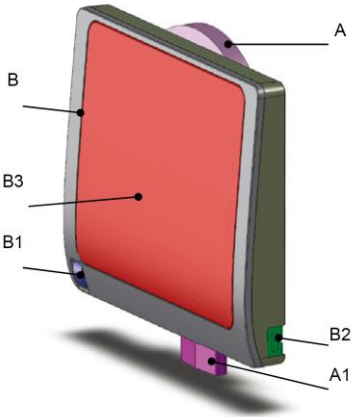
方案 B	設計說明
	• 本案分為 A、B 兩大部份，其中 A 為書包連接模組，B 為背靠模組。 • 其中 A 的內側設有高度調整機構及高度調整鈕 A1；B 設有曲面曲度調整鈕 B1 及曲面回復鈕 B2。 • 當 A 固定於書包上，使用者可依個人需求，旋轉 A1，使 B 沿垂直方向上下移動至適合使用者腰椎高度的位置。 • 另外，使用者可撥轉 B1，以傳動 B 內部之機構，使背靠表面 B3 的曲度產生變化，以符合不同使用者的腰椎曲線，按下 B2 時便可直接回復起始曲度。

圖 14. 設計構想方案 B

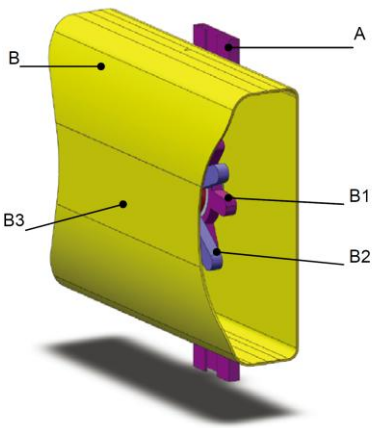
方案 C	設計說明
	• 本案分為 A、B 兩大部份，其中 A 為書包連接模組，B 為背靠模組。 • 其中 A 為一內凹滑軌；B 設有高度調整撥鈕 B1 及曲面曲度調整 B2。 • 當 A 固定於書包上，使用者可依個人需求，上下移動 B 至適合使用者腰椎高度的位置，再使用 B1 將 B 鎖緊在 A 上。 • 另外，使用者可撥轉 B2，以傳動 B 內部之機構，使背靠表面 B3 的曲度產生變化，以符合不同使用者的腰椎曲線。

圖 15. 設計構想方案 C

3-6 可攜式學童舒壓背靠敏感度分析

本階段計算各層級因素間的相對權重，再加總每個構想方案的整體權重值(W_i)，以求得決策者對各方案的重要性排序。整體權重值的計算為層級架構中從目標至選擇方案的權重值相乘並加總所有與選擇方案相連路徑的權重值，求得決策者對各可行性方案的重要性排序。如公式(6)(Handfield, Walton, Sroufe, & Melnyk, 2002)：

$$W_i = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^{K_j} P_j A_{kj} S_{ikj} \quad (6)$$

其中， P_j 為主要構面層的相關權重， A_{kj} 為主要構面層 j 下之準則層內之準則 k 的相關權重， S_{ikj} 為評估層內方案 i 在主要評估層 j 中之準則 k 之表現評估值， K_j 為評估準則的指標， J 為主要評估層的指標。最後依據構想方案的整體權重值決定最佳的決策方案。本階段將三款新型可攜式舒壓背靠構想方案加入評估層（請參考圖12），並將設計準則轉換為敏感度分析之評估準則，請同一群專家依各項準則給予三個構想方案評價分數，並依公式(6)計算整體權重值。評估標準如下：

- (1) 容易使用：針對各構想方案的使用方式進行評估。
- (2) 方便攜帶：針對各構想方案的外形及攜帶性進行評估。
- (3) 耐用：針對各構想方案所使用的材料及操作機構進行評估。
- (4) 可調整：針對各構想方案是否可依個人身形調整進行評估。
- (5) 樣式美觀：針對各構想方案就影響產品外觀美感進行評估。
- (6) 色彩豐富：針對各構想方案就影響產品外觀色彩進行評估。
- (7) 輕巧：針對各構想方案的重量進行評估。
- (8) 價格：針對各構想方案的製造成本進行評估。
- (9) 外層柔軟舒適：針對各構想方案之背負舒適度進行評估。

各準則分數與加權結果如表10，結果顯示，構想方案B之總分(85.93)高於構想方案A(82.69)及構想方案C(81.20)，因此，以構想方案B為最終構想方案。

表 10. 各設計方案之敏感度分析

構面	準則	權重	方案A		方案B		方案C	
			原始分數	加權分數	原始分數	加權分數	原始分數	加權分數
使用方式	容易使用	0.118	84.7	9.99	88.9	10.49	81.1	9.57
	方便攜帶	0.095	81.3	7.72	88.0	8.36	85.0	8.08
	耐用	0.055	77.6	4.27	85.7	4.71	77.4	4.26
	可調整	0.173	82.1	14.21	86.1	14.90	79.1	13.69
外觀設計	樣式美觀	0.140	85.0	11.90	86.9	12.16	85.1	11.92
	色彩豐富	0.119	82.3	9.79	85.4	10.17	78.3	9.32
材料機構	輕巧	0.157	85.3	13.39	84.1	13.21	80.1	12.58
	價格	0.054	77.9	4.20	72.9	3.94	81.0	4.37
	外層柔軟舒適	0.090	80.1	7.21	88.9	8.00	82.6	7.43
總分				82.69	85.93		81.20	

3-7 可攜式學童舒壓背靠原型製作

本研究依據最終構想方案進行細部設計，設計特點為：可因應使用者身形不同，調整腰部弧度與腰椎位置，產品細部設計如圖 16 所示。

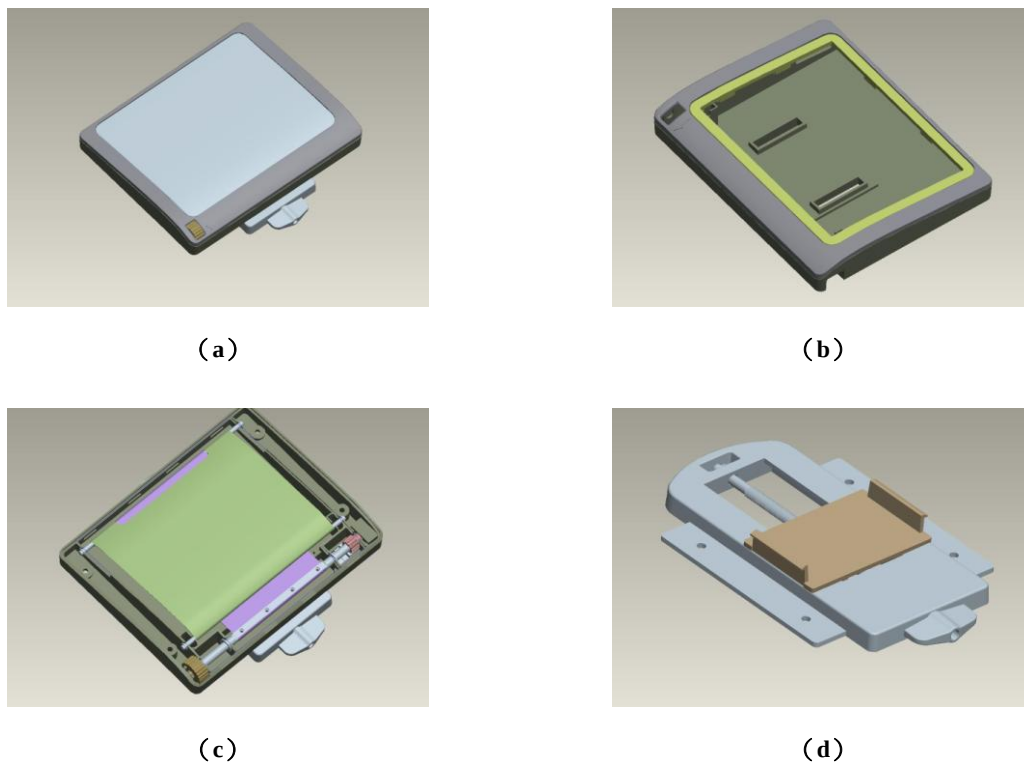


圖 16. (a) 整體產品外觀設計圖；(b) 移除機構件後之背靠模組；
(c) 背靠模組設計設計圖；(d) 書包連接模組設計圖

產品功能原型如下：



圖 17. 可攜式學童舒壓背靠之零配件



圖 18. 可攜式學童舒壓背靠成品



圖 19. 可攜式學童舒壓背靠曲度調整

四、討論

K 公司成立至今已超過 30 年，研發設計團隊可依市場需求設計符合人體使用的產品。公司過去所採用的設計方法過於直覺簡單，公司主管依市場經驗及個人主觀意識便決定可行的設計方案，這也是台灣多數中小企業的設計決策模式。然而在 K 公司面臨業務轉型之際，積極推出創新產品，透過本研究的協助希望提出國小學童因背負過書重導致姿勢不良的解決方案。本研究考量 K 公司現有資源及核心技術，應用 DHP 法協助 K 公司進行可攜式學童舒壓背靠的開發，一方面以 Delphi 法擷取不同領域專家意見，包括 K 公司總經理與資深產品設計師；一方面以 AHP 法建構設計要素層級架構，透過準則間兩兩比較判斷，確認各項設計準則的相對重要性權重，並依此準則評估構想方案的優先順序，決定最適當的設計構想方案。公司內部討論後認為應用 DHP 法於保健器材開發的成果符合新產品開發時所訂定的目標。

Delphi 法建立在「結構化的資訊流通」、「匿名化的群體決定」和「專家判斷」的基礎上，因此在從事新產品開發過程中，可以在資料不足或情況未知下，請專家提供其專業知能、經驗及意見以凝聚設計共識。本研究採用 Delphi 法獲得不同領域專家對可攜式學童舒壓背靠之設計共識，並獲得相關的九項

設計要素，分別為：容易使用、方便攜帶、耐用、可調整、樣式美觀、色彩豐富、輕巧、價格、外層柔軟舒適等。相關研究指出，雖然類似產品（人因工程型書包）之主要訴求在於減輕學生的生理負擔，但造形、顏色、風格樣式、價格和耐久性等因素，都是消費者購買書包時的考慮要素，吸引消費者購買的最初因素仍以產品外形為主，待實際接觸使用後才會開始重視書包的舒適度與適用性，選擇的標準也從「風格和樣式」轉變成「功能和合適性」（Mackie et al., 2003）。本研究在新產品開發之初便召集相關之跨領域專家，除了國小學童家長外，還有醫療器材產品設計師、人因工程專家及醫學工程專家，透過由反覆寄發問卷、問卷回收及意見整理等工作，彙整包含目標消費者、設計人員及人因工程專家等三個群體對設計要素最確實且一致的意見與看法，其中除了樣式美觀、色彩豐富等最初吸引消費者購買的外形要素外，使用 Delphi 法增加了消費者必需實際使用接觸產品後才會開始重視的功能要素，如可調整、外層柔軟舒適、容易使用、耐用、方便攜帶等因素。由此可知應用 Delphi 法在新產品開發初期階段的重要性，此法除了可提升訂定設計要素時的完整性之外，更可避免設計人員在進行構想發展時僅著重於由消費者所提出之外觀設計構面，而忽略相對權重較高之使用方式與材料機構構面的情形。

AHP 法可以將不確定與主觀性的資料，以具邏輯性的方式分析並快速做出決策，同時藉由層級結構的建立，使決策者能更了解評選準則之間的相對關係（Nydick & Hill, 1992）。成對比較的步驟，可以將評選者複雜的感覺量化，使準則權重更容易求得（Narasimhan, Neslin, & Sen, 1996）。保健器材類產品的設計需考量多重的面向，如保健功能、設計型式、製造流程、生產成本等。本研究採用 AHP 法將九項設計要素建立簡單明確的層級結構關係，包含使用方式、外觀設計、材料機構等三個構面及其附屬準則，請參考圖 12，可清楚了解各準則之間的對應關係以及目標—構面—準則之間的從屬關係，接著透過專家之主、客觀意見針對評估準則進行成對比較以建構成對比較矩陣，運用特徵向量的計算確認各設計準則間之間的權重。成對比較法可以讓決策者有評比的依據，藉著一致性的檢驗可提高模式和決策的效度（簡禎富，2005）。過去研究在確定各項要素的相對權重後，便交由設計人員進行產品設計或直接進行敏感度分析。在本研究產品開發過程中，以 Delphi 法獲得不同領域專家對開發可攜式學童舒壓背靠時的專業共識，並請同一群專家以 AHP 法獲取設計準則之相對權重，再將設計準則轉換成為評估準則，再請同一群專家以簡單加權法進行敏感度分析。專家群從一開始便參與本產品的開發，對產品的設計目標相當清楚，在敏感度分析階段由三個構想方案中所評選出之最適方案（方案 B）具有相當的可信度。

由本研究成果可知 DHP 法簡單、客觀、可靠且易於操作，可廣泛應用於不同類型的產品設計方案上。DHP 法在獲得設計要素與決定設計要素相對權重方面較傳統產品開發流程更合乎邏輯且更為周全。惟本研究未比較使用 DHP 法與傳統產品開發流程方法於實務產品設計時進行評價決策之差異，為本文不足之處。在運用此法時必需注意以下幾點：建立產品設計要素必須請專家依重要性進行評分。因此，研究者詞彙轉換時，遣詞用字是否能直接、清楚地表達意思，讓專家評估時充份了解其意義是能否篩選出適當設計要素的關鍵。另外，評選過程依賴專家學者專業上的主觀認知，專家群的意見直接影響產品設計，因此多樣化的專家資訊來源有助於新產品開發流程中平衡各專業意見，不致對某專業領域過於偏頗。而使用 AHP 法時，必需謹慎注意不能違反此理論的假設，其中以層級要素彼此需具獨立性最容易被忽略，若準則間或方案間存在著相互依存特性的問題時可改採用分析網路程序法（Analytic Network Process, ANP）或理想解類似度順序偏好法（technique for order preference by similarity to the ideal solution, TOPSIS）為多準則決策方法。最後，設計人員的參與也關係著運用 DHP 法的成果，本研究將產品設計階段整合於 DHP 法之中，設計人員全程參與可攜式學童舒壓背靠的開發，因此清楚了解設計目標，並可依公司製造生產能力提出設計構想，不致出現偏離公司目標或不符合生產效益之提案。

五、結論

本研究確認結合 Delphi 法與 AHP 法應用於保健器材開發的可行性，並以 K 公司之可攜式學童舒壓背靠產品開發個案進行實例驗證，研究成果如下：

1. 本研究透過不同領域專家對可攜式學童舒壓背靠設計要素提出一致性的共識，接著建立層級架構包含三個設計構面及九項設計準則，並進行準則間的成對比較後獲得計準則之相對權重，經由設計人員提出三款設計構想方案後，再由三款設計構想方案中評選最終構想方案並完成原型製作。
2. 本研究將設計準則轉為評估準則進行後續設計構想方案之敏感度分析，同一群專家運用此系統性的設計／評估流程，可確保產品開發流程中前後邏輯的一致性！
3. 由本研究可攜式學童舒壓背靠的開發實例，顯示 DHP 法簡單、易操作、邏輯架構清楚，未來可嘗試應用此模式於其他不同類型的新產品開發上，對台灣中小型企業產生更具體的貢獻。

誌謝

本研究承國科會產學合作計畫經費補助（NSC99-2622-E-130 -001 -CC3），K 公司在醫療產品設計與醫療法規的支援，林奕璋研究生及參與之國小學童、教師、家長的協助，特此致謝。

參考文獻

1. Al-Harbi, K. M. (2001). Application of the AHP project management. *International Journal of Project Management*, 19(1), 19-27.
2. Carolyn. K., & Colby, L. A. (2007). *Therapeutic exercise foundations and techniques: Foundations and techniques* (5th ed). Philadelphia, PA: F. A. Davis.
3. Chansirinukor, C., Wilson, D., Grimmer, K., & Dansie, B. (1996). Effects of backpacks on students: Measurement of cervical and shoulder posture. *Australian Journal of Physiotherapy*, 4(2), 110-116.
4. Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, 9(3), 458-467.
5. Handfield, R., Walton, S.V., Sroufe, R., & Melnyk, S. A. (2002). Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the analytical hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 141(1), 70-87.
6. Hong, Y., & Brueggemann, G. P. (2000). Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait & Posture*, 11(3), 254-259.
7. Hong, Y., & Cheung, C. K. (2003). Gait and posture responses to backpack load during level walking in children. *Gait & Posture*, 17(1), 28-33.
8. Hunter, A. M., St Clair Gibson, A., Lambert. M., & Noakes, T. D. (2002). EMG normalization method for

- cycle fatigue protocols. *Medical and Science in Sports and Exercise*, 34(5), 857-861.
9. Li, J. X., & Hong, Y. (2004). Age difference in trunk kinematics during walking with different backpack weights in 6- to 12-year-old children. *Research in Sports Medicine*, 12(2), 135-142.
 10. Linstone, H. A., & Turoff, M. (1975). *The delphi method: Techniques and application*. London, England: Addison-Wesley.
 11. Liu, C. C., Jheng, J. J., & Wang, T. Y. (2011). The application of quality function deployment and analytical hierarchy process in product design of digital lens single reflex camera. *Journal for SME Development*, 22, 25-44.
 12. Mackie, H. W., Legg, S. J., Beadle, J., & Hedderley, D. (2003). Comparison of four different backpacks intended for school use. *Applied Ergonomics*, 34(3), 257-264.
 13. Narasimhan, C., Neslin, S. A., & Sen, S. K. (1996). Promotional elasticities and category characteristics. *Journal of Marketing*, 60(April), 17-30.
 14. Negrini, S., Caraballona, R., & Sibilla, P. (1999). Backpack as a daily load for schoolchildren. *The Lancet*, 354, 1974.
 15. Nydick, R. L., & Hill, R. P. (1992). Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28(2), 31-36.
 16. Olsen, T. D., Andrews, R. L., Dearwater, S. R., Kriska, A. M., Cauley, J. L., Aaron, D. J., LaPorte, R. E. (1992). The epidemiology of low back pain in an adolescent population. *American Journal of Public Health*, 82(4), 606-608.
 17. Pascoe, D. D., Pascoe, D. E., Wang, Y. T., Shim, D. M., & Kim, C. K. (1997). Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youth. *Ergonomics*, 40(6), 631-641.
 18. Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York, NY: McGraw-Hill.
 19. Salminen, J. J., Pentti, J., & Terho, P. (1992). Low back pain and disability in 14 year old schoolchildren. *Acta Paediatr*, 81(12), 1035-1039.
 20. Troussier, B., Davoine, P., de Gaudemaris, R., Fauconnier, J., & Phelip, X. (1994). Back pain in school children: A study among 1178 pupils. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 26(6), 143-146.
 21. Whittfield, J., Legg, S. J., & Hedderley, D. I. (2001). The weight and use of schoolbags in New Zealand secondary schools. *Ergonomics*, 44(9), 819-824.
 22. 何國平 (2010)。旅行背包。中華民國新式樣專利證書號：D133357。
Ho, G. P. (2010). *Backpack*. Taiwan Patent D133357. [in Chinese, semantic translation]
 23. 王振琿、林銘泉、陳子昌 (2005)。應用品質機能展開於戶外休閒服飾設計程序之發展。設計學報, 10(2), 29-41。
Wang, C. C., Lin M. C., & Chen, T. C. (2005). Using quality function deployment in the development of outdoor leisure apparel design process. *Journal of Design*, 10(2), 29-41. [in Chinese, semantic translation]
 24. 余有文 (2008)。背包。中華民國新型專利證書號：M336720。
Yu, Y. W. (2008). *Backpack*. Taiwan Patent M336720. [in Chinese, semantic translation]
 25. 杜瑞澤、陳苑菁 (2006)。層級分析法(AHP)應用於永續產品開發策略之研究。高雄師大學報, 21, 139-153。

- Tu, J. C., & Chang, Y. C. (2006). Strategy of sustainable product development by applying analytic hierarchy process (AHP). *National Kaohsiung Normal University Institutional Repository*, 21, 139-153. [in Chinese, semantic translation]
26. 林奕璋、駱信昌、衛萬里 (2012)。新型國小學童專用可攜式舒壓背靠之設計。第 19 屆人因工程學會年會暨學術研討會 (光碟版)。國立高雄第一科技大學，高雄市。
- Lin, Y. W., Lo, H. C., & Wei, W. L. (2012). Design of new portable pressure-relieving back support for elementary schoolchildren. *Proceedings of 19th Annual Meeting of the Ergonomics society of Taiwan* [CD Rom]. National Kaohsiung First University of Science and Technology: Kaohsiung. [in Chinese, semantic translation]
27. 胡佑宗 (1996)。工業設計：產品造形的歷史、理論及實務。台北：亞太圖書。
- Hu, Y. Z. (1996). *Design: History, theory and practice of product design*. Taipei: Asiapac. [in Chinese, semantic translation]
28. 張建成、吳俊杰 (2004)。應用 AHP 與 Delphi 技術於新產品造形設計決策分析-以行動電話為例。華梵藝術與設計學報，1，81-98。
- Chang, C. C., & Wu, C. C. (2004). The application of AHP and Delphi techniques in making new product form design strategy using mobile phone design as an example. *Journal of Art and Design of Huaan University*, 1, 81-98. [in Chinese, semantic translation]
29. 張曉亭 (2003)。不同書包背負型式對國小學童走路心跳率與耗氧量之比較 (未出版之碩士論文)。國立體育學院教練研究所，桃園。
- Chang, S. T. (2003). *Oxygen consumption and heart rate responses during walking of elementary school students with different schoolbag carrying styles*(Unpublished master's thesis). National Taiwan Sport University, Taoyuan, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
30. 張啟源 (2005)。充氣式護墊結構。中華民國新型專利證書號：M254938。
- Zhang, Q. Y. (2005). *Structure of inflatable protective mat*. Taiwan Patent M254938. [in Chinese, semantic translation]
31. 陳文亮、陳姿樺 (2007)。運動休閒服飾設計指標之建立與分析。設計學報，12(4)，79-95。
- Chen, W. L., & Chen T. H. (2007). The establishment and analysis of evaluation index in sportswear design. *Journal of Design*, 12(4), 79-95. [in Chinese, semantic translation]
32. 黃佳麟 (2005)。台南縣國小學童書包減重策略初探 (未出版之碩士論文)。國立臺南大學自然科學教育學系碩士班，台南。
- Huang, C. L. (2005). *The general strategic studies of reducing elementary school student schoolbag weight in Tainan County* (Unpublished master's thesis). National University of Tainan, Tainan, Taiwan. [in Chinese, semantic translation]
33. 楊甫元 (2007)。3D 立體氣流式背包墊。中華民國新型專利證書號：M313451。
- Yang, F. Y. (2007). *3D air-current-type knapsack pad*. Taiwan Patent M313451. [in Chinese, semantic translation]
34. 楊東鎮、蔡文甲 (2004)。台灣購物中心競爭力指標之建立與分析。中華管理學報，5(1)，77-90。
- Yang, D. J., & Tsai, W. C. (2004). Establishment and analysis of competition indicators of shopping

- center in Taiwan. *Chung Hua Journal of Management*, 5(1), 77-90. [in Chinese, semantic translation]
35. 衛萬里、張文智（2005）。應用模糊德爾菲與分析網路程序法選擇最佳產品設計方案之研究。《設計學報》，10(3)，59-77。
- Wei, W. L., & Chang, W. C. (2005). A study on selecting optimal product design solution using fuzzy delphi method and analytic. *Journal of Design*, 10(3), 59-77. [in Chinese, semantic translation]
36. 蕭景隆（2004）。椅背靠墊之結構改良。中華民國新型專利證書號：M248330。
- Xiao, J. L. (2004). *Improved structure of mat for backrest of chair*. Taiwan Patent M248330. [in Chinese, semantic translation]
37. 簡禎富（2005）。決策分析與管理。台北：雙葉書廊。
- Chien, C. F. (2005). *Decision analysis and management*. Taipei: Yeh Yeh Book Gallery. [in Chinese, semantic translation]

Applying Delphi Hierarchy Process in the Design of a Portable Pressure-relieving Back Supporter for Elementary School Children

Hsin-Chang Lo

Department of Product Design, Ming Chuan University

lohc@mail.mcu.edu.tw

Abstract

Elementary school years are a crucial period to children's physical development. If school children carry their schoolbags in an inappropriate manner, it would bring their spine to an abnormal curve, which leads to musculoskeletal disorders or even spinal deformity. Healthcare devices can adjust inappropriate bag-carrying posture and reduce spinal pressure. The design of healthcare devices should take several design elements into consideration and apply multiple criteria decision making to acquire objective design principle and evaluation consensus. In this study we cooperated with medical equipment manufactures to explore the feasibility of applying Delphi Hierarchy Process in medical equipment design and evaluation mode through a case study in which a pressure-relieving back supporter was designed for school children. First, Delphi Hierarchy Process was adopted to obtain the consensual design concepts of the pressure-relieving back supporter from experts of different domains. Then through analytic hierarchy process, three design objectives and ten design criteria were introduced, and the relative importance ranking of the criteria was also calculated. The ranking was adopted to decide the priority of each solution and determine the best solution. The experimental result showed that Delphi Hierarchy Process allowed experts to determine the design criteria, establishing the hierarchical structure of the design standard, proposing design concept and completing sensitivity analysis of the new product from early development stage. Therefore, the final product prototype complied obviously with the initial product development goals. In this study, the feasibility of applying Delphi Hierarchy Process in new product development process is explained through a case study. Delphi Hierarchy Process proves to be a simple and objective method that is not only with clear logical structure but also easy to operate, which makes it possible to be widely applied in different types of product development.

Keywords: Delphi Hierarchy Process, Healthcare Device, Elementary School Children, Pressure-relieving Back Supporter.