

第48回眼科手術学会学術総会
教育セミナー「屈折矯正手術の実践」

レーザー角膜屈折矯正手術 (PRK, LASIK, SMILE)

名古屋アイクリニック
小島隆司

角膜屈折矯正手術の歴史

- 1936: 角膜前後面切開 (Tutomu Sato)
- 1964: Keratomileusis (Jose Barraquer)
- 1970: Radial Keratotomy (Svyatoslov Fyodrov)
- 1987: PRK (Stephen Trokel)
- 1989: LASIK (Ioannis Pallikaris)
- 2007: SMILE

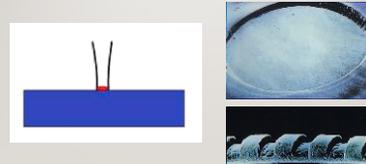
角膜切開手術
エキシマレーザー手術
フェムトセカンドレーザー手術

レーザー屈折矯正手術 (Laser vision correction, LVC)

- Surface ablation
 - Photorefractive keratectomy (PRK)
 - Laser assisted subepithelial keratectomy (LASEK)
 - Epi-LASIK
- Laser in situ keratomileusis (LASIK)
- Keratorefractive lenticule extraction (KLEx)
 - Small incision lenticule extraction (SMILE)
 - corneal lenticule extraction for advanced refractive correction (CLEAR)
 - SmartSight
 - smooth incision lenticule keratomileusis (SILK)

エキシマレーザー

- 短波長のレーザー(193nm)で分子間結合を解離させ表面を正確に切除

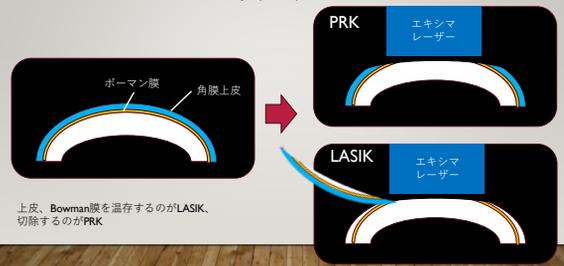


フェムトセカンドレーザー

- 長波長のレーザー (1053nm) で組織内の正確な切開
- 光切断 (photodisruption) の原理
 - 狙った深さの組織にレーザーが収束しプラズマ爆発を起こす
 - 組織がCO₂と水に分解される。
 - CO₂と水は吸収され、切断面のみが残る



Photorefractive keratectomy (PRK)とLASIKの違い

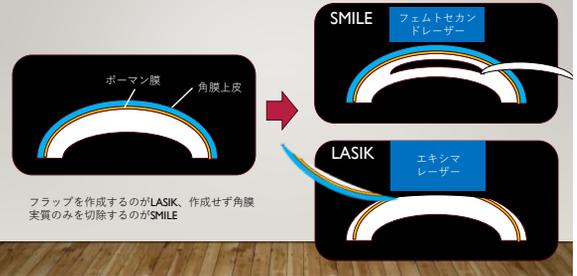


PRKとLASIKの違い

	PRK	LASIK
創傷治癒反応	++	±
ドライアイの惹起 ¹	+	++
外傷時の影響	外傷に強い	フラップ偏位の可能性

1. Shehadeh-Mashor R, et al. Risk Factors for Dry Eye After Refractive Surgery. Cornea. 2019 Dec;38(12):1495-1499.

Small incision lenticule extraction (SMILE)とLASIKの違い



Wavefront-guided LASIK

- 収差計で測定した高次収差のデータをレーザーに入力して矯正
- 当初はイーグルアイを達成する等と言われたが、現状は高次収差の惹起を通常のLASIKより低減する効果のみ

Hiatt JA. J Refract Surg. 2006
D'Arcy F. Acta Ophthalmol. 2012



混乱した手術名の統一

- SMILEはCarl Zeiss社の登録名称で他社は使えない。
- SMILEの普及により各社が同様の手術が可能なフェムトセカンドレーザーを開発
- 各社が別々の名称をつけ混乱

Company	レーザー名	手術名
Carl Zeiss	Visuma x 800	SMILE (Small Incision Lenticule extraction)
Johnson & Johnson	ELITA	SILK (Smooth Incision Lenticule Keratomileusis)
Schwind	ATOS	SmartSight
Ziemer	Z-8	CLEAR (Cornea Lenticule Extraction for Advanced Refractive-Correction)

2023年11月号にJ Cataract Refract Surg. とJ Refract Surg.の共同声明が発表*

これらの手術を統一して Keratorefractive lenticule extraction (KLEx)と呼ぶ

* Dupps WJ Jr, Randleman JB. J Cataract Refract Surg. 2023 Nov 1;49(11):1085.

SMILE

(Small incision lenticule extraction)



フラップのサイドカットを2-4ミリのみ行い、そこから光切断した角膜実質（レンテクル）を引き出す。

SMILEの角膜神経への寄与

- LASIK
 - 切開長さ20mm以上
- SMILE
 - 切開長さ3-4mm



角膜知覚 LASIKとSMILEの比較（自験データ）

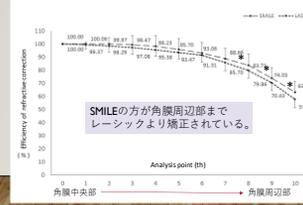
片眼LASIK片眼SMILEを施行した症例 澤木綾子、小島隆司ら、IOL&RS、2015



澤木ら・IOL&RS 2015

角膜周辺部の矯正効率 SMILE vs LASIK

- 角膜周辺部まで確実に矯正可能 (フェムトセカンドレーザーの利点)

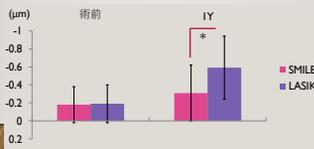


Kataoka T, Kojima T, et al. Clin Ophthalmol. 2018

SMILEとLASIK 術前後の球面収差の比較

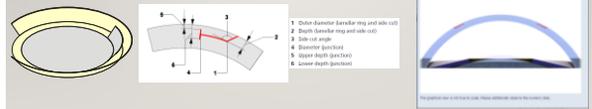
片眼WF-LASIK片眼SMILEを施行した症例 澤木綾子、小島隆司ら、IOL&RS、2015

	SMILE	LASIK	p
術前 (μm)	-0.18 ± 0.20	-0.19 ± 0.21	0.8394
術後1年 (μm)	-0.31 ± 0.31	-0.59 ± 0.35	0.0039*



スマイル後の再手術：CIRCLE

- SMILE OPE時に作成したレンチクルの跡を利用して、フラップを作成
- 内容としてはLASIKと同じ→術後ドライアイに



追加矯正法の比較

追加矯正法	利点	欠点
PRK / LASEK	SMILEの利点の維持	回復に時間を要す
CIRCLE	回復時間が短い	SMILEの利点を失う

まとめ

- 世界でも主流の屈折矯正手術はレーザー手術（レーシック）
- エキシマレーザーとフェムトセカンドレーザーの進歩と共に発展
- SMILEなどの手術を総称してKLExと呼ぶ
- SMILEはレーシックに比較して角膜強度、ドライアイの点で利点があるが、独特の欠点もあり。
- KLExが各社の競争で今後さらに技術的に進歩する可能性あり

2025 手術学会 教育講演

ICL 有水晶体眼内レンズ



大内雅之のアイクリニック
大内雅之



1

ICL手術をはじめるとは、

1. ライセンスを取得する
 - 1-1 屈折矯正手術講習会 (日本眼科学会) ICL講習会 (スタージャパン社)
 - 1-2 認定取得申し込み
 - 1-3 眼科スタッフ向け説明会
 - 1-4 認定手術 2例4眼
候補患者のリクルート
インストラクターによる手術 1眼
インストラクター立ち会で軌刀 3眼
2. 器械をそろえる
 - Disposableメス vランストと3.2mmスリットナイフ シリンジなど
 - インジェクター、カートリッジ・・・Staar社のディスポ
 - 1 把持専用磁子・・・瓶から取り出して、カートリッジに装着する
 - 2 ローディング磁子・・・カートリッジの先端まで導く
 - 3 マニピュレーター・・・眼内で回したり、虹彩下に誘導する
 - 1セット30~40万円位
 - 4IAチップ、スリーブ 3.2mm切開用、直
 - 白内障手術と同じモノでは形状、サイズが不通
3. CASIAを買う

2

ICL手術の適応、禁忌、慎重適応

適応症例

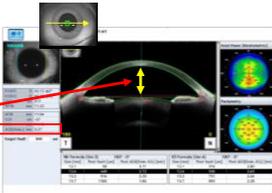
- 3D (等価球面) 以上の近視、近視性乱視 (-3~-6D、-15D以上は慎重適応)
- 3D以下のICLは国内未認可 (個人輸入により入手)
- 18才以上 (Staar社取り扱い説明は21才~45才)

禁忌

- 活動性の炎症、白内障、前房深度<2.8mm
- 内皮から水晶体 (IOLマスターと違う！)
- 進行性円錐角膜 (軽度且つ非進行性は慎重適応)

その他

- 片眼ずつ3日あけて (ガイドライン)
- 両眼同日 (認定手術)



3

術前検査

日を変えて、最低2回の検査が必要

ICL適応検査+1回目術前検査

- 他覚屈折 (オートレフ)
- 自覚屈折、視力検査
- 角膜内皮、角膜形状
- 前眼部OCT→前房深度 (適応判断) 角膜厚、WTW (スペック決定のための入力項目)
- 眼軸長 (まれに、術後も伸び)
- 所持眼鏡、CLの度数確認、遠近視力検査
- 5段階視力 (曇霧して視力検査) Red/Green test
- 各矯正下の近見視力
- 調節麻痺下 (サイプレジン点眼) 屈折検査

2回目術前検査

コンタクトレンズ休止期間 を設ける必要あり
SCL 1週間、トーリックSCL 2週間、HCL 3週間

- 他覚屈折 (オートレフ)
- 前眼部OCT→前房深度
- 角膜形状 (コンタクトレンズの影響判断)
- 5段階視力 (曇霧して視力検査) Red/Green test
- 各矯正下の近見視力

↓

いずれも、概ね1時間半 視能訓練士を1名占拠

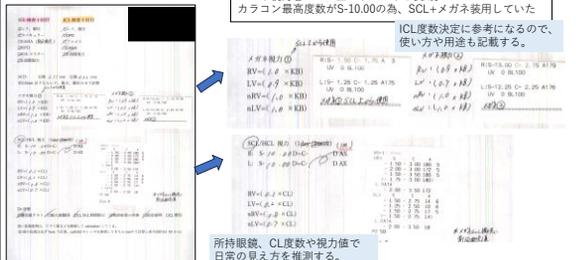
4

術前検査 具体的には

メガネ視力①はSCL上からメガネを装着、カラコン最高度数がS-10.00の角、SCL+メガネ装着していた

ICL度数決定に参考になるので、使い方や用途も記載する。

所持眼鏡、CL度数や視力値で日常の見え方を推測する。



5

視力検査

2回目の検査(SCL1w後)

1回目の検査

★マークが決定した度数
○マーク：少しずれるとすれば、上か下かの印

視力 (R)	LV=(0 / S) 20C As (+)	
	(0.7) S*200C As (+)	
	(0.6) S*400C As (+)	
	(0.7) S*500C As (+)	R2G
	(0.8) S*700C As (+)	R2G
	(0.9) S*800C As (+)	R2G
	(1.0) S*900C As (+)	R2G
	(1.1) S*1000C As (+)	R2G
	(1.2) S*1200C As (+)	R2G
	(1.3) S*1400C As (+)	R2G
	(1.4) S*1600C As (+)	R2G
	(1.5) S*1800C As (+)	R2G
	(1.6) S*2000C As (+)	R2G
	(1.7) S*2200C As (+)	R2G
	(1.8) S*2400C As (+)	R2G
	(1.9) S*2600C As (+)	R2G
	(2.0) S*2800C As (+)	R2G
	(2.1) S*3000C As (+)	R2G
	(2.2) S*3200C As (+)	R2G
	(2.3) S*3400C As (+)	R2G
	(2.4) S*3600C As (+)	R2G
	(2.5) S*3800C As (+)	R2G
	(2.6) S*4000C As (+)	R2G
	(2.7) S*4200C As (+)	R2G
	(2.8) S*4400C As (+)	R2G
	(2.9) S*4600C As (+)	R2G
	(3.0) S*4800C As (+)	R2G
	(3.1) S*5000C As (+)	R2G
	(3.2) S*5200C As (+)	R2G
	(3.3) S*5400C As (+)	R2G
	(3.4) S*5600C As (+)	R2G
	(3.5) S*5800C As (+)	R2G
	(3.6) S*6000C As (+)	R2G
	(3.7) S*6200C As (+)	R2G
	(3.8) S*6400C As (+)	R2G
	(3.9) S*6600C As (+)	R2G
	(4.0) S*6800C As (+)	R2G
	(4.1) S*7000C As (+)	R2G
	(4.2) S*7200C As (+)	R2G
	(4.3) S*7400C As (+)	R2G
	(4.4) S*7600C As (+)	R2G
	(4.5) S*7800C As (+)	R2G
	(4.6) S*8000C As (+)	R2G
	(4.7) S*8200C As (+)	R2G
	(4.8) S*8400C As (+)	R2G
	(4.9) S*8600C As (+)	R2G
	(5.0) S*8800C As (+)	R2G
	(5.1) S*9000C As (+)	R2G
	(5.2) S*9200C As (+)	R2G
	(5.3) S*9400C As (+)	R2G
	(5.4) S*9600C As (+)	R2G
	(5.5) S*9800C As (+)	R2G
	(5.6) S*10000C As (+)	R2G
	(5.7) S*10200C As (+)	R2G
	(5.8) S*10400C As (+)	R2G
	(5.9) S*10600C As (+)	R2G
	(6.0) S*10800C As (+)	R2G
	(6.1) S*11000C As (+)	R2G
	(6.2) S*11200C As (+)	R2G
	(6.3) S*11400C As (+)	R2G
	(6.4) S*11600C As (+)	R2G
	(6.5) S*11800C As (+)	R2G
	(6.6) S*12000C As (+)	R2G
	(6.7) S*12200C As (+)	R2G
	(6.8) S*12400C As (+)	R2G
	(6.9) S*12600C As (+)	R2G
	(7.0) S*12800C As (+)	R2G
	(7.1) S*13000C As (+)	R2G
	(7.2) S*13200C As (+)	R2G
	(7.3) S*13400C As (+)	R2G
	(7.4) S*13600C As (+)	R2G
	(7.5) S*13800C As (+)	R2G
	(7.6) S*14000C As (+)	R2G
	(7.7) S*14200C As (+)	R2G
	(7.8) S*14400C As (+)	R2G
	(7.9) S*14600C As (+)	R2G
	(8.0) S*14800C As (+)	R2G
	(8.1) S*15000C As (+)	R2G
	(8.2) S*15200C As (+)	R2G
	(8.3) S*15400C As (+)	R2G
	(8.4) S*15600C As (+)	R2G
	(8.5) S*15800C As (+)	R2G
	(8.6) S*16000C As (+)	R2G
	(8.7) S*16200C As (+)	R2G
	(8.8) S*16400C As (+)	R2G
	(8.9) S*16600C As (+)	R2G
	(9.0) S*16800C As (+)	R2G
	(9.1) S*17000C As (+)	R2G
	(9.2) S*17200C As (+)	R2G
	(9.3) S*17400C As (+)	R2G
	(9.4) S*17600C As (+)	R2G
	(9.5) S*17800C As (+)	R2G
	(9.6) S*18000C As (+)	R2G
	(9.7) S*18200C As (+)	R2G
	(9.8) S*18400C As (+)	R2G
	(9.9) S*18600C As (+)	R2G
	(10.0) S*18800C As (+)	R2G
	(10.1) S*19000C As (+)	R2G
	(10.2) S*19200C As (+)	R2G
	(10.3) S*19400C As (+)	R2G
	(10.4) S*19600C As (+)	R2G
	(10.5) S*19800C As (+)	R2G
	(10.6) S*20000C As (+)	R2G
	(10.7) S*20200C As (+)	R2G
	(10.8) S*20400C As (+)	R2G
	(10.9) S*20600C As (+)	R2G
	(11.0) S*20800C As (+)	R2G
	(11.1) S*21000C As (+)	R2G
	(11.2) S*21200C As (+)	R2G
	(11.3) S*21400C As (+)	R2G
	(11.4) S*21600C As (+)	R2G
	(11.5) S*21800C As (+)	R2G
	(11.6) S*22000C As (+)	R2G
	(11.7) S*22200C As (+)	R2G
	(11.8) S*22400C As (+)	R2G
	(11.9) S*22600C As (+)	R2G
	(12.0) S*22800C As (+)	R2G
	(12.1) S*23000C As (+)	R2G
	(12.2) S*23200C As (+)	R2G
	(12.3) S*23400C As (+)	R2G
	(12.4) S*23600C As (+)	R2G
	(12.5) S*23800C As (+)	R2G
	(12.6) S*24000C As (+)	R2G
	(12.7) S*24200C As (+)	R2G
	(12.8) S*24400C As (+)	R2G
	(12.9) S*24600C As (+)	R2G
	(13.0) S*24800C As (+)	R2G
	(13.1) S*25000C As (+)	R2G
	(13.2) S*25200C As (+)	R2G
	(13.3) S*25400C As (+)	R2G
	(13.4) S*25600C As (+)	R2G
	(13.5) S*25800C As (+)	R2G
	(13.6) S*26000C As (+)	R2G
	(13.7) S*26200C As (+)	R2G
	(13.8) S*26400C As (+)	R2G
	(13.9) S*26600C As (+)	R2G
	(14.0) S*26800C As (+)	R2G
	(14.1) S*27000C As (+)	R2G
	(14.2) S*27200C As (+)	R2G
	(14.3) S*27400C As (+)	R2G
	(14.4) S*27600C As (+)	R2G
	(14.5) S*27800C As (+)	R2G
	(14.6) S*28000C As (+)	R2G
	(14.7) S*28200C As (+)	R2G
	(14.8) S*28400C As (+)	R2G
	(14.9) S*28600C As (+)	R2G
	(15.0) S*28800C As (+)	R2G
	(15.1) S*29000C As (+)	R2G
	(15.2) S*29200C As (+)	R2G
	(15.3) S*29400C As (+)	R2G
	(15.4) S*29600C As (+)	R2G
	(15.5) S*29800C As (+)	R2G
	(15.6) S*30000C As (+)	R2G
	(15.7) S*30200C As (+)	R2G
	(15.8) S*30400C As (+)	R2G
	(15.9) S*30600C As (+)	R2G
	(16.0) S*30800C As (+)	R2G
	(16.1) S*31000C As (+)	R2G
	(16.2) S*31200C As (+)	R2G
	(16.3) S*31400C As (+)	R2G
	(16.4) S*31600C As (+)	R2G
	(16.5) S*31800C As (+)	R2G
	(16.6) S*32000C As (+)	R2G
	(16.7) S*32200C As (+)	R2G
	(16.8) S*32400C As (+)	R2G
	(16.9) S*32600C As (+)	R2G
	(17.0) S*32800C As (+)	R2G
	(17.1) S*33000C As (+)	R2G
	(17.2) S*33200C As (+)	R2G
	(17.3) S*33400C As (+)	R2G
	(17.4) S*33600C As (+)	R2G
	(17.5) S*33800C As (+)	R2G
	(17.6) S*34000C As (+)	R2G
	(17.7) S*34200C As (+)	R2G
	(17.8) S*34400C As (+)	R2G
	(17.9) S*34600C As (+)	R2G
	(18.0) S*34800C As (+)	R2G
	(18.1) S*35000C As (+)	R2G
	(18.2) S*35200C As (+)	R2G
	(18.3) S*35400C As (+)	R2G
	(18.4) S*35600C As (+)	R2G
	(18.5) S*35800C As (+)	R2G
	(18.6) S*36000C As (+)	R2G
	(18.7) S*36200C As (+)	R2G
	(18.8) S*36400C As (+)	R2G
	(18.9) S*36600C As (+)	R2G
	(19.0) S*36800C As (+)	R2G
	(19.1) S*37000C As (+)	R2G
	(19.2) S*37200C As (+)	R2G
	(19.3) S*37400C As (+)	R2G
	(19.4) S*37600C As (+)	R2G
	(19.5) S*37800C As (+)	R2G
	(19.6) S*38000C As (+)	R2G
	(19.7) S*38200C As (+)	R2G
	(19.8) S*38400C As (+)	R2G
	(19.9) S*38600C As (+)	R2G
	(20.0) S*38800C As (+)	R2G
	(20.1) S*39000C As (+)	R2G
	(20.2) S*39200C As (+)	R2G
	(20.3) S*39400C As (+)	R2G
	(20.4) S*39600C As (+)	R2G
	(20.5) S*39800C As (+)	R2G
	(20.6) S*40000C As (+)	R2G
	(20.7) S*40200C As (+)	R2G
	(20.8) S*40400C As (+)	R2G
	(20.9) S*40600C As (+)	R2G
	(21.0) S*40800C As (+)	R2G
	(21.1) S*41000C As (+)	R2G
	(21.2) S*41200C As (+)	R2G
	(21.3) S*41400C As (+)	R2G
	(21.4) S*41600C As (+)	R2G
	(21.5) S*41800C As (+)	R2G
	(21.6) S*42000C As (+)	R2G
	(21.7) S*42200C As (+)	R2G
	(21.8) S*42400C As (+)	R2G
	(21.9) S*42600C As (+)	R2G
	(22.0) S*42800C As (+)	R2G
	(22.1) S*43000C As (+)	R2G
	(22.2) S*43200C As (+)	R2G
	(22.3) S*43400C As (+)	R2G
	(22.4) S*43600C As (+)	R2G
	(22.5) S*43800C As (+)	R2G
	(22.6) S*44000C As (+)	R2G
	(22.7) S*44200C As (+)	R2G
	(22.8) S*44400C As (+)	R2G
	(22.9) S*44600C As (+)	R2G
	(23.0) S*44800C As (+)	R2G
	(23.1) S*45000C As (+)	R2G
	(23.2) S*45200C As (+)	R2G
	(23.3) S*45400C As (+)	R2G
	(23.4) S*45600C As (+)	R2G
	(23.5) S*45800C As (+)	R2G
	(23.6) S*46000C As (+)	R2G
	(23.7) S*46200C As (+)	R2G
	(23.8) S*46400C As (+)	R2G
	(23.9) S*46600C As (+)	R2G
	(24.0) S*46800C As (+)	R2G
	(24.1) S*47000C As (+)	R2G
	(24.2) S*47200C As (+)	R2G
	(24.3) S*47400C As (+)	R2G
	(24.4) S*47600C As (+)	R2G
	(24.5) S*47800C As (+)	R2G
	(24.6) S*48000C As (+)	R2G
	(24.7) S*48200C As (+)	R2G
	(24.8) S*48400C As (+)	R2G
	(24.9) S*48600C As (+)	R2G
	(25.0) S*48800C As (+)	R2G
	(25.1) S*49000C As (+)	R2G
	(25.2) S*49200C As (+)	R2G
	(25.3) S*49400C As (+)	R2G
	(25.4) S*49600C As (+)	R2G
	(25.5) S*49800C As (+)	R2G
	(25.6) S*50000C As (+)	R2G
	(25.7) S*50200C As (+)	R2G
	(25.8) S*50400C As (+)	R2G
	(25.9) S*50600C As (+)	R2G
	(26.0) S*50800C As (+)	R2G
	(26.1) S*51000C As (+)	R2G
	(26.2) S*51200C As (+)	R2G
	(26.3) S*51400C As (+)	R2G
	(26.4) S*51600C As (+)	R2G
	(26.5) S*51800C As (+)	R2G
	(26.6) S*52000C As (+)	R2G
	(26.7) S*52200C As (+)</	

第47回日本眼科学術学会
教育セミナー11

矯正手術の実際

-PTK-

南青山アイクリニック 福本光樹

大橋眼科 (札幌市) もりや眼科 (栃木県小山市) ニケクリニック (神奈川県厚木市)
みはら眼科神辺クリニック・みはら眼科みなみざおうクリニック (広島県福山市)

M Mitoha Eye Clinic

PTK適応は表層の混濁

PTK: Photo therapeutic Keratectomy
(角膜の角膜切削術)

顆粒状角膜変性
帯状角膜変性

M Mitoha Eye Clinic

PTK適応疾患

- 帯状角膜変性
- 顆粒状角膜ジストロフィ
- 格子状角膜ジストロフィ
- Reis-Bückler角膜ジストロフィ
- Salzmann角膜ジストロフィ
- シュナイダー角膜ジストロフィ
- map-dot Fingerprint角膜上皮ジストロフィ
- 膠様滴状角膜ジストロフィ
- 角膜表層白斑 (感染後, 外傷後, 角膜移植後など)
- 角膜表面の不整 (眼科手術後, 外傷後など)
- 再発性角膜上皮びらん

Copyright © 2008 DL, LTD. All Rights Reserved.

M Mitoha Eye Clinic

組織切除(ablation)の模式図

分子間結合を切断し、組織を蒸散させる

ペプチド結合=3.0eV 炭素間結合=3.5eV 光子エネルギー=6.4 eV

エキシマレーザー光

M Mitoha Eye Clinic

顆粒状角膜ジストロフィ (GCD)

角膜混濁 (術前) PTK術後

M Mitoha Eye Clinic

レーザーの安全性

術後感染症

- 2007~2010年の3年間
- 全国27施設 (安心レーシックネットワーク加盟)
- エキシマレーザー手術 (PTK・PRK・LASIK・epi-LASIK・LASEK)
- 22415眼
- 感染症の有無を調査

PTK眼1例 (0.004%) に術後1週間に発症

エキシマレーザー照射方式

スリットスキャン方式

長方形のレーザービームをスキャンさせ、これと虹彩絞りを組み合わせる
NIDEK社

一括照射（フロッドビーム）方式

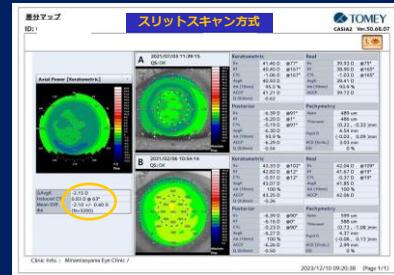
レーザー光を均一なビームに整形し、虹彩絞りによって照射面積を変形させる
VISX社

フライングスポット方式

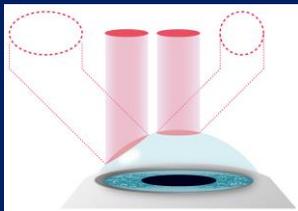
ガルバノミラーを用いて小スポットのビームを高速でスキャンする
Alcon社



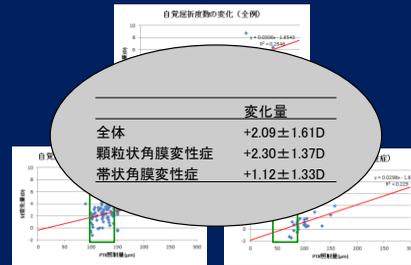
PTK後屈折度数変化



余弦効果



角膜周辺部にレーザー照射すると斜面状の角膜に当たりスポット面積が広くなり、照射効率に変化する



一括照射方式：セントラルアイランド

Central Islands and Visual Outcomes of Phototherapeutic Keratectomy Using the Photorefractive Keratectomy Mode

Kazuhiko Komuro, MD, PhD,* Masahide Takahashi, MD,† Akihito Igurohki, MD, PhD,‡ and Nobuyuki Shoji, MD, PhD†

Results: We found **central islands in 11 eyes (22%)** in the PRK mode group and 45 eyes (73%) in the PTK mode group at 3 months postoperatively ($P < 0.0001$). Postoperative logarithm of the minimal angle of resolution (BSVA) was 0.10 ± 0.14 in the PRK group and 0.15 ± 0.13 in the PTK group ($P = 0.019$, Student's *t* test). The rate of CI was 33% (3/9) with BK and 6 eyes (35%) with GCD in the PRK mode group and 25 eyes (83%) with BK and 20 eyes (71%) with GCD in the PTK mode group.

フライングスポット方式 屈折度数変化

- 国内認可 2021年9月1日
- WaveLight社からは、PTK照射50umで0.5D~0.75D程度の近視化との情報

Myopic outcomes after excimer laser phototherapeutic keratectomy (PTK)

Results: Fifty-eight eyes of 54 patients were included. The mean OZ was 7.352 mm ± 0.622. The mean AD was **-1.632 D ± 1.406**. At M1 postoperatively, the mean SEQ was -2.485 D ± 2.628 and mean final SEQ was **-1.052 D ± 1.380**. Both OZ and AD were independent variables with significant effects on the final visual outcome. A regression equation for predicting refractive outcomes was established. No complications were observed.

<モノビジョンか多焦点眼内レンズか>

老視を自覚し始めるのは45歳～50歳が一般的である。当初は眼鏡やコンタクトレンズの度数調整にて老視に対応することがほとんどであり、日常的には問題ないレベルとなり解決する。この世代では水晶体は透明であり、矯正視力は良好であるため、水晶体再建術による老視手術は視野には入らないことが多い。ただし、強度近視や強度遠視などの屈折異常眼においては、考慮される場合もある。

比較的若年者においても、過去の外傷やアトピー性皮膚炎などの素因により白内障の所見が認められれば、眼内レンズによる老視矯正が適応となる。現状における老視手術の主流は多焦点眼内レンズであり、水晶体再建術の適応があれば第一選択として良いであろう。手術的にモノビジョンをおこなう際には、永続的な老視治療ではないこと、将来には白内障手術が必要になることなどを十分に説明しておくことが重要である。

<モノビジョン>

モノビジョンは下記の5つで達成することができる。

- 眼鏡
- コンタクトレンズ
- LASIK (PRK・SMILE)
- ICLTM
- 眼内レンズ

これらのうち、眼鏡・コンタクトレンズは手術的な方法ではないので、本稿では割愛する。

LASIK (laser in situ keratomileusis)・PRK (photorefractive keratectomy)・SMILE (small incision lenticule extraction) は角膜屈折矯正手術であり、エキシマレーザーまたはフェムトセカンドレーザーを用いて角膜形状を変化させる。デジタル制御されたレーザー照射であるため、予測性が非常に高い。また外眼手術であるため手術自体のリスクも低い。しかし、レーザー機器は高額であり、メンテナンス費用も大きいため、国内で施術可能な施設は減少傾向にある。

ICLTMによるモノビジョンも可能であるが、日本眼科学会のガイドラインでは、老視年齢に対するICLTMは慎重適応である。また、将来的な白内障手術までの期間を考慮すると、内眼手術によるモノビジョン手術は、リスクとコストパフォーマンスの観点で第一選択にはならないであろう。

眼内レンズによるモノビジョンは従来から用いられている方法であろう。左右眼の度数差の程度により、ミニモノビジョン等の変法も多い。近年では、低加入分節型や高次非球面を利用した中間距離までの焦点を確保する眼内レンズが保険診療にて使用できるようになっており、患者の希望する見え方に対応できる割合も大きくなっている。ただし、白内障手術であるため、白内障を認めない初期の老眼世代には適応とはならない。また、非可逆的な方法であるため、手術から十分な時間が経過しても慣れない場合には、何らかの外科的な処置が必要になることもある。

<多焦点眼内レンズ>

現在の老視手術の主流は多焦点眼内レンズである。多くの異なる光学設計のモデルが市販化されており、各眼内レンズの特性と、患者の希望する見え方との適切なマッチングが高い満足度を得る重要なポイントであろう。

EDoF (expanded depth of focus) レンズを含め、国内でも多くの老視対応眼内レンズが使用されている。本講演では、光学設計による分類ではなく、診療制度ごとに使用可能な眼内レンズを紹介したい。

保険診療にて使用可能な多焦点眼内レンズおよび老視対応の眼内レンズとしては、Lentis comfort (参天製薬)、Eyhance (J & J vision)、XY-1 EM (HOYA) がある。XY-1 EM は新しい単焦点レンズであるが、光学部中心付近の曲率を変化させることにより、中間距離までの焦点深度を獲得している設計となっている。

選定療養にて使用可能な多焦点眼内レンズで新しいものは、Vivity (ALCON)、Odyssey (J & J vision)、FineVisionHP (BVI)、Gemetric (HOYA) がある。それぞれの IOL には特徴があり、光学的副作用を減少させるものや近方の加入度数の強いものなど、目的とする見え方に応じて使い分ける必要がある。各レンズとも今後の普及が予想されている。

自費診療にて国内で使用されている多焦点レンズとしては、Mini WELL (Sifi)、Intensity (Hanita)、Evolve (Soleco) などがある。この他にも多くのレンズが個人輸入され使用されている。すべてを網羅することはできないので、導入している施設が多いものを紹介する。Mini WELL は以前より国内でも普及している EDoF レンズであるが、最近になり Mini WELL PROXA という中間から近方への光量配分が多いモデルを開発し発売している。ただし、Mini WELL を挿入した僚眼に対しての挿入に限定されており、Mini WELL PROXA 単体での使用はできない。また新しい屈折型 EDoF レンズである Evolve も紹介する。

<老眼治療の普及と費用対効果>

前述した通り、老眼に対する手術的な治療は精度の向上とバリエーションの広がりにより、普及の黎明期にあると言える。そして、LASIK や Phakic IOL により快適な裸眼での生活を享受してきた患者が老眼を自覚した際には、手術的な方法を考慮するであろうことは容易に想像される。多焦点レンズや EDoF レンズの改善・開発は世界的に加速しており、今後も新しい光学設計のレンズが出てくるであろう。より適切な老視治療をおこなうために、常に最新の知見を得ながら、最適なアドバイスが出来るように研鑽しなければならない。また、多焦点眼内レンズに関する患者説明において、費用の説明は不可避である。国民皆保険の日本では、手術に対して高額な治療費を保険外にて支払うことに慣れていない。歯科におけるインプラント治療が普及したように多焦点眼内レンズを認知してもらうためには、その費用対効果に関しても納得してもらう必要があると感じている。筆者の施設を例に、多焦点レンズの費用対効果を数値化した結果を示してみたい。