



12-31-2017

Definition, Assessment and Treatment of Visual Dependence

Shu-Chun Lee

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Lee, Shu-Chun (2017) "Definition, Assessment and Treatment of Visual Dependence," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 45: Iss. 2, Article 1.

DOI: [https://doi.org/10.6315/2017.45\(2\)01](https://doi.org/10.6315/2017.45(2)01)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol45/iss2/1>

This Review Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

視覺依賴的定義、評估與治療

李淑君

台北醫學大學高齡健康管理學系

正確的空間定向及姿勢平衡需要視覺、前庭覺和本體覺系統的整合，其中視覺在維持定向及平衡扮演了很重要的角色。如果視覺訊息正確，定向及平衡不受影響，然而若是靜態傾斜的框架或是動態旋轉的圓點等類似視覺訊息，則會產生負面影響。視覺依賴(visual dependence)是形容過度依賴視覺訊息的人，當他們在視覺訊息複雜、混亂或不正確的感覺環境下，像是走在繁忙的街道旁或是人多的超級市場裡，會迷失方向、失去平衡以及頭暈目眩的可能。阮柏氏測試(Romberg test)和感覺統合測試(Sensory Organization Test)主要評估視覺對姿勢控制下的影響，棒框測驗(Rod and Frame test)及棒盤測驗(Rod and Disc test)則是評估知覺方面的視覺依賴程度。然而造成視覺依賴的生理機制仍不清楚，過去認為可能與前庭覺或本體覺損傷有關，進一步研究指出前庭覺損傷可能較本體覺損傷更為影響。視覺依賴也被認為是一種感覺權重調整障礙(sensory reweighting deficit)，他們無法將不正確的視覺訊息減少，並彈性的把正確可靠的前庭或本體覺訊息放大。視覺依賴常發生在高齡者，其原因與周邊感覺系統老化有關，與年齡本身較無相關。退化的自我中心參考框架(egocentric frame of reference)也是造成視覺依賴的可能原因之一，因為視覺參考框架(visual frame of reference)代償性的變成主要判定身體姿勢位置的角色。視覺依賴需要許多注意力，因此瓜分了維持姿勢平衡所需的認知負載(cognitive loads)，而造成平衡不穩並提高跌倒的風險。視覺適應活動(visual habituation exercise)，例如視動刺激(optokinetic stimulation)訓練，是透過重複相同的視覺刺激，來增加視覺忍受度及降低視覺依賴的程度。然而，視覺依賴的治療活動其種類、強度、頻率和持續時間仍未定論，因此仍需更多的研究來解答。(台灣復健醫誌 2017; 45(2): 47-55)

關鍵詞：評估(assessment)、機制(mechanism)、視覺(vision)、視覺依賴(visual dependence)、視覺適應活動(visual habituation exercise)

前言

空間定向(spatial orientation)是自我身體位置相對於環境的感知。正確的空間定向必需仰賴三種感覺系統：視覺(vision)、前庭覺(vestibular)以及本體覺(proprioception)的整合。^[1]姿勢控制(postural control)是一種將身體重心維持在身體基底(base of support)範圍內的能力。^[2]好的姿勢控制需要肌肉骨骼和感覺系統的相互作用。一般來說，中樞神經系統會整合來自各種感覺器官的訊息，並啟動適當的動作反應以保持平

衡。^[3]這三種感覺系統會彼此調整比例，以維持定向或平衡，來適應這個快速變化的感覺環境。^[4]然而，不正確的空間定向感會影響姿勢平衡，若人體對於垂直感是傾斜的(tilted)，則傾斜的空間定向感會使姿勢同樣呈現傾斜，進而造成姿勢不平衡。^[4]

視 覺

一、視覺功能

相對於前庭覺與本體覺，視覺在維持定向和平衡

投稿日期：106 年 9 月 5 日 修改日期：106 年 10 月 23 日 接受日期：107 年 1 月 8 日

通訊作者：李淑君助理教授，台北醫學大學高齡健康管理學系，110 台北市信義區吳興街 250 號。

電話：(02) 27361661 轉 3611 E-mail：sclee@tmu.edu.tw

doi: 10.6315/2017.45(2)01

扮演了很重要的角色。視覺訊息從視網膜進入到大腦，最後在主要視覺區以及視覺聯絡區解讀訊息。^[5]這些訊息非常廣泛，包含視力(visual acuity)、深度(depth)、距離(distance)、輪廓(contour)、顏色對比(color contrast)、光線明暗(light sensitivity)、視野大小(visual field size)，以及物體的辨認(identification)和分類(categorization)，視覺也會透過自己與物體之間的相對位置，來保持身體在環境下直立。^[6]

如果當本體覺或是前庭覺被干擾或損傷，視覺就會顯得格外重要來維持定向和平衡。^[7]失去視覺的人，如盲人，比明眼人有較差的平衡控制，站姿晃動也較大，他們通常利用髖關節策略(hip strategy)來維持平衡，顯示他們的平衡非常不穩。^[8,9]降低的視覺功能也會造成姿勢不穩或是增加跌倒的風險，這可以解釋為何老人的平衡能力較差及容易跌倒。然而研究指出，在眾多視覺功能當中，降低的視覺垂直和水平感知能力，與不平衡和跌倒有較高的相關性，^[10]這可能與會影響空間定向，進而影響平衡能力有關。

二、視覺干擾

過去的研究主要透過不同種類的視覺干擾，來探討視覺訊息在空間定向和姿勢控制的重要性，包括靜態的視覺干擾(如觀看靜止傾斜的框架)、動態的視覺干擾(如觀看旋轉或水平移動的畫面)，以及利用移動室(moving room)產生的視覺光流(optic flow)，來觀察視覺干擾是否造成失去方向(disorientation)或是平衡不穩的情形。^[11-15]然而，不管是靜態或動態的視覺干擾，在開始干擾的 1 至 2 秒內就能影響空間定向^[11,13]，若是在站姿下觀看，在開始干擾的 0.5 至 2 秒內下肢肌肉的肌電活動(electromyography activity)就會有反應，身體也會不自覺地隨著視覺干擾的方向歪斜。^[12-16]當視覺干擾引起姿勢晃動時，晃動的幅度會依據視覺干擾的範圍、速度和頻率增加而變大，^[7,17]身體重心偏移的方向也會和視覺干擾的方向一致。^[13,18]相對於靜態的視覺干擾，動態的視覺干擾對於平衡的影響較大，而且能影響至全身各個部位，^[19]且越困難的平衡姿勢被視覺干擾的影響會更大。^[20]對於視覺訊息過分依賴的人，只要輕微的靜態或動態的視覺干擾，就會產生較大的姿勢晃動，^[20]且以僵硬的整體策略(en bloc strategy)反應來維持平衡。^[21]由此可知，視覺訊息對於空間定向和姿勢平衡有很大程度的影響力。

視覺依賴定義

視覺依賴是指過度依賴視覺訊息，且忽略使用其

他感覺系統來維持空間定向和姿勢平衡的現象。正常來說，我們會根據生活中感覺環境的不同，而選擇使用適當且正確的感覺系統來維持定向和平衡。^[22]例如當站立在不平穩的地面時(下肢本體覺訊息不正確時)，會增加對視覺的使用；相反地，走進一個昏暗的房間(無法提供視覺訊息)，會增加對本體覺或前庭覺的使用。然而對於某些人，不管在視覺訊息複雜或是錯誤的環境下，仍然過度仰賴視覺並且忽略其他感覺系統來維持定向和平衡，這就稱為有視覺依賴的情形。對於有視覺依賴的人，身處在穩定的視覺環境下是不会有任何影響，主要是在混亂的視覺環境下，例如走在繁忙的街道上或是超級市場的走道，才會引起暈眩、失去方向和平衡不穩的症狀。^[23]

視覺依賴機制

視覺依賴的機制與成因至今仍未清楚，目前的文獻指出可能與本體覺或前庭覺缺失而代償性的增加有關、與老化有關、不正確的自我中心參考框架(egocentric frame of reference)，抑或是感覺權重調整障礙(sensory reweighting deficit)所引起。

一、視覺依賴與本體覺損傷

最早的文獻推測視覺依賴可能與本體覺損傷有關，因為當本體覺被干擾時，例如利用冰水浸潤下肢、^[24]振動器黏貼在小腿、^[25]或是站在不穩的地面上，^[26]混亂的視覺訊息會變的更容易影響姿勢平衡，顯示本體覺損傷可能會造成視覺依賴程度的增加。然而許多研究探討合併半邊本體覺損傷的中風病人是否都在空間定向和姿勢平衡方面有視覺依賴的表現，卻有不一致的結果。^[27,28]進一步分析發現，有視覺依賴情形的中風病人，損傷的位置大多在視丘(thalamus)或是大腦及腦幹的中樞前庭路徑上，特別是在視丘這個部位，有一些前庭神經核位在那裏。^[29]這顯示中風病人的視覺依賴的情形可能與其前庭系統損傷較有相關性。最近的研究也發現，本體覺缺失的糖尿病患者也有同樣的狀況。^[29-31]因此藉由這些結果推測，相較於本體覺損傷，視覺依賴可能與前庭覺損傷有較大的相關性，然而這個推測仍必須要有更多的研究來論證。

二、視覺依賴與前庭損傷

視覺依賴可能與前庭損傷有關，因為過去的文獻指出，患有前庭功能損傷的人，如聽神經許旺細胞瘤(vestibular schwannoma)^[32]或梅尼爾氏症(Meniere's disease)^[33]，都有明顯歪斜的視覺垂直感，並朝向患側

邊傾斜。此種病患不僅在定向上呈現視覺依賴的情形，在姿勢控制方面也會出現。像是有暈眩(visual vertigo)症狀的病患(通常被認為是周邊前庭損傷病患)，站在移動室裡會有不正常且很大的姿勢晃動表現；^[23]合併暈眩的前庭迷路損傷(labyrinthine deficits)病患，在面對傾斜的框架或是旋轉的圓點時，也會被這樣的視覺畫面所影響，而有較大的側向姿勢晃動及頭部歪斜表現。^[34]

三、視覺依賴與感覺權重障礙

視覺依賴被認為可能是一種感覺權重調整障礙(sensory reweighting deficit)。^[35]正常來說，中樞神經系統會接受從感覺器官傳來的視覺、本體覺和前庭覺訊息，這些訊息會分別告訴大腦身體相對於環境的位置，然後大腦會整合這些訊息並擬定出一個結果，傳達動作指令到身體的肌肉骨骼系統，做出適當的動作反應。^[3]然而，當感覺訊息彼此抵觸時，大腦就必須先辨認出差異，將不正確的感覺訊息降低(down-weighting)，同時把正確可靠的感觉訊息放大(up-weighting)，這樣將感覺訊息加重或減少的過程就稱為感覺權重調整(sensory reweighting)。^[36]感覺權重調整的能力對於維持定向和平衡很重要，尤其是在不斷快速改變的視覺環境中。一般來說，在視覺訊息缺乏、不足或錯誤的環境下，根據感覺權重調整假說(sensory reweighting hypothesis)，大腦會降低視覺訊息的輸入，並增加前庭覺或本體覺的輸入，然而有視覺依賴的人，無法因應環境的變化，彈性的將視覺訊息減少，反而仍繼續仰賴視覺，因此被認為是一種感覺權重調整障礙。這對於日常生活是非常危險的，因為當固執的仰賴視覺訊息的結果，是會被視覺訊息所擺布，例如看到眼前的車子由左向右的行駛，大腦收到視覺訊息會以為是自己在移動，身體便會代償性的往反方向移動，造成跌倒。

四、視覺依賴與老化

最先發現老人有視覺依賴的情形，是從他們閉眼時就很難維持良好的平衡可看出。^[37]過去文獻指出隨著年紀增加，視覺干擾導致視覺垂直感偏移的角度會隨之增加，^[38]而且有跌倒經驗的老人比沒有跌倒經驗的老人，偏移角度更大。^[39]另外，在觀看混亂的視覺畫面時，年輕人只有輕微的姿勢晃動，老人卻有明顯的重心移動，而且在畫面已停止的狀況下，姿勢晃動的情形還會持續一陣子，同樣的情景在曾跌倒過的老人身上更是加倍嚴重。^[17,40,41]此外也發現，老人傾向使用髖關節策略來維持平衡，顯示混亂的視覺訊息對於

他們的平衡影響很大，^[42]這些研究結果都一致顯示老人在定向和平衡方面都有較高的視覺依賴。雖然如此，也同時發現視覺依賴的程度在老人族群間有很大的差異性(inter-individual variability)，^[17,40,41]有一部分的老人其視覺依賴的程度和年輕人一樣，甚至更好。然而老人視覺依賴的機制仍不清楚，目前推測可能與沒有臨床表徵或是未被確診的周邊感覺系統損傷有關。^[3,38,43]一般來說，隨著年紀增加，感覺系統也隨之退化，所以有一部分的老人會因為退化的前庭覺或本體覺而代償性的增加視覺依賴的程度。然而另一部分的老人因為沒有退化的感覺損傷，所以視覺依賴仍保持和年輕人一樣的程度。這些推論顯示老人的視覺依賴，與感覺退化或損傷較有關係，而不是年齡本身。^[15]

五、視覺依賴與退化的自我中心參考框架

自我中心參考框架(egocentric frame of reference)是指感知身體相對於地心引力的位置，^[44]縱使在沒有任何視覺輸入的狀況下，我們還能知道自己是否歪斜或直立。然而當我們在水裡時，水中的浮力會讓重力變的不明顯，因此就會轉而依賴視覺參考框架(visual frame of reference)來維持定向或平衡。一般來說，我們會利用視野裡普遍被認定是垂直的東西來當成參考值，例如建築物或電線桿，來判定自己的姿勢或位置是否直立或歪斜。這兩種參考框架通常會彼此溝通整合，互相代償。基本上大部分的姿勢及動作，是以自我中心參考框架為主，然而有文獻指出，退化的自我中心參考框架，可能與年紀增長或本體覺損傷有關，^[45]如此一來，視覺參考框架就會被迫變成主要判定身體姿勢位置的角色。如前所述，如果是在視覺環境穩定，或是視覺參考框架正確時，對於定向或平衡都不會有影響，但是如果視覺環境出現繁忙、複雜，不正確的視覺參考框架則會產生嚴重的影響。這就能解釋自我中心參考框架因年齡增加而退化，導致老人視覺依賴程度增加的現象。

視覺依賴評估

一、阮柏氏測試(Romberg test)

阮柏氏測試^[46]是最早注意到視覺對於平衡重要性的一個測試。評估方法非常簡單及快速，受測者兩腳併攏的站立，兩手臂平貼於身體兩側，檢查者請受測者先兩眼睜開的維持平衡十秒，再請他閉眼十秒，觀察受測者閉眼後是否比睜眼時較不穩。如果閉眼後有明顯的姿勢晃動甚至失去平衡，代表受測者在站立平

衡下有視覺依賴，因為當他失去視覺訊息時，平衡受到明顯的影響。此測試可根據受測者的能力，彈性變化成將一腳往後移動一半的距離站立(semi-tandem stance)、將一腳的腳跟與另一腳的腳尖接攏(tandem stance)站立，或是單腳站立。

二、感覺統合測試(Sensory Organization Test, SOT)

感覺統合測試相較於阮柏氏測試則複雜許多，^[47]它操作視覺和本體覺來提供六種不同的感覺情境，包含三種視覺情境，像是睜眼、閉眼及觀看混亂的視覺畫面，以及兩種本體覺情境，例如站在平地 and 軟墊上。依據受測者在六種感覺情境下所表現的姿勢晃動模式，來推論可能的感覺系統問題。如果有視覺依賴的人，不管是站在平地或軟墊上，只要是觀看混亂的視覺畫面，都會有明顯的姿勢晃動，然而站在平地或軟墊上並同時閉眼，則可能有或沒有姿勢不穩的狀況。這樣的呈現提供了一個很重要的訊息，就是在沒有視覺提供下的平衡只會稍微被影響，但在有視覺提供下(雖然這個視覺訊息是錯誤的)的平衡反而變得更不穩，代表不正確的視覺訊息比沒有視覺訊息對姿勢控制影響更大。

三、棒框測驗(Rod and Frame Test, RFT)和棒盤測驗(Rod and Disc Test, RDT)

阮柏氏測試和感覺統合測試雖可評估是否有視覺依賴，但都在站立的姿勢下測試，這樣只能代表姿勢平衡上的視覺依賴(postural visual dependence)。如前所述，姿勢平衡需要肌肉骨骼和感覺系統等的相互作用，所以測試過程中的姿勢晃動，會很難排除是否有肌肉骨骼或是其他系統損傷而造成。因此，棒框測驗^[48]和棒盤測驗^[13]漸漸成為主要評估視覺依賴的測驗工具，因為這兩個測驗主要是測試在定向或是感知方面的視覺依賴(perceptual visual dependence)，而排除與肌肉骨骼有關的影響因素。棒框測驗中，受測者會看到螢幕裡有一個正方形框架，中間有一根歪斜 20 度的細棒，檢查者會請他將這根細棒調整到他認為的視覺垂直(Subjective Visual Vertical, SVV)，完成後這個框架會往右或往左歪斜 30 度，受測者再次將歪斜 20 度的細棒調整到他認為的視覺垂直。至於棒盤測驗，則是一群靜止的小圓點圍繞著中間歪斜 20 度的細棒，受測者同樣地將這根細棒調整到他認為的視覺垂直，完成後這一群小圓點會以每秒 30 度的速度順時鐘或逆時鐘旋轉，受測者再次將歪斜 20 度的細棒調整到他認為的視覺垂直。一般來說，縱使是健康的人，其視覺垂直感

仍會被歪斜或旋轉的周邊視覺環境所影響，所以當框架歪斜或是小圓點旋轉後，受測者所認為的垂直角度應會比框架方正或小圓點靜止時還要歪斜。如果測得的視覺垂直角度比健康的人歪斜許多，則代表有視覺依賴的情形，容易被周遭不正確的視覺訊息所影響。^[49]而棒盤測驗所影響的視覺垂直感會比棒框測驗明顯，因為前者提供的動態干擾會比後者的靜態干擾更具有影響力。^[19]

可惜的是，目前對於視覺垂直偏移的角度要多大才算是視覺依賴還未定論，這是因為不同的研究使用不同的實驗器材，因此無法有較大的數據來建立常模。過去的文獻指出，如果是合併視覺依賴的前庭損傷病患，其視覺垂直偏移的角度落在 10 至 40 度之間；^[33,34,50]如果有跌倒歷史的老人，則會有超過 6.6 度的視覺垂直偏移角度。^[39]未來若能開發棒框和棒盤測驗的標準化測驗，並利用大數據建立常模，會是一套非常好用的視覺依賴測驗。因為可以很簡單的施測、很快速的執行、也容易解讀，因此不僅是放置於診間或是治療室，甚至是輕便可攜帶出門，都利於視覺依賴的篩檢。

四、暈眩相關問卷

調查暈眩症狀的問卷雖然無法直接檢測出是否有視覺依賴，但是因為視覺依賴的人在感覺衝突或是複雜的視覺環境下容易產生暈眩、平衡不穩的症狀，因此搭配問卷的使用，除了間接可得知受測者是否有視覺依賴的可能，也可以了解在哪些情境下受測者容易產生暈眩及不穩的症狀，包含症狀的頻率和程度。最常使用在臨床及研究上的有境遇性暈眩問卷(Situational Vertigo Questionnaire, SVQ)、^[34,51]暈眩症狀量表(Vertigo Symptom Scale, VSS)^[52]以及暈眩障礙量表(Dizziness Handicap Inventory, DHI)。^[53]

境遇性暈眩問卷主要是評估在 19 個複雜的視覺情境下，例如走在繁忙的超市走道，發生眩暈、頭暈、頭昏、頭重腳輕、天旋地轉，或是平衡不穩的程度。程度給分從 0 分(完全不會)，1 分(一點點)，2 分(有時候)，3 分(時常)到 4 分(每次都會)，平均值越高代表越容易因視覺干擾而產生眩暈症狀。暈眩症狀量表則可用來分析病患的暈眩症狀，是單純的暈眩及平衡不穩，或是與焦慮警醒有關，此量表有 36 個題目，主要調查受測者在過去一年內發生暈眩的頻率，頻率可分為 5 級制，從 0 分(完全沒有)，1 分(一年有 1 至 3 次)，2 分(一年有 4 至 12 次)，3 分(平均一個月至少一次)到 4 分(平均一周至少一次)，分數越高代表暈眩頻率越高、程度越嚴重。暈眩障礙量表包含 25 個與日常生活

有關的題目，主要是評估受測者分別在身體方面、情緒方面以及功能性方面被暈眩症狀影響的程度，滿分為 100 分，分數越高代表因暈眩導致的生活障礙越高。

視覺依賴的其他表徵

一、視覺依賴增加注意力需求

最早發現視覺依賴需要較多的注意力需求，是在 Yardley (2002) 等人的實驗裡發現，如果受測者同時執行雙重任務(dual tasks)，其視覺垂直感會有較大的歪斜，顯示倚靠視覺維持空間定向需要較高的注意力需求(attentional demands)。^[54]當視覺成爲一個參考值(frame of reference)來維持定向時，我們會在視野範圍裡找尋甚麼是適當、可參考利用的，而會誤導人的、衝突的、或是讓人分心的，就必須忽略它，因此當視覺依賴對於無法將錯誤的訊息分離開來，造成空間定向的困難，而導致需要更多的注意力需求。此外，當高階感覺整合中心接收感覺衝突狀況時，會先辨認出感覺系統間的差異(recognizing the discrepancy)，然後選出(selecting)正確的感覺系統，並視爲優先(prioritizing)使用的訊息。^[55]這樣複雜的感覺權重過程，需要許多的注意力以及認知的負荷(cognitive load)，而視覺依賴被認爲是一種感覺權重障礙，因此視覺依賴就有可能增加注意力的需求。這些研究結論都指出，視覺依賴需要許多的注意力，所以瓜分了維持姿勢平衡所需的認知負荷，因此視覺依賴會造成平衡不穩並提高跌倒的風險。這也可解釋爲何平衡不佳或是有跌倒歷史的老人，其視覺依賴程度較高的原因。然而，在真實生活中的活動不但複雜且具挑戰性，不只是雙重任務，可能是多重任務(multiple tasks)，如此一來會耗損更多的認知負荷，分散更多維持姿勢控制的注意力，而增加不穩及跌倒的可能。

二、視覺依賴未必合併暈眩症狀

一般來說，有視覺依賴的人在視覺訊息不正確或複雜的環境下容易產生暈眩，主要是因爲他們無法解決這樣子的感覺衝突(sensory conflict)，^[34]而這種症狀通常合併中樞或周邊的前庭損傷。^[32,33]但是根據美國國家審計處的調查(National Audit Survey in the U.S.)，有三分之一合併有視覺依賴的前庭損傷病人，沒有出現暈眩的症狀。^[56]這個結果提醒了臨床工作者，對於沒有暈眩症狀的老人，但是有出現平衡不佳或有跌倒經驗的老人，應該也要完整的評估其感覺系統功能，檢測是否有前庭功能受損並合併視覺依賴的狀況，而

不是只針對有主訴暈眩的人，否則視覺依賴的情況可能會被掩蓋，而導致增加失衡跌倒的危險。

視覺依賴治療運動

視覺依賴是一種症狀表現，不是疾病本身，因此必須要先找到導致視覺依賴的原因，先以改善受損的感覺系統爲主，例如最常見的前庭功能受損，再改善視覺依賴的狀況，最後再加入感覺整合的運動以及功能性的活動，來達成日常生活功能性目標。

改善視覺依賴的方法以透過視覺適應活動(visual adaptation/habituation exercise)來增加視覺忍受力爲主。^[57]先從簡單的活動開始，讓有視覺依賴的病患處在一個沒有任何視覺訊息的環境，例如完全黑暗的房間，或是面對一片空白的牆壁。再進階到觀看靜態但複雜的視覺環境，例如黑白相間的條紋或是棋盤式圖騰，然後是動態且繁忙的視覺環境，例如觀看人群、海浪、舞廳的旋轉球、動態的電腦螢幕保護程式、或是玩電動賽車的遊戲。以上這些視覺環境，可搭配在不同的姿勢下練習，從坐姿開始，漸漸增加難度至站姿，最後是行走。接下來就進入到真實生活的環境，嘗試一些日常生活中常見的視覺衝突環境，例如走進人群、逆著人群走、乘坐手扶梯、或是看一場飆車追逐的電影。近年來，虛擬實境(virtual reality)非常流行，病患不用出門就可在家中練習適應不同的視覺場景。^[58]

訓練的宗旨謹遵守由簡單至困難，畢竟視覺依賴的病人對於複雜或是衝突的視覺環境會太過敏感，如果一旦太困難而感到受挫，甚至引起無法忍受的暈眩，病患對於治療活動的堅持度(compliance)就會下降，而造成反效果。視覺環境的範圍亦可先從中央視野的地方開始，逐漸擴大到周邊視野。當單獨的刺激可以適應之後，兩種以上的刺激可以合併練習。由於目前針對視覺依賴治療活動的相關研究仍非常少，大多建立在有前庭功能受損的病患下，因此對於視覺依賴有效的治療頻率還未有定論。^[59-61]一般來說，訓練時間可以從密集的連續五天，每天一小時的練習，^[63]到每周只花四十五分鐘練習，並持續四至八周，^[60,61]視覺依賴程度均有明顯的下降。然而長期來看是否也有同樣的治療效果，以及哪種視動刺激(optokinetic stimulation)活動對於降低視覺依賴最有效，都需要未來更多的研究來解答。

結語

視覺依賴這個名詞雖然很早就被提出，但至今其生理機制仍未清楚。具作者所知，本篇是第一篇對於視覺依賴有完整的回顧和統整。從視覺功能的重要性開始，進入到主題視覺依賴，除了介紹臨床常用來檢測視覺依賴的評估工具，也整理出目前對於視覺依賴機制的推測，最後提出對於視覺依賴的治療方式。視覺依賴的研究，不只是了解視覺依賴本身，也幫助我們了解整個感覺系統及感覺動作控制的運作。在臨床上，不但可透過對於視覺依賴的檢測，篩檢出可能相關的感覺系統損傷，也可透過降低視覺依賴的治療活動，減緩暈眩的症狀，提升正確的空間定向和姿勢平衡能力。

參考文獻

1. Redfern MS, Yardley L, Bronstein AM. Visual influences on balance. *J Anxiety Disord* 2001;15: 81-94.
2. Nashner LM. Adaptation of human movement to altered environments. *Trends Neurosci* 1982;5:358-61.
3. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol* 2002;88:1097-118.
4. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 2006;35:ii7-ii11.
5. Hubel DH, Wensveen J, Wick B. Eye, brain, and vision. New York: Scientific American Library; 1995. p.191-219.
6. Wapner S, Witkin HA. The role of visual factors in the maintenance of body-balance. *The American journal of psychology*. 1950:385-408
7. Wang Y, Kenyon RV, Keshner EA. Virtual scene velocity influences postural responses to an inclined base of support. *Virtual Rehabil* 2008;41-4.
8. Ray CT, Horvat M, Croce R, et al. The impact of vision loss on postural stability and balance strategies in individuals with profound vision loss. *Gait Posture* 2008;28:58-61.
9. Schmid M, Nardone A, DeNunzio AM, et al. Equilibrium during static and dynamic tasks in blind subjects: no evidence of cross-modal plasticity. *Brain* 2007;130:2097-107.
10. Cody KA, Nelson Jr AJ. The effect of verticality perception on body balance in normal subjects. *Physical therapy*. 1978;58:35-41.
11. Howard IP, Childerson L. The contribution of motion, the visual frame, and visual polarity to sensations of body tilt. *Perception* 1994;23:753-62.
12. Isableu B, Ohlmann T, Cremieux J, et al. Selection of spatial frame of reference and postural control variability. *Exp Brain Res* 1997;114:584-9.
13. Dichgans J, Held R, Young LR, et al. Moving visual scenes influence the apparent direction of gravity. *Science* 1972;178:1217-9.
14. Lee DN, Aronson E. Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Percept Psychophys* 1974;15:529-32.
15. Kitamura F, Matsunaga K. Field dependence and body balance. *Percept Mot Skills* 1990;71:723-34.
16. Lestienne F, Soechting J, Berthoz A. Postural readjustments induced by linear motion of visual scenes. *Exp Brain Res* 1977;28:363-84.
17. Borger LL, Whitney SL, Redfern MS, et al. The influence of dynamic visual environments on postural sway in the elderly. *J Vestib Res* 1999;9:197-205.
18. Lestienne F, Berthoz A, Mascot JC, et al. Postural effects induced by a visual scene in linear movement. *Agressologie* 1976;17:37-46.
19. Amblard B, Cremieux J, Marchand AR, et al. Lateral orientation and stabilization of human stance: static versus dynamic visual cues. *Exp Brain Res* 1985;61: 21-37.
20. Isableu B, Ohlmann T, Cremieux J, et al. Individual differences in the ability to identify, select and use appropriate frames of reference for perceptuo-motor control. *Neuroscience* 2010;169:1199-215.
21. Isableu B, Ohlmann T, Cremieux J, et al. Differential approach to strategies of segmental stabilisation in postural control. *Exp Brain Res* 2003;150:208-21.
22. Kuo AD, Speers RA, Peterka RJ, et al. Effect of altered sensory conditions on multivariate descriptors of human postural sway. *Exp Brain Res* 1998;122: 185-95.
23. Bronstein AM. Visual vertigo syndrome: clinical and posturography findings. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1995;59:472-6.
24. Meyer PF, Oddsson LIE, DeLuca CJ. The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. *Exp Brain Res* 2004;156:505-12.

25. Hazime FA, Allard P, Ide MR, et al. Postural control under visual and proprioceptive perturbations during double and single limb stances: insights for balance training. *J Bodyw Mov Ther* 2012;16:224-9.
26. Wu G, Chiang JH. The significance of somatosensory stimulations to the human foot in the control of postural reflexes. *Exp Brain Res* 1997;114:163-9.
27. Slaboda JC, Barton JE, Maitin IB, et al. Visual field dependence influences balance in patients with stroke. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2009;2009:1147-50.
28. Yelnik AP, Kassouha A, Bonan IV, et al. Postural visual dependence after recent stroke: assessment by optokinetic stimulation. *Gait Posture* 2006;24:262-9.
29. Karnath HO, Ferber S, Dichgans J. The neural representation of postural control in humans. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000;97:13931-6.
30. Razzak RA, Bagust J, Docherty S, et al. Augmented asymmetrical visual field dependence in asymptomatic diabetics: evidence of subclinical asymmetrical bilateral vestibular dysfunction. *J Diabetes Complications* 2015;29:68-72.
31. Abdul Razzak R, Hussein W. Postural visual dependence in asymptomatic type 2 diabetic patients without peripheral neuropathy during a postural challenging task. *J Diabetes Complications* 2016;30:501-6.
32. Hafstrom A, Fransson P-A, Karlberg M, et al. Ipsilesional visual field dependency for patients with vestibular schwannoma. *Neuroreport* 2004;15:2201-4.
33. Lopez C, Lacour M, Magnan J, et al. Visual field dependence-independence before and after unilateral vestibular loss. *Neuroreport* 2006;17:797-803.
34. Guerraz M, Yardley L, Bertholon P, et al. Visual vertigo: symptom assessment, spatial orientation and postural control. *Brain* 2001;124:1646-56.
35. Bronstein AM, Hood JD, Gresty MA, et al. Visual control of balance in cerebellar and parkinsonian syndromes. *Brain* 1990;113:767-79.
36. Oie KS, Kiemel T, Jeka JJ. Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. *Cogn Brain Res* 2002;14:164-76.
37. Wolfson L, Whipple R, Derby CA, et al. A dynamic posturography study of balance in healthy elderly. *Neurology* 1992;42:2069-75.
38. Kobayashi H, Hayashi Y, Higashino K, et al. Dynamic and static subjective visual vertical with aging. *Auris Nasus Larynx* 2002;29:325-8.
39. Lord SR, Webster IW. Visual field dependence in elderly fallers and non-fallers. *Int J Aging Hum Dev* 1990;31:267-77.
40. Wade MG, Lindquist R, Taylor JR, et al. Optical flow, spatial orientation, and the control of posture in the elderly. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci* 1995;50:P51-8.
41. Sundermier L, Woollacott MH, Jensen JL, et al. Postural sensitivity to visual flow in aging adults with and without balance problems. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996;51:M45-52.
42. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol* 1986;55:1369-81.
43. Bronstein AM, Yardley L, Moore AP, et al. Visually and posturally mediated tilt illusion in Parkinson's disease and in labyrinthine defective subjects. *Neurology* 1996;47:651-6.
44. Bergmann J, Kreuzpointner M-A, Krewer C, et al. The subjective postural vertical in standing: reliability and normative data for healthy subjects. *Atten Percept Psychophys* 2015;77:953-60.
45. Boisgontier MP, Nougier V. Ageing of internal models: from a continuous to an intermittent proprioceptive control of movement. *Age* 2013;35:1339-55.
46. Rogers JH. Romberg and his test. *J Laryngol Otol* 1980;94:1401-4.
47. Horak FB. Clinical Measurement of Postural Control in Adults. *Phys Ther* 1987;67:1881-1885.
48. Oltman PK. A portable rod-and-frame apparatus. *Percept Mot Skills* 1968;26:503-6.
49. Luyat M, Ohlmann T, Barraud PA. Subjective vertical and postural activity. *Acta Psychol (Amst)* 1997;95:181-93.
50. Lopez C, Lacour M, Ahmadi AEI, et al. Changes of visual vertical perception: a long-term sign of unilateral and bilateral vestibular loss. *Neuropsychologia* 2007;45:2025-37.
51. Jacob RG, Lilienfeld SO, Furman JMR, et al. Panic

- disorder with vestibular dysfunction: Further clinical observations and description of space and motion phobic stimuli. *J Anxiety Disord* 1989;3:117-30.
52. Yardley L, Masson E, Verschuur C, et al. Symptoms, anxiety and handicap in dizzy patients: development of the vertigo symptom scale. *J Psychosom Res* 1992;36:731-41.
53. Jacobson GP, Newman CW. The development of the Dizziness Handicap Inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;116:424-7.
54. Yardley L, Papo D, Bronstein A, et al. Attentional demands of continuously monitoring orientation using vestibular information. *Neuropsychologia* 2002;40: 373-83.
55. Redfern MS, Talkowski ME, Jennings JR, et al. Cognitive influences in postural control of patients with unilateral vestibular loss. *Gait Posture* 2004;19: 105-14.
56. Agrawal Y, Carey JP, Della Santina CC, et al. Disorders of balance and vestibular function in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 2001-2004. *Arch Intern Med* 2009;169:938-44.
57. Dobie TG, May JG, Gutierrez C, et al. The transfer of adaptation between actual and simulated rotary stimulation. *Aviat Space Environ Med* 1990;61: 1085-91.
58. Molina KI, Ricci NA, de Moraes SA, et al. Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. *J Neuroeng Rehabil* 2014;11:156.
59. Pavlou M, Quinn C, Murray K, et al. The effect of repeated visual motion stimuli on visual dependence and postural control in normal subjects. *Gait Posture* 2011;33:113-8.
60. Pavlou M, Kanegaonkar RG, Swapp D, et al. The effect of virtual reality on visual vertigo symptoms in patients with peripheral vestibular dysfunction: a pilot study. *J Vestib Res* 2012;22:273-81.
61. Pavlou M, Bronstein AM, Davies RA. Randomized trial of supervised versus unsupervised optokinetic exercise in persons with peripheral vestibular disorders. *Neurorehabil Neural Repair* 2013;27: 208-18.

Definition, Assessment and Treatment of Visual Dependence

Shu-Chun Lee

Department of Gerontology Health Management, Taipei Medical University, Taipei

Effective orientation and balance are based on the integration of visual, vestibular, and proprioceptive sensory inputs. Vision plays a significant role in spatial orientation and posture maintenance; however, a static tilted frame or dynamic rotating visual disturbance can affect orientation and balance. Visual dependence (VD) is a term used to describe people who overly rely on visual information. Individuals with VD have difficulty in resolving situations wherein visual information is complex or inaccurate. They show greater postural instability and complain of incidences of dizziness and vertigo in sensory conflicting conditions, such as walking along the pavement or the aisle of a supermarket. The Romberg test and the Sensory Organization Test are commonly used to assess the influence of vision on postural control, whereas the Rod and Frame Test and Rod and Disc Test are used to evaluate VD levels at the perceptual level. However, VD mechanisms are still unclear. VD may be associated with vestibular or proprioceptive impairments. Recent studies have reported that VD is more likely to be affected by vestibular rather than proprioceptive inputs. VD is also considered to be a kind of sensory reweighting deficit. People with VD are unable to flexibly reduce the weighting of inaccurate input (vision) while increasing the weighting of input from the sensory systems (proprioceptive or vestibular systems) to provide more reliable information. VD is often reported in older adults; however, it may be due to the age-related decline of peripheral sensory systems and not due to aging as such. An impaired egocentric reference frame could be another contributing factor because the visual reference frame might compensate to become dominant in determining the orientation. VD needs more attentional demands that may share cognitive loads with the maintenance of balance; thus, it may increase postural instability and the risk of falls. Visual habituation exercise, such as optokinetic stimulation training, could increase tolerance in response to visual motion and decrease VD levels by using repeated presentation of the same visual stimuli. However, the type, intensity, frequency, and duration of treatment for VD are not conclusive; therefore, further investigation regarding rehabilitation exercises for VD is needed. (Tw J Phys Med Rehabil 2017; 45(2): 47 - 55)

Key Words: assessment, mechanism, vision, visual dependence, visual habituation exercise

