Chung Shan Medical Journal 2011; 22: 1-8

Original Article

利用虹膜辨識系統施行前導波準分子雷射手術後高階像差變化之研究

孫涵瑛[1*] 張正忠[2] 李嘉宏[2] 洪啓庭[3] 葉上民[1] 卜文世[1]

[1]中山醫學大學 視光學系
[2]三軍總醫院 眼科部
[3]國軍高雄總醫院 眼科部

前言：本研究針對前導波導引準分子雷射手術(wavefont guided LASIK, W-G LASIK)流程深入探討，利用虹膜紋路辨識定位系統(iris registration, IR)校正因測量和施行手術時姿勢不同，造成眼睛轉動量(cyclotorsion)、術後視力、高階像差變化，與傳統手術方式是否有臨床以及統計上之差異。

材料與方法：傳統人為方式標記病人的角膜記號，比對前導波像差儀之虹膜紋路辨識定位系統，是否因肢體姿勢不同而產生眼球轉動量，以及利用虹膜紋路辨識定位系統(IR組)與傳統手術方式(NIR組)術後高階像差的差異。

結果：54位受測者(52隻右眼，53隻左眼)，球面度數為+2.0D~-7.0D，散光度數-3.0D以下。右眼(52隻眼)平均值為逆時針轉動2.4±3.8度，左眼(53隻眼)平均值為順時針轉動2.7±2.9度，平均外旋的量為2.7±2.9度。接受雷射屈光手術患者共14位，NIR組受測者8位16隻眼睛，平均年齡為32±5歲；IR組受測者6位12隻眼睛，平均年齡為30±6歲。術後IR組引起高階像差0.14±0.05微米(μm)，NIR組引起高階像差0.47±0.09微米(μm)。

結論：國人於坐姿和躺姿不同時，眼球會產生2.6±2.0度轉動量。利用虹膜紋路辨識定位(IR)系統施行前導波導引準分子雷射手術，術後引起高階像差以及第三、四、六階像差引起量在統計上顯著的減少。

關鍵詞：眼球轉動量、高階像差、虹膜紋路辨識定位系統

前言

眼科手術中眼睛移動或轉動將會影響術後結果，包括雷射屈光手術。屈光手術中會影響雷射矯正準確度的兩項主因，(一)、瞳孔大小不同：介於亮度不同處進行術前，前導波測量以及施行雷射矯正時等不同時間點，會因瞳孔大小不同影響治療效果；(二)、視軸改變會造成眼睛偏移：手術過程中肢體姿勢不同而影響視軸方向，將會造成的眼睛轉動誤差[1]。

因為準確度而受影響的因子包括：像差(Aberration)、繞射(Diffraction)、散射(Scatter)等。理論上，只要消除或減少影響因子，矯正後視覺品質將會提升，其中又以像差影響最大。物理上而言，當光線通過不同的介質將產生折射，導致影像傳至觀測點時便可能產生焦點不一的模糊現象。對人眼而言，物體光線經過眼內不同組織，如角膜、水晶體及眼內的房水、玻璃體投射至視

* 通訊作者：孫涵瑛
通訊地址：40242台中市南區大慶街二段100號
聯絡電話：04-24730022 分機17222
電子信箱：hanying@csmu.edu.tw

網膜上，對光線產生折射造成不同程度的影像差異度。臨床眼科角度，分為：

低階像差(Low order aberrations, LOAs)：第一級至第二級像差，一般所謂近視、遠視及散光等屈光不正現象，其中低階像差約佔總像差85%左右。

高階像差(High order aberrations, HOAs)：第三級至第八級像差，細微且不規則的屈光異常。相對而言，像差位階越高佔總像差比例越低，高階像差總約佔15%，但是高階像差量測會因受測者調節狀態、環境等多項因素而改變。

然而，不論是利用放射狀的角膜切開術(Radial Keratotomy, RK)到準分子雷射屈光角膜成型術(Photo-Refractive Keratectomy, PRK)，至現今最普遍的屈光角膜內層重塑術(Laser Assisted in Situ Keratomileusis, LASIK)進行矯正，手術過程中皆會引起高階像差的增加[2-7]。雖然矯正低階像差，但術中引起新的高階像差，將會影響術後視力品質，造成後遺症如：眩光、光圈或於暗狀態下，視力較模糊的抱怨[8-9]。故除矯正低階像差外，減少術中引起的高階像差已成為精進的目標。前導波像差分析儀結合雷射屈光矯正手術，矯正低階像差及降低術後高階像差產生，提升視覺品質。前導波準分子雷射屈光矯正手術(Wavefront-guided laser, W-G LASIK)，有60.7%患者術後視力進步1-3行，平均高階像差(HOAs)減少47%(0.62μm)[4]。而接受過傳統雷射屈光矯正(LASIK)而有剩餘近視、遠視、散光或一些夜間視力抱怨患者，再使用W-G LASIK矯正，患者之屈光度變為±0.5D，未戴鏡最佳視力也從6/7.5(SD±0.1D)進步至6/5(SD±0.1D)，患者之視力至少進步一行[10]，且大部份患者可解決術前的症狀；術後高階像差平均總量也從1.04(SD±0.22)降至0.46(SD±0.14) μm，且有59%患者在低對比敏感度測試時有較好的表現[11]。

文獻中利用Maddox double rod、試鏡架、videokeratography等不同方式測量病人坐立以及平躺時不同姿勢產生眼睛的轉動，眼睛轉動角度在休息狀態下，大約在2.2度內，而經過藥物散瞳後甚至達約15度。手術前病人係坐立量測像差數據，但手術過程為平躺進行矯正，不同姿勢約有2-7度的眼睛轉動量[12-14]，此由眼睛轉動造成的誤差，對於散光度數及像差最為重要[14]。在雷射治療屈光不正手術中，因切削不準確會導致術後高階像差增加[12]。關於因姿勢改變引起的眼睛轉動，對於屈光雷射矯正的手術結果造成多大的影響，在眼科學界上都在深入探討中。

雷射治療屈光不正手術量測與進行雷射治療時姿勢不同所造成眼睛轉動誤差，會誘發多餘高階像差。若手術時產生6度以上的散光軸度偏差，會導致約20%的散光殘留[15]。利用單眼及雙眼注視測量散光軸變化，發現單眼注視時產生較大量眼睛轉動[16]。一般進行雷射屈光矯正手術為單眼接受治療，可能會產生大量眼睛轉動量而影響術後矯正結果。屈光雷射術後3至6個月後，大約有-0.60D剩餘散光，此結果可能與量測以及治療姿勢不同而產生向量誤差有關[17]。分析矯正手術後一個月，散光的軸度誤差值約有逆時針7.6±26.6度，6個月後約有逆時針1.1±23.9度[17]。

利用虹膜紋路辨識(Iris Registration, IR)作為手術施行時定位方式，降低因姿勢不同而造成的術後誤差。虹膜紋路就如指紋，發生相同的機率低於七十億分之一，其辨識原理是將虹膜紋路數位圖像轉換為數位代碼，以精確的影像作為比對依據。手術前藉著前導波像差儀擷取虹膜上24個參考點標記定位點再比對雷射儀對應參考點，兩者比對計算眼睛轉動角度及偏移量，自動追蹤對位和代償轉動角度，準確核對雷射治療區域，以確保雷射發射時與患者治療區吻合，提高手術精準性，並提供更安全、更確實的矯正。

材料與方法

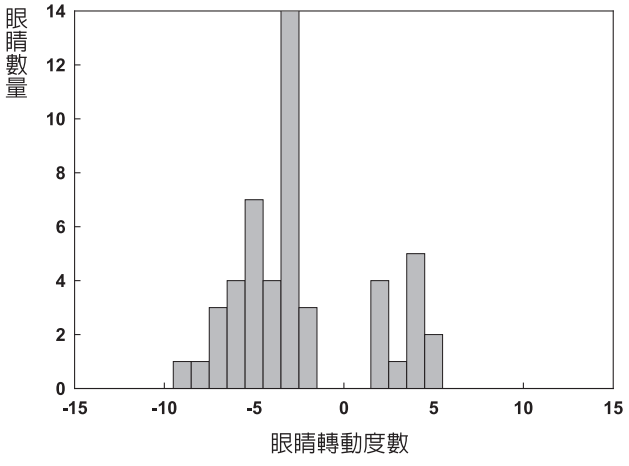
收集54位國人，105例眼睛(52例右眼，53例左眼)，年齡從20至30歲，最佳矯正視力6/6(1.0)以上。由三總眼科部張正忠主任在裂隙燈之下利用標記筆(mark pen)於54位受測者眼球鞏膜邊緣角膜上三點鐘與九點鐘方向以標記筆作記號，再使用前導波像差儀(VISX® Wavescan Aberrometer)上利用880 nm紅外光(infrared illumination)，擷取受測者坐立時的虹膜影像特殊點作為參考點。受測者平躺於準分子雷射儀(VISX STAR S4 IR Excimer Laser System Excimer Laser System)，以顯微鏡將準分子雷射儀之雷射十字網，對準標記筆作於角

膜上三點鐘與九點鐘的記號，認定位後再啟動前導波導引系統之瞳孔紋路辨識系統擷取受測者躺姿參考點，準分子雷射儀擷取虹膜的影像紋路比對前導波像差儀參考點之數位代碼，換算造成眼睛轉動的度數。

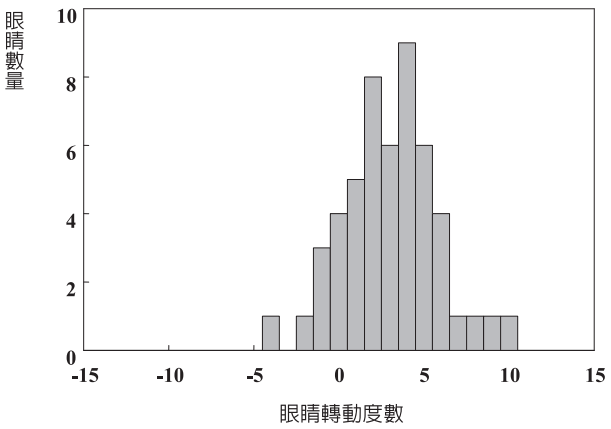
研究對象需年滿20歲，6個月內之屈光不變化不超過-0.50D，術前停止配戴隱形眼鏡至少兩週(角膜趨於穩定狀態)。利用虹膜辨識系統施行前導波準分子雷射手術後高階像差變化，實驗組進行前導波像差儀量測擷取對應點；對照組於利用傳統於鞏膜邊緣角膜上三點鐘與九點鐘方向以標記記號，再利用雷射十字網對準記號，開始施行雷射屈光治療。實驗組運用準分子雷射儀虹膜紋路辨識系統比對前導波像差分析儀擷取之參考點，自動定位校正後實施雷射屈光治療。比較兩組術後視力、總像差數值、以及術後引發高階像差量等差異。

結果

眼球轉動量(Cyclotorsion)差異研究中，以手術者觀點來定義，X軸正值為順時針轉動方向；負值為逆時針轉動方向。將所有受測者眼總和(共105隻眼睛)分析，眼睛轉動量範圍為順時針10度至逆時針9度，平均轉動量為2.6±2.0度，88.57%受測眼睛轉動量超過2度。將左右眼分開來分析，右眼(52隻眼)眼睛轉動量，平均值為逆時針轉動2.4±3.8度；如圖一；左眼(53隻眼)的眼睛轉動量，平均值為順時針轉動2.7±2.9度；如圖二。



圖一：受測者之右眼轉動度數眼數量分布圖



圖二：受測者之左眼轉動度數 / 眼數量分布圖

在此實驗數據中，以眼睛旋轉方向來分析，顯示54位受測者中的48位眼球轉動為外旋，只有4位受測者為內旋，2位受測者沒有眼球轉動。平均外旋的量為2.7±2.9度(96隻眼睛)，此數值和坐姿當成基準值(轉動量為零度)比較，有統計上顯著差異($t = 4.6$, $P < 0.01$, 自由度$df = 102$)。

比較虹膜紋路辨識定位(IR)系統施行前導波準分子雷射手術，術後高階像差變化與未使用虹膜紋路辨識定位(NIR)系統之差異。未利用虹膜紋路辨識定位(NIR)組受測者8位16隻眼睛，平均年齡為32±5歲(範圍為24~44歲)，球面度數平均為-5.01±1.00D(範圍為-2.93~-6.27D)，散光度數平均為-1.19±0.83 D(範圍為-0.36~-2.73D)。利用虹膜紋路辨識定位(IR)組受測者6位12隻眼睛，平均年齡為30±6歲(範圍為23~40歲)，球面度數平均為-5.00±1.42D(範圍為-3.15 ~ -7.31D)，散光度數平均為-1.33±0.89D(範圍為-0.25~-2.78D)；如表一。

表一：NIR組和IR組受測者基本資料表

	NIR組	IR組
眼數(隻)	16	12
年紀(歲)	32±5 (範圍24~44)	30±6 (範圍23~40)
球面度數(D)	-5.01±1.00 (範圍-2.93~-6.27)	-5.00±1.42 (範圍-3.15~-7.31)
散光度數(D)	-1.19±0.83 (範圍-0.36~-2.73)	-1.33±0.89 (範圍-0.25~-2.78)

裸視力：不管NIR組或IR組中九成受測者術後一星期及一個月視力達6/6.7(0.9)。NIR組術後一個月僅有一例眼睛視力未達到6/6(1.0)，其餘視力皆達20/20(1.0)以上，術後一個月平均裸視力logMAR為-0.04±0.06。IR組術後一個月僅有一例眼睛視力未達到6/6(1.0)，其餘皆達視力6/6(1.0)以上，術後一個月平均裸視力logMAR為-0.03±0.04，兩組術後視力未達統計上顯著差異；如表二。

表二： NIR組和IR組術前術後度數變化表(球面、柱面度數、裸視力)

	NIR組		IR組	
時間	術前	術後(一個月)	術前	術後(一個月)
球面度數	-5.01±1.00	+0.04±0.62	-5.00±1.42	-0.10±0.53
柱面度數	-1.19±0.83	-0.54±0.24	-1.33±0.89	-0.64±0.37
視力logMAR		-0.04±0.06(註)		-0.03±0.04(註)

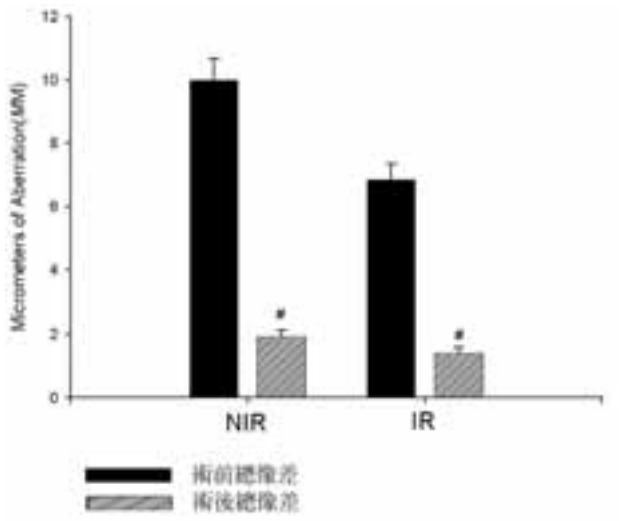
註: IR組以及NIR組之術後視力 logMAR為裸視力
(視力6/7.5，logMAR值為0.08；視力6/6.7，logMAR值為0.04；視力6/6，logMAR值為0；視力6/5，logMAR值為-0.08；視力6/4，logMAR值為logMAR -0.18)

屈光度(球面度數和散光度數)：NIR組術前球面屈光度為-5.01±1.00 D，散光度為-1.19±0.83 D；術後球面屈光度降至+0.04±0.62 D，達統計上顯著差異(P<0.01)，散光度數降至-0.54±0.24 D，較術前明顯下降，達統計上顯著差異(P<0.05)。IR組受測者術前球面屈光度為-5.00±1.42 D，散光度-1.33±0.89 D；術後球面屈光度降至-0.10±0.53 D，達統計上顯著差異(P<0.01)，散光度降至-0.64±0.37 D，較術前有明顯下降，達統計上顯著差異(P<0.05)。

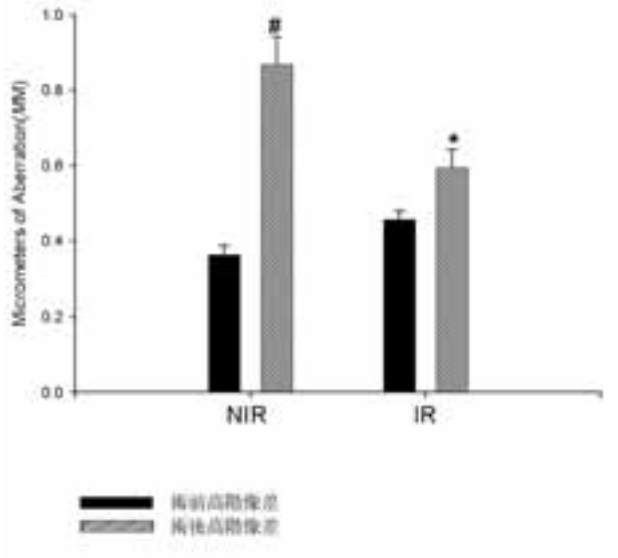
總像差RSM值(All RMS)：NIR組受測者術前總像差RSM值(All RMS)為10.00±0.66微米(μm)，術後明顯降至1.92±0.20微米(μm)，達統計上顯著差異(P<0.01)；如圖三。IR組受測者術前總像差RSM值(All RMS)為6.86±0.50微米(μm)，術後明顯降至1.41±0.16微米(μm)，達統計上顯著差異(P<0.01)；如圖三。兩組術後剩餘總像差RSM值未達統計上差異(p=0.13)。

高階像差RSM值(HOA RMS)：NIR組受測者術前高階像差RSM值為0.36±0.02微米(μm)，術後為0.86±0.07微米(μm)，術後和術前比較有統計上顯著的增加(P<0.01)；如圖四。IR組受測者術前高階像差RSM值為0.46±0.02微米(μm)，術後明顯增至0.59±0.05微米(μm)，達統計上顯著差異(P<0.01)；如圖四。術後IR組引起高階像差0.14±0.05微米(μm)較NIR組引起高階像差0.47±0.09微米(μm)低，且兩組間比較達統計上顯著差異(p<0.05)；如圖五。

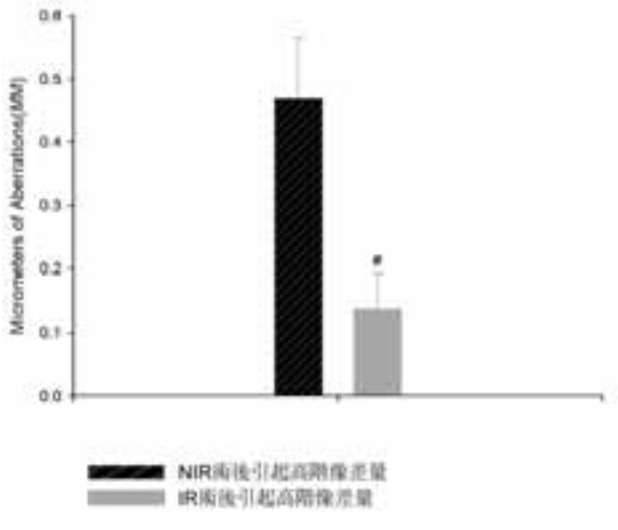
高階像差之各分組像差：NIR組第三、四、五、六階像差總和來看，術前第三階像差為-0.11±0.05微米(μm)，術後為-0.54±0.11微米(μm)，術後比術前明顯往負向增加；第四階像差術前為0.05±0.03微米(μm)，術後為0.50±0.07微米(μm)；第五階像差術前為0.02±0.02微米(μm)，術後為0.03±0.03微米(μm)；第六階像差術前為-0.004±0.01微米(μm)，術後為0.06±0.02微米(μm)，術後比術前明顯往正向增加，術後第三、四、六階像差和術前比較，均達統計上顯著差異(p<0.01)；第五階像差術前術後比較，未達統計上顯著(p=0.733)；如圖六。



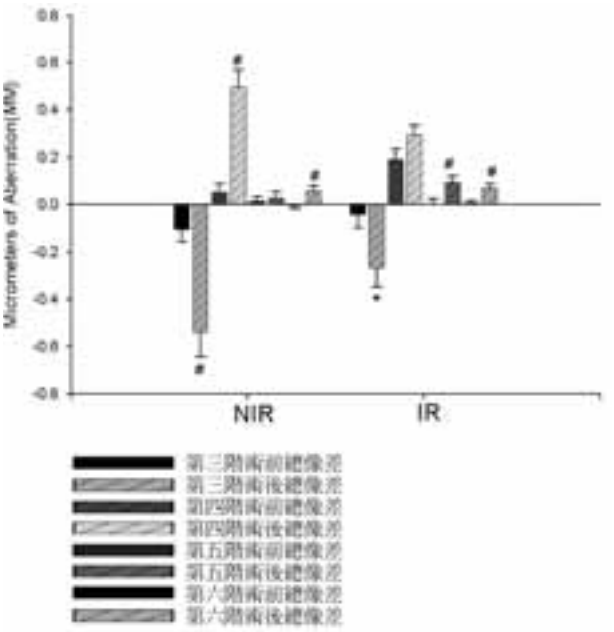
圖三： NIR組和IR組術後總像差變化
X軸為組別，Y軸為像差；單位為微米(Micrometers;μm)
術前術後比較達統計差異(p<0.01)



圖四： NIR組和IR組術後高階像差變化
X軸為組別，Y軸為像差；單位為微米
(Micrometers;μm)
* 術前術後比較達統計差異(p<0.05)
# 術前術後比較達統計差異(p<0.01)



圖五： NIR組和IR組術後引起高階像差變化
X軸為組別，Y軸為像差；單位為微米
(Micrometers;μm)
術前術後比較達統計差異(p<0.01)



圖六： NIR組和IR組第三、四、五、六階像差術後變化
X軸為組別，Y軸為像差；單位為微米
(Micrometers;μm)
* 術前術後比較達統計差異(p<0.05)
# 術前術後比較達統計差異(p<0.01)

討論

一般而言，眼睛於休息狀態時轉動量不會超過15度。利用Maddox double-rod、rocking、Jackson cross cylinder 等測量方法比較肢體姿勢不同時散光軸度的變化[18-19]，結果在軸度變化無統計上顯著差異，但與本研究利用更精確的虹膜紋路辨識定位系統所得到結果有異。

雙眼注視目標時，不論肢體姿勢是否不同，眼睛轉動量無統計上顯著差異[16]。但前導波像差儀測量及準分子雷射手術都是在單眼下執行，故所得結果也不盡相同。本研 究右眼平均轉動量為逆時針(外旋)2.4±3.8度，左眼平均轉動量為順時針(外旋)2.7±2.9度。其中28例眼睛(佔全部29%)是超過5度以上眼球轉動，此結果和先前利用不同測量散光軸方式量測不同姿勢軸度改變量類似[20]。利用前導波像差儀測量所得數據為右眼逆時針(外旋)量為2.0±2.9度，左眼順時針(外旋)量為2.2±3.0度[19]；及利用Alcon 準分子雷射(Orlando,Florida)和LADARVision準分子雷射比較，得到右眼逆時針(外旋)量3.8±3.7度，左眼順時針(外旋)量4.2±3.6度[17]。本實驗量測國人因肢體姿勢改變引發眼睛轉動量，和

國外各學者實驗所得結果相似。

導致雷射屈光手術視軸對位不正的原因可能和頭部位置、眼睛移位、及眼睛轉動有關[16]。因頭部位置改變引起眼睛移動及轉動由視神經及內耳接收訊息，再進行反應動作。眼睛的移動和眼部肌肉互相協調支配，而轉動方向及轉動量取決於眼軸注視的方向(Donder's Law)。當眼睛聚合時會伴隨眼球外旋產生[21]，不過真正的眼球外旋機轉尚未完全清楚，推測當進行手術時，受測者過度緊張以致用力注視手術燈，造成眼睛聚合力增加，滑車神經活性減弱，所以眼睛上斜肌放鬆、下斜肌收縮，眼睛呈現外旋現象。

Bera[12]和Guirao[13]等學者描述在手術中當眼睛轉動角度誤差超過2度，可能就會引起術後高階像差的產生。IR組及NIR組，術後總像差皆有顯著的降低，此數據和Hammer 等學者研究結果相似[22]。不論是RK[8]、PRK[23-24]和LASIK[5-7]等矯正手術皆會引起術後高階像差增加。術後高階像差可能來自兩部分：(1). 術前已存在的高階像差，Levy[27]等學者研究發現視力極佳的人(未矯正視力>6/5)也存在有高階像差，且和年紀、左右眼不同無關聯性，但左右眼之間有高度相關性[23,26]；高階像差和近視者與否尚無統計上顯著差異，和度數高低之間也無關聯性[22]。(2). 研究發現瞳孔大小會影響術後高階像差增加量，當治療時瞳孔越大引起術後高階像差的量也就越小[27-28]。治療區等於瞳孔者術後高階像差引起量為治療區大於瞳孔大小者之2倍；是治療區小於瞳孔者1/2倍[27]。故治療時瞳孔大小跟術後引起的高階像差量有很大的關聯性，故本實驗前導波像差分析儀都是擷取瞳孔大於6mm時之像差值。

雖然利用前導波準分子雷射術，術後引起的高階像差會降低，但是術中還是引起新的高階像差產生[22]。本實驗中不論IR組或NIR組，術後皆引起大量高階像差產生，和術前比較達統計上差異($p<0.01$)。因為手術過程中製作角膜皮瓣，再予以角膜基質施行雷射治療，角膜在手術過程當中為最主要受衝擊的器官，所以引起大量高階像差產生[29]。本實驗術後結果，IR組術後高階像差引起量減少，且達統計上差異($p<0.01$)，故利用虹膜辨識系統術會使術後高階像差產生量減少。

利用虹膜上特殊定位點是一種可信度高的定位方式[1]，由本實驗數據得知利用虹膜紋路辨識定位系統補償因姿勢不同產生的眼睛轉動量比傳統定位方式，術後高階像差引起量在統計上顯著減少。在手術過程中使用虹膜紋路辨識定位系統以及注意頭部位置的調整，可以較精準確認欲治療氣化之角膜範圍、治療深度，減少術後高階像差的產生，增加有效的雷射治療，使治療過程更加有效。

致謝

感謝美軍空軍視覺整合功能實驗室主任鄒鴻鵬博士提供許多相關資料；以及三軍總醫院張正忠主任給予臨床上的支持及指導。

參考文獻

1. Dimitri A, Chernysk. From Wavefront Device to Laser: An Alignment Method for Complete Registration of the Ablation to the Cornea. Journal of Refractive Surgery Health & Medical Complete. 2005; 21: 463-8.
2. Chalita MR, Xu M, Krueger RR: Correlation of aberrations with visual symptoms using wavefront analysis in eyes after laser in situ keratomileusis. J Refract Surg. 2003; 19: S682-6.
3. Llorente L, Barbero S, Merayo J, et al.: Total and corneal optical aberration induced by laser in situ keratomileusis for hyperopia. J Cataract Refract Surg. 2004; 20: 203-16.
4. Montés-Micó R, Charman WN: Choice of spatial frequency for contrast sensitivity evaluation after corneal refractive surgery. J refract Surs. 2001; 17: 646-51.
5. Moreno-Barriuso E, Lloves JM, Marcos S: Ocular aberrations before and after myopia corneal refractive surgery:LASIK-induced changes measured with laser ray tracing. Invest Opthalmol Vis Sci. 2001; 42: 1396-403.
6. Oshika T, Miyata K: Higher order Wavefront aberrations of cornea and magnitude of refractive correction in laser in situ keratomileusis. Ophthalmology. 2002; 109: 1154-8.
7. Wang L, Koch DD: Anterior corneal optical

aberration induced by laser in situ keratomileusis for hyperopia. J Cataract Refract Surg. 2003; 29: 1702-8.
8. Applegate RA, Hilmantel G, Howland HC. Corneal aberrations increase with the magnitude of radial keratectomy refractive correction. Optom Vis Sci. 1996; 73: 583-9.
9. Hersh PS, Fry K, Blaker JW: Spherical aberration after laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg. 2003; 29: 2096-104.
10. Kanelopoilos AJ. Pe LH: Wavefront-guided enchancements using the wavefront excimer laser in symptomatic eyes previously treated with LASIK. J Refract Surg. 2006; 22: 345-9.
11. Hong X, Thibos LN: Longitudinal evaluation of optical aberrations following laser in situ keratomileusis surgery. J Refract Surg. 2000; 16: S647-50.
12. Bera S, ManceboT, Moreno-Barriuso E: Positioning tolerances for ohase plates compensating aberrations of human eye. Appl Opt OT. 2000; 39: 3413-20.
13. Guirao A, Williams DR, Cox IG: Effect of rotation and translation on the expected benefit of ideal contact lens. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis. 2001; 18: 1003-15.
14. Stevens J: Astigmatuc excimer laser treatment: theoretical effects of axis mis- alignment. Eur J Implat Refract Surg. 1994; 6: 310-8.
15. Swami AU, Steinter RF, Osborne WE, et al.: Rotational malposition during laser in situ keratomileusis. Am J Ophthalomol. 2002; 133(4): 561-2.
16. Jon-Fo-Sang MJ, de Faber JTHN, Kingma C, et al.: Cyclotorsion: a possible cause of residual astigmatism in refractive surgery. J Cataract Refract Surg. 28: 599-603.
17. Taylor HR, Guest CS, Kelly P, et al.: Comparison of excimer laser treatment of astigmatism and myopia. The Excimer Laser and Research Group Arch Ophthamol. 1993; 111: 1621-26.
18. Smith EM Jr, Talamo JH: Cyclotorsion in the seated and supine patient. J Cataract Refract Surg. 1995; 21: 402-3.
19. Smith EM Jr, Talamo JH. Comparison of astigmatic axis in the seated and supine position.J Refract Coneal Surg. 1994; 10: 615-620.
20. Chernyak DA: Cyclotorsional eye motion occurring between wavefront measure- ment and refractive surgery. J Cataract and refractive surgery. 2004; 30: 633-8.
21. Buhren J, Kohnen T: Factors affecting the change in lower -order and high-oeder aberrations after wavefront-guided laser in situ keratomileusis for myopia with the Zyoptix 3. J Refract Surg. 2006; 32: 1166-74.
22. Hammer T, Hey GInmann M, Naumann I, et al.: Correlation and induction of high-order aberrations after standard and wavefront-guided LASIK and their influence on the postoperative contrast sensitivity. Klin Monasbl Augenheikd. 2006; 223: 217-24.
23. Lombardo M, Lombardo G, Manzulli M, et al.: Relative contribution of central and peripheral aberrations to overall high order corneal wavefront aberration. J Refract Surg. 2006; 2: 656-64.
24. Oliver KM, Hemenger RP, Corbett MC, et al.: Conearl optical aberrations induced by photorefractive keractomy. J Refract Surg. 1997; 13: 246-54.
25. Levy Y, Segal O, Avni I, et al.: Ocular high-order aberrations in eyes with supernomal vision. Am J Ophthalmol. 2005; 139: 225-8.
26. Wang L, Koch DD: Ocular high-order aberrations in individuals screened for refractive surgery. J Cataract Refract Surg. 2003; 29: 1896-903.
27. Buhren J, Kuhne C, Kohnen T: Influence of pupli and optical zone diameter on high-order aberrations after wavefront-guided myopia LASIK. J Cataract Refract Sureg. 2005; 31: 2272-80.
28. Cheng ZY, Chu RY, Zhou XT. Zhonghua Yan Ke Za Zhi: Influence of diameter of optical Zone ablation on LASIK-induced higher order optical aberrations in mtopia. 2006; 42: 772-6.
29. Macos S, Barbero S, Llorente L, et al.: Optical response to LASIk surgery for myopia from total and corneal aberration measurements. Invest Opthalmol Vis Sci. 2001; 42: 3349-56.

Original article

To Compare the High Order Aberrations Change after Wavefront Guided Laser in Situ Keratomileusis with and without Iris Registration

Han-Ying Sun[1*], Cheng-Jong Chang[2], Jia-Hong Li[2], Homg-Chi Ting[3], Shang-Min Yeh[1], Wen-Shin Pu[1]

[1] *Department of Optometry, Chung Shan Medical University*
[2] *Department of Ophthalmic, Division of Tri-servers General Hospital*
[3] *Department of Ophthalmic, Division of Kaohsiung Armed Force General Hospital*

Purpose: Recent advances in the wavefront technique make it possible to reduce post-operative high order aberrations (HOAs) through modern refractive surgery including wavefront guided laser in situ keratomileusis (W-G LASIK). The goal of this study was to compare the postoperative visual acuity and HOAs of manual limbal markings and wavefront-guided treatment with iris-registration software in laser in situ keratomileusis (LASIK).
Methods: To determine the amount of cyclotorsion of eyeball between the measurement and surgery in 105 eyes (54 patients), we treated 28 eyes from 14 patients treated by W-G LASIK with IR (iris-registration) group or NIR (non-iris-registration) group. We compared the two group's root-mean-square (RMS) of total 3rd to 6th order HOAs.
Result: For all 105 eyes, mean ± standard deviation (SD) cyclotorsional deviation was 2.6 ± 2.0 degrees (right eye 2.4 ± 3.8 degrees counterclockwise, left eye 2.7 ± 2.9 degrees clockwise). Compared with preoperative aberrations, both IR and NIR group showed postoperative decreases in total aberration ($p<0.01$). A mean decrease in root-mean-square (RMS) of higher order aberration was noted in the IR group ($p<0.01$).
Conclusions: There was a significant difference in cyclotorsional eye movement that occurred in the transition from seated to supine position with IR technology. We conclude that that using the IR system is essential for the reduction of postoperative HOAs after W-G LASIK.

Keywords: Cyclotorsional eye movement, High order aberrations, Iris registration

* Reprints and Corresponding Author: Han-Ying Sun
Address: No. 100, Sec. 2, Da-Chin St., Taichung 40242, Taiwan
Tel: 886-4-24730022 ext 17222
E-mail: hanying@csmu.edu.tw