

## 第三章

# 光學常識與眼睛結構

要深入探討近視問題，必須認識基本光學理論和眼睛結構，這一點十分重要：

### 光線行蹤 (Vergence)

光線有三大類型，即平行光、散射光和聚合光。(見圖3A)

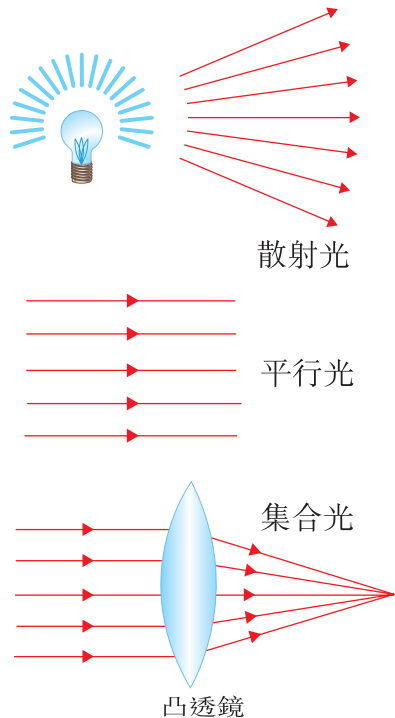
#### 散射光 (Divergent)

任何發光體所發出的光，起初盡是散開的，在視光學上，6m以內的發光體皆為散射光，近距離閱讀時，進入眼睛的光線盡是擴散開，散射性的。

#### 平行光 (Parallel)

發光體所發出的光線，距離愈遠，就愈近乎平行，在無限遠時，即成平行光線，如太陽的光線。視光學上，凡6m以外的光線，對眼睛來說已是平行光。

圖 3A：三大類光線



## 集合光 (Convergent)

經過媒體屈折而向一點聚合的光線，稱為集合光，都是人工做成的，非自然的光，如光線進入眼球，經角膜、水晶體和玻璃體屈折，就是一種集合光。

### 鏡片種類

眼鏡是最普遍用來矯正視力的工具，人類使用眼鏡的歷史超過700年，現今應用於眼鏡的鏡片種類繁多，但萬變不離其宗，主要分為三大類：

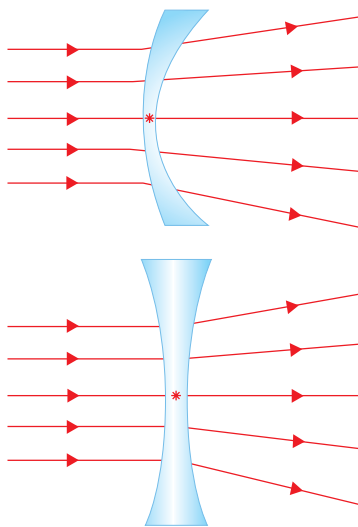
#### 凹透鏡

凹透鏡 (Concave lens)，又稱為負鏡 (Minus lens)，即中心比邊緣薄的鏡片，平行光通過負鏡會被屈折成散射光。本書以下各章節將用負鏡來代表凹透鏡，近視患者只要配上合適度數的近視鏡，就可以恢復正常視力。傳統上，凡近視均配負鏡。

#### 凸透鏡

凸透鏡 (Convex lens)，又稱為正鏡 (Plus lens)，即中心比邊緣厚的鏡片，平行光通過凸透鏡會被屈折成集合光，並形成焦點，凸透鏡有放大效果，適合配戴來協助閱讀。傳統上，凸透鏡多用來矯正遠視和老花眼，中年和老年人眼睛調節機能衰退，看近物時對焦困難，故

(圖 3B)

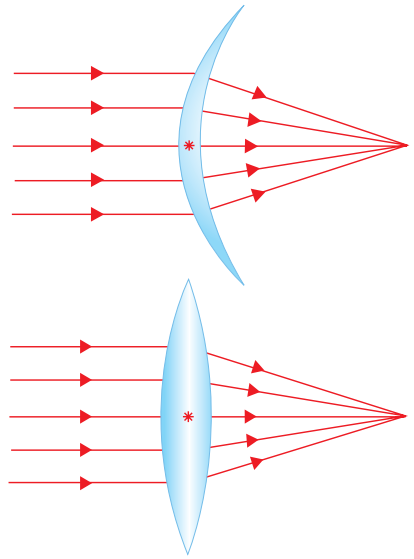


凸透鏡被稱為老花眼鏡。在此，筆者有必要為凸透鏡「正名」，因為老花眼鏡這個名稱，使人聯想只有老人家才戴，令人產生不必要的抗拒。在外國凸透鏡稱為閱讀鏡 (Reading glasses)，筆者覺得凸透鏡應該稱為正鏡或正視鏡較為妥當，故本書以下各章節均以正視鏡代表凸透鏡。

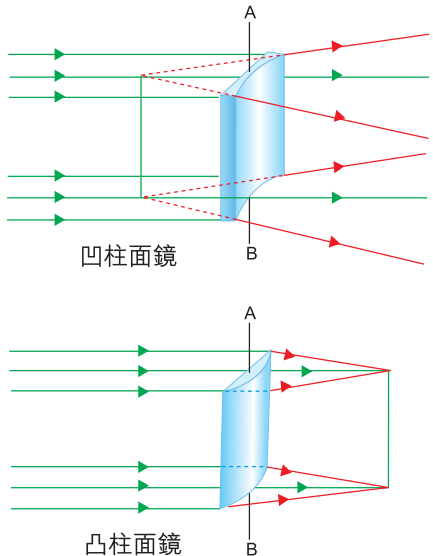
### 柱面鏡

柱面鏡 (Cylindrical lens)，又稱為圓柱形透鏡，鏡像剖開一截圓管，是矯正散光的鏡片，又可分圓柱型凹鏡和圓柱型凸鏡兩種。散光因眼角膜弧度不平均，平行光線進入時，受到不同程度的屈折，聚成的焦點落在視網膜前或後，而且距離不等，結果無論遠近景物都失真。用柱面鏡能矯正散光，將光線正確屈折，從而準確聚焦。

(圖 3C)



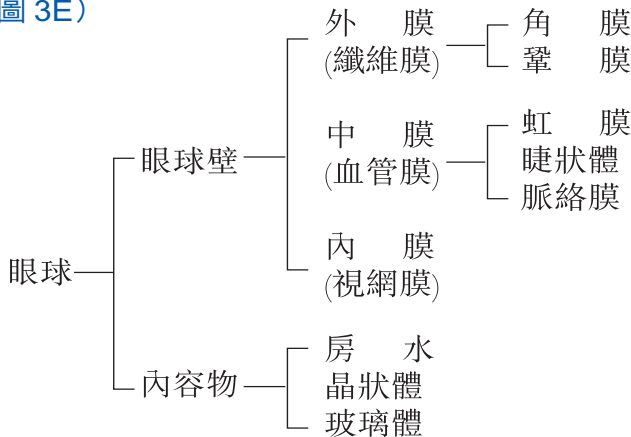
(圖 3D)



## 奇妙的眼睛結構

眼睛被譽為靈魂之窗，人類對外界的認知，超過80%來自視覺，眼睛雖小，結構卻極之精細，所以說良好視力是上天賜予的無價寶。眼球內外主要分為三大層（見圖3E），從正面看，眼睛包括了眼白（鞏膜）、瞳孔、虹膜及角膜等幾個部份，而從眼球橫切面可見，眼睛各個部份（見眼睛結構圖3F）

(圖 3E)



### 角膜 (Cornea)

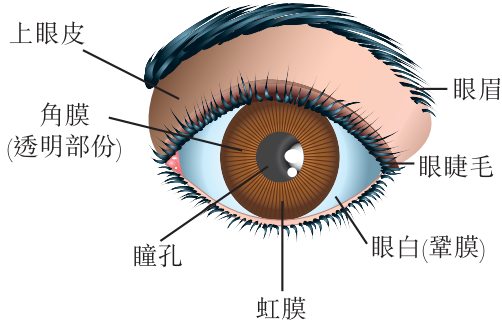
眼睛的外層結構，角膜位於正前方，俗稱黑眼珠，本身是透明組織，沒有血管，表面光滑，是光線進入眼球的窗戶。

### 虹膜 (Iris)

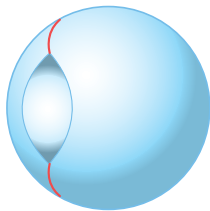
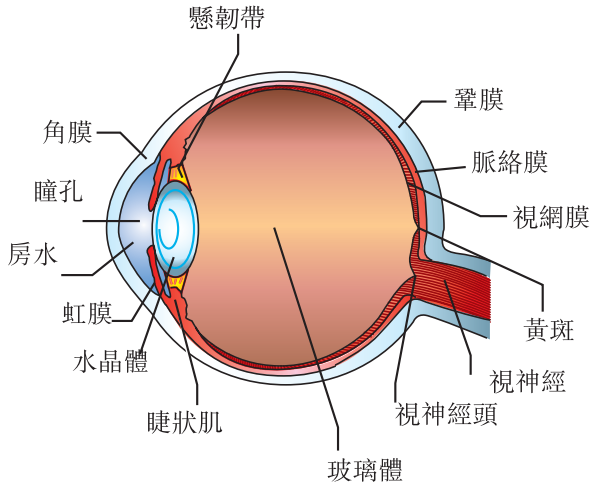
大部份是由微小圓環狀的簾幕組成，收縮放鬆可改變瞳孔大小，由副交感神經控制，隨光線強弱而自行調整，虹膜也是決定眼睛顏色的部份。

(圖 3F)

### 眼睛正面圖



### 眼球切面圖



### 眼球簡單結構圖

## 瞳孔 (Pupil)

是虹膜中心的開口，瞳孔直徑大小，控制進入眼球內的光線量，就像相機裡的光圈。

## 鞏膜 (Sclera)

鞏膜連接在角膜的後方，即眼白部份包圍整個眼球，不透明結構，較堅牢相當於照相機的外殼，眼球的內層則由脈絡膜及視網膜覆蓋著。

## 脈絡膜 (Choroid)

眼球內夾於鞏膜與視網膜中間，前面與睫狀肌及虹膜連接，包含很多血管部份。

## 視網膜 (Retina)

眼球內薄如紙般的神經膜層，由數以億計特殊的感光細胞所組成，對進入眼內的光線發生反應，產生視覺訊號，再由視神經傳送至大腦中樞產生視覺，故視網膜相當於照相機的感光底片。

## 黃斑 (Macula)

在視網膜上感光最敏銳，感光細胞最密集的地方的點，稱為黃斑 (Macula)，它位於視神經乳頭的外側，也是眼球後方的中心部。

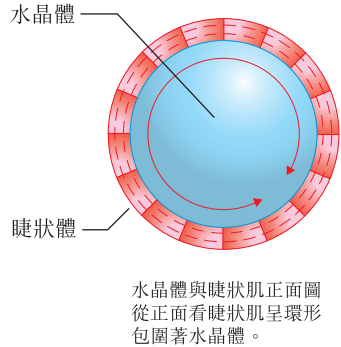
## 玻璃體 (Vitreous)

是一種沒有組織結構，透明軟膠狀的物質，填充在眼球後空腔內，支撐眼球的主要物質，光線穿過玻璃體到達視網膜。

## 水晶體 (Lens)

又稱為晶狀體 (見圖3G)，位於虹膜與玻璃體之間，是一種雙凸球鏡片狀，富有彈性之透明體，直徑約9mm、厚度約4mm，四周以無數條透明韌帶和睫狀肌相連，水晶體可變厚變薄，令不同距離的景物聚焦在視網膜上。

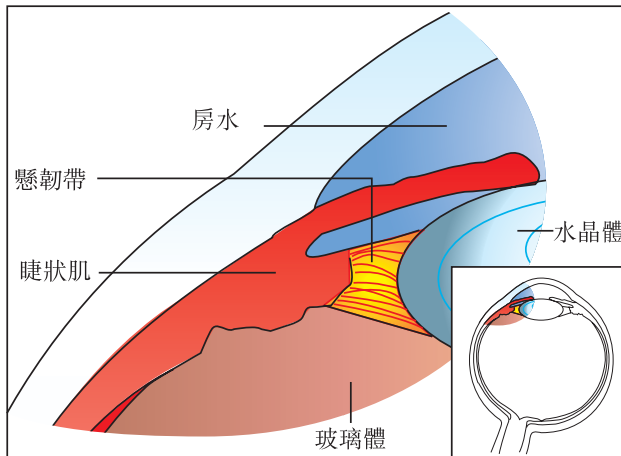
(圖 3G)



## 睫狀肌 (Ciliary Muscle)

又稱為調節肌，睫狀體連接在虹膜的後方呈環形，它的組織結構由交感神經支配，是一組不自主的肌肉，睫狀肌收縮則環變小，水晶體便增厚，當睫狀肌鬆弛則環變大，水晶體便拉薄。睫狀肌控制水晶體屈光度的能力，稱為調節，又稱為聚焦。

圖 3H：睫狀肌切面圖



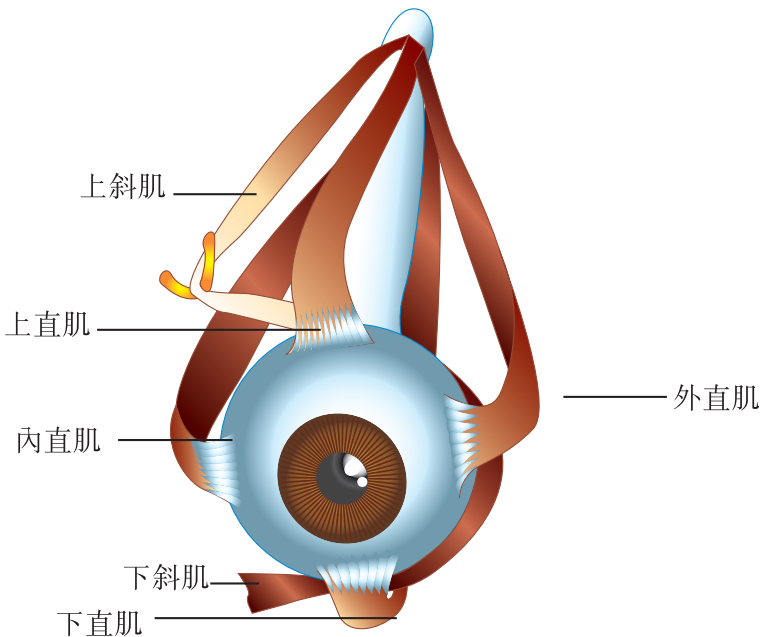
## 視神經 (Optic Nerve)

連繫眼睛與大腦的橋樑。

## 眼外肌 (Ocular Extrinsic)

為眼球附屬器官，在眼球外面，包括內直肌、外直肌、上直肌、下直肌、上斜肌和下斜肌，功能是轉動眼球和固定眼球。(見圖3I)

圖 3I：眼外肌結構圖



在眼球外面的眼外肌，功能在於轉動和固定眼球：包括內直肌、外直肌、上直肌、下直肌、上斜肌和下斜肌。

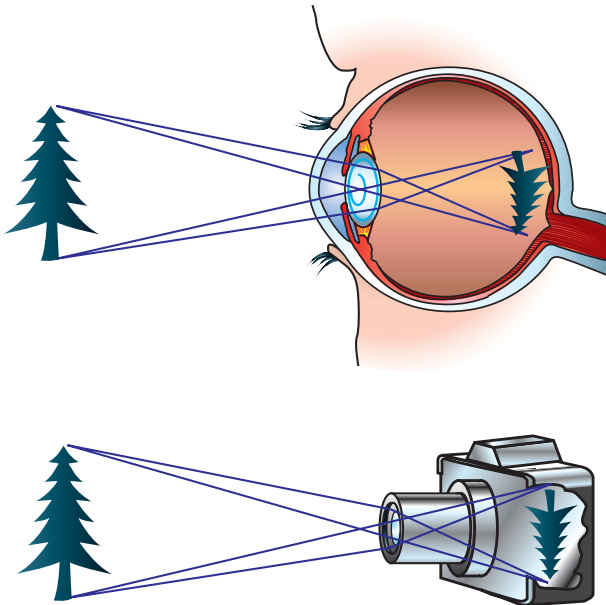


## 超級照相機——眼睛

眼睛的結構和照相機很相似（見圖3J），角膜和水晶體，將外界的光線聚合屈折，並對焦成清晰影像，就好像照相機的鏡頭，虹膜中央的瞳孔，就好比照相機的光圈，我們的視網膜就相當於底片或數碼感光裝置。

眼睛可說是動態的全自動照相機，具備全自動及全天候功能，在不同環境下，均能調校至最理想的效果。

圖 3J：眼睛和相機的結構都頗類似



眼睛和相機的光學結構頗類似，景物無論在眼睛的視網膜或相機的感光底片形成影像，都是倒轉過來的。

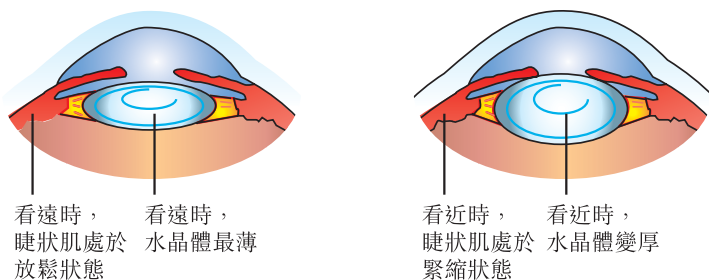
在昏暗環境下，瞳孔會盡量擴大，讓更多的光線進入眼睛。看遠時，睫狀肌放鬆調較遠焦距，看近時睫狀肌會緊縮，令水晶體變厚，增強屈光力量，調校至近焦距。

眼睛無時無刻都進行這種自動調節，有趣是我們自己對眼球內部的調校渾然不覺。然而，我們過份使用這些功能時，眼力消耗過度也不知，並因而出現結構上的變化，到出現看遠模糊徵狀，便開始有近視。

## 眼睛對焦機制

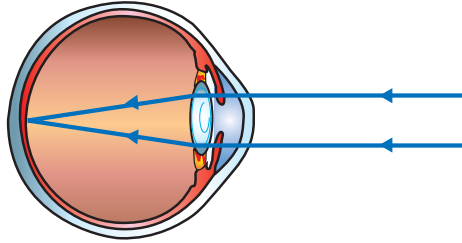
重溫過光學常識和眼睛結構後，我們將進入探討近視的重要課題，要了解近視的成因，必需了解人類眼睛的調節機制 (Accommodation)：眼睛和相機都要經過對焦過程，才能分辨清楚不同距離的景物，相機靠變動鏡片與底片之間的焦距，自然界中，魚類利用晶狀體前後移動來對焦，鳥類改變角膜彎曲弧度。而人眼則透過調節眼球內水晶體厚度來對焦。

(圖 3K)



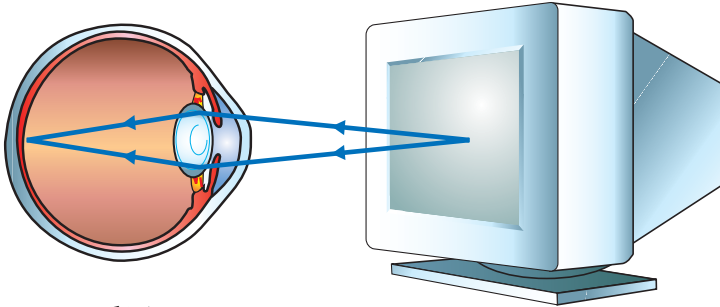
解釋：水晶體富彈性，眼睛倚靠水晶體變厚變薄來對焦。

圖 3L：眼睛看遠和看近的調節比較圖



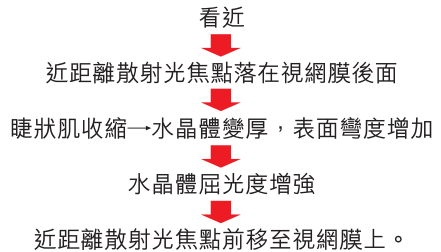
看遠

看遠時，睫狀肌處於放鬆狀態，水晶體最薄，遠方的平行光進入眼睛，清楚聚焦在視網膜上。



看近

看近時，睫狀肌要收縮，令水晶體變厚，屈光度增強，近處而來的散射光，聚焦在視網膜上。



眼睛觀看遠方的景物時，睫狀肌處於放鬆狀態，水晶體最薄，景物的焦點便能落在視網膜上。但看近時，如閱讀或用電腦時，近處景物發出光線皆是散射的，如果睫狀肌仍維持放鬆，焦點便落在視網膜後，景物便會變得模糊，眼睛唯有增強屈光力量，透過收縮睫狀肌，令水晶體曲張變厚，水晶體表面彎度增加，增強對光線的屈折，令焦點從視網膜後移前致視網膜上，影像便變得清晰，這現象稱為眼的調節，又稱為聚焦。

正常眼睛在看遠和看近時，眼睛的調節情形如下（見圖3L）

#### 眼睛的調節力

我們眼睛無時無刻地自動對焦，至於眼睛所用的調節力大小如何衡量？根據視光學原理，視乎眼睛所注視的物體距離而定，看得越近，所需的調節力越大，視學上以屈光度（Diopter，簡寫D），來反映眼睛所出的調節力，D值愈大代表付出的調節力愈多。凡正常的眼睛看6m以內的物體都需要使用調節力。

人類眼睛的調節力會隨年齡增長而減退，因為水晶體會慢慢老化，彈性逐漸降低。小孩子時，由於水晶體極富彈性，故調節力極高，可達12D以上的調節力，而老年時，眼睛的調節力跌至只有1D，故年紀愈大，看近愈不清楚（見表3M）。

表3M：各年齡人士眼睛的調節力

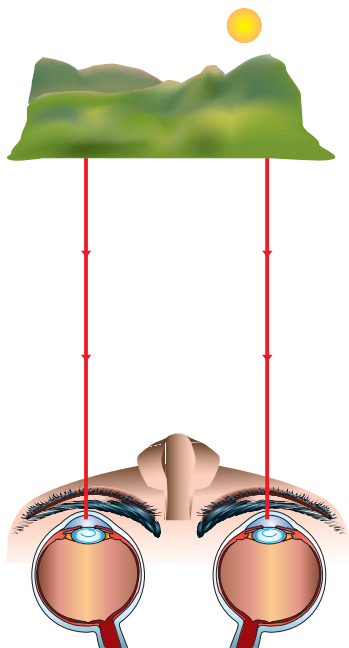
年 齡	調節力
8	14D
15	12.5D
20	11D
25	10D
30	8.3D
35	7.1D
40	5.5D
45	3.7D

## 集 合

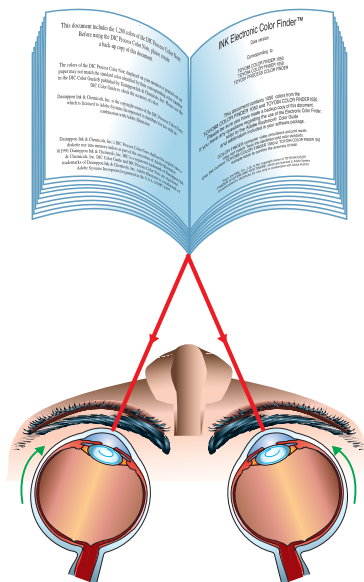
看近時，眼睛除了睫狀肌需要收縮外，雙眼還需同時向鼻子方向內轉，使雙眼視線向同一目標集中，以保持雙眼單視功能，讓視力保持立體感，此時兩眼內側的內直肌必須縮緊，若目標物距離越近，雙眼內轉幅度便越大，這種看近時雙眼向內轉的現象，稱為眼的集合 (Convergence) (見圖3N)。由此得知在看近時，調節和集合同步進行，並具互相關連的作用。有時候當眼睛感覺疲倦時，甚至會見到兩個影像，這是因為雙眼向外分開所致。

圖 3N：眼睛集合變化圖

看遠時，雙眼直望。



看近時，雙眼需內轉，以便同時望住目標物。看得愈近，雙眼內轉幅度便愈大。



「我敬愛我的老師，但我更敬愛真理。」

亞里士多德