

光學式眼軸長計測

王孟祺醫師 / 双眼明眼科診所副院長

近期各種新式水晶體的問世，白內障手術已正式進入“屈光”手術的範疇，如何精準的預測水晶體的度數，關鍵著手術的成敗，而水晶體度數的計算，最重要的即是眼軸長的測量。

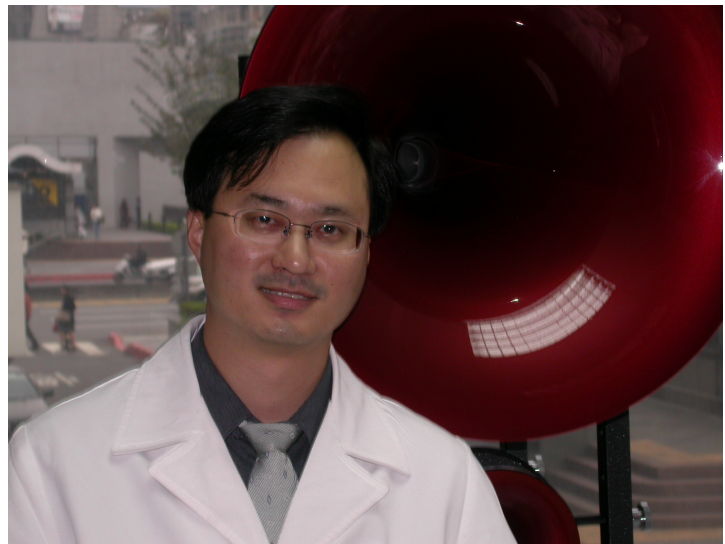
傳統測量眼軸長度是以超音波的方式計測，使用 10 MHz 左右的超音波探頭來測量內限膜 (internal limiting membrane) 反射的聲波，由於探頭的尺寸大小，測量值是中心窩及附近區域長度的平均值。由於接觸式 (applanation) 超音波探頭在測量時對眼球的壓迫，以及操作者技術上的穩定性均會影響測量值，因此其誤差大約在 -0.35 至 -0.18mm 間。雖然沉浸式探頭較不會產生眼球壓迫，但是測量的位置是否在中心窩仍有人為誤差，A 型掃描誤差約在 ± 0.05 至 $\pm 0.1\text{mm}$ 之間，B 型掃描誤差約在 ± 0.04 至 $\pm 0.08\text{mm}$ 之間。

以光學方式 (IOL master, Zeiss) 來測量眼軸長是應用 Albert A. Michelson 博士所發明的干涉儀

(interferometer) 原理，1907 年他因此發明而榮獲物理諾貝爾獎。使用 780nm 波長的紅外線雷射產生的干涉條紋來測量眼軸長，不會因為壓迫眼球而使測量值偏短，也因患者固視測量點所以可以確定測量值是在中心窩處測得，也較不易因為不同的技術員操作而產生人為誤差，可以同時提高測量的一致性與

射，因此測量值會比使用超音波測量來得長，所以在計算人工水晶體時使用的 A 常數與一般應用於接觸式超音波的常數不同，需要經過校正與最佳化。

雖然有上述的優點，光學式眼軸長計測也非全然沒有缺點，對於較硬的白內障或後囊混濁、玻璃體出血、角膜混濁等在光



王孟祺醫師

準確度。使用光波測量類似使用 40MHz 的高解像超音波，其準確度可以在 ± 0.04 至 $\pm 0.01\text{mm}$ 間，因此水晶體的度數誤差可以在 $\pm 0.25\text{D}$ 之內。由於紅外線是在 Bruch's membrane 反

介質路徑上阻礙光線行進的疾病，往往無法測量出眼球的長度。相反的，在後葡萄膜腫或有矽膠油的眼球，傳統的超音波測量誤差非常大，光學式眼軸長計測此時可彌補超音波

之不足。

要獲得好的測量值，在測量時要確定患者有好的固視，所以患者如果有高度近視或無水晶體，最好配戴眼鏡做測量。測量時要注意測量的位置是否有好的干攝波，並在瞳孔中央不同地區測量，正確且反覆重現的干攝波形才是好的測量。

有些情況必需注意測量值可能有誤。在測量植有人工水晶体的眼球（需要重新置換水晶體時），由於人工水晶體會反射光線，在測量時可能造成偏短的干攝波測量值，這時候要檢討測量的位置，避開水晶體的反射。

有時會有雙重的反射波，視網膜色素上皮造成的反射波峰與內限膜造成的反射波峰距離約在 150 至 350 微米間，如果內限膜的反射波峰較高，可能會低估眼球軸長，需要在波形圖上手動調整至視網膜色素上皮上。少數情況

下脈絡膜也會在視網膜色素上皮反射波後約 150 至 350 微米處造成一個反射波，有可能高估眼軸長度，也需要仔細檢視波形來調整測量的長度。

一個好的測量結果必需有良好的反射波形（似克來斯勒大樓的尖頂），訊噪比高於 1.6，最好在 2.0 以上；多次測量有好的再現性 ($SD < \pm 0.03\text{mm}$)。測量結果也要與臨床的觀察不相衝突。

水晶體計算的另一個參數角膜 k 值也同時可以使用光學計測儀 (IOL master, Zeiss) 測量出來。在測量之前避免點用藥物或做接觸式的檢查，如角膜厚度或接觸式的眼壓計。測量前也最好能夠停戴隱形眼鏡。也可以使用自動驗光機測得的 k 值做為計算的參數，但是最好使用曲率半徑值來計算，以免因為各機形內定折光係數 (refractive index) 不同，在轉換成角膜屈光度 (power) 時

造成誤差。

水晶體計算公式的選擇應視眼軸長度不同而定，24.5mm 以上的眼軸長以 SRK-T 及 Holliday-1 兩種公式較為準確，22.5mm 以下的短眼軸則以 Hoffer Q 公式計算較佳。儀器內建的 Haigis 公式可以應用在各種不同的眼軸長度，尤其接受過屈光手術的患者可以使用 Haigis-L 公式來計算，省卻不少麻煩。

初使用 IOL master 可以配合超音波測量結果來選擇水晶體度數，收集約 50 個案例後可以使用這些案例的術後結果來校正應用於 IOL master 所應使用的 A 常數，並對術者本身做最佳化的調整。也可以在使用者網站上查詢到建議的最佳化常數。

IOL master 是極為準確的測量工具，也是現今白內障手術使用各種高階水晶體不可或缺的工具。