

TABLE DE MATIERES

RÉSUMÉ.....	5
ABSTRACT.....	7
INTRODUCTION	8
MATÉRIELS ET MÉTHODES	9
TECHNIQUE CHIRURGICALE	10
ÉVALUATION	10
ANALYSE STATISTIQUE.....	10
RÉSULTATS.....	11
KÉRATOMÉTRIE	14
ASPHÉRICITÉ CORNÉENE ET ABERATION SPHÉRIQUE	14
RÉFRACTION.....	17
LASIK VERSUS PKR	17
DISCUSSION.....	18
CONCLUSION	19
RÉFÉRENCES.....	20
SERMENT D'HIPPOCRATE.....	21

RÉSUMÉ

OBJECTIF :

Rapporter et comparer la stabilité cornéenne après correction LASIK et PKR des patients hypermétropes presbytes, après une période de suivi de quatre années minimums.

LIEU :

Service d'ophtalmologie, Hôpital de la Timone, Marseille, France.

DESIGN :

Étude de cohorte rétrospective non-randomisée.

MATÉRIELS ET MÉTHODES :

Dans cette étude, les yeux hypermétropes presbytes ont été corrigés par LASIK ou PKR. Pour chaque patient, l'emmétropie post-opératoire a été ciblée pour l'œil dominant ; Pour l'œil dominé une modulation de l'asphéricité cornéenne ΔQ comprise entre -0,6 et -0,8 et une myopisation post-opératoire ont été ciblées. Le suivi post-opératoire a inclus l'évaluation de l'acuité visuelle, la réfraction, la pachymétrie cornéenne, la topographie et aberrométrie cornéenne, à une période initiale comprise entre trois et quatre mois après l'intervention (T1) et après une période d'au moins 48 mois après l'intervention (T2). Les patients qui ont nécessité une ré-intervention ont été exclus.

RÉSULTATS :

28 yeux de 16 patients ont été inclus. 10 yeux de 6 patients ont été traités par PKR et 18 yeux de 10 patients ont été traités par LASIK. L'âge moyen des patients était de 52,6 ans (min 49 ; max 54 ans). Le suivi moyen des patients opérés de PKR a été de 61,2 mois (min 48 – max 73 mois), celui du groupe LASIK de 59,7 mois (min 48 – max 74 mois).

L'équivalent sphérique préopératoire était de 2.02 ± 0.69 dioptres (D) pour les yeux traités par PKR et de 2.31 ± 1.17 D pour les yeux traités par LASIK. À T1, la kératométrie moyenne (Km) pour le groupe PKR était de 45.34 D, à T2, de 44.6 D ($P = 0.005$). À T1, la Km pour le groupe LASIK était de 45.35 D, à T2, de 45.07 D ($P = 0.02$). À T1, l'asphéricité cornéenne antérieure Q pour le groupe PKR était de -1.14, à T2, de -0.93 ($P = 0.006$). À T1, l'asphéricité cornéenne antérieure Q pour le groupe LASIK était de -1.02, à T2, de -0.90 ($P = 0.001$). À T1, l'aberration sphérique cornéenne moyenne Z40, pour le groupe PKR était de $0.02 \mu\text{m}$ (6.0 mm), à T2, de $0.02 \mu\text{m}$ ($P = 0.91$). À T1, l'aberration sphérique cornéenne moyenne Z40 pour le groupe LASIK était de -0.05 μm , à T2, de $0.03 \mu\text{m}$ ($P = 0.48$).

CONCLUSION :

La correction laser de la presbytie, par LASIK ou PKR qui permet l'augmentation de la profondeur de champ, peut voir son effet diminuer avec le temps, en raison d'une réduction de l'hyperprolactinémie cornéenne générée et de la progression physiologique de l'hypermétropie latente démasquée par le temps.



ABSTRACT

PURPOSE :

To report and compare long term corneal stability after hyperopic presbyopia surgery with both laser in situ keratomileusis (LASIK) and photorefractive keratectomy (PRK) with a minimum four-year follow-up.

SETTING :

Department of ophthalmology, Hôpital de la Timone, Marseille, France.

DESIGN :

Retrospective nonrandomized cohort study.

METHODS :

Hyperopic presbyopic patients managed with LASIK or PRK. For each patient, target of the dominant eye was emmetropia, whereas for the nondominant eye, a Q factor modulation between -0,6 and -0,8 and a post-operative myopia was planned. The postoperative follow-up included assessments of visual acuity, spherical equivalent (SE) refraction, corneal pachymetry, topography, aberrometry, three to four months after the surgery (T1) and then after a post-operative period of forty-eight months at least (T2). Eyes which have been reoperated were excluded.

RESULTS :

Twenty-eight eyes of seventeen patients were included. 10 eyes of 6 patients were treated with PRK and 18 eyes of 11 patients were treated with LASIK. The mean age at surgery was 52,6 years (range 49 to 54 years). The mean follow-up for eyes operated with PRK was 61,2 months (min 48 – max 73 months), and 59,7 months for eyes operated with LASIK (min 48 – max 74 month). Preoperatively, the mean SE was $2,02 \pm 0,69$ diopters (D) for eyes treated with PRK and $2,31 \pm 1,17$ D for eyes treated with LASIK. At T1, mean keratometry (Km) for PRK group was 45,34 D, at T2 mean Km was 44,6 D ($P = 0,005$). At T1, mean keratometry (Km) for LASIK eyes was 45,35 D, at T2 mean Km was 45,07 D ($P = 0,02$). At T1, mean anterior Q-factor for PRK group was -1,14, at T2 mean Q-factor was -0,93 ($P = 0,006$). At T1, mean anterior Q-factor for LASIK group was -1,02, at T2 mean Q-factor was -0,90 ($P = 0,001$). At T1, mean corneal spherical aberration (Z40) for PRK group was $0,02 \mu\text{m}$ (6,0 mm), at T2 mean Z40 was $0,02 \mu\text{m}$ ($P = 0,91$). At T1, mean Z40 for LASIK group was $-0,05 \mu\text{m}$, at T2 mean Z40 was $-0,03 \mu\text{m}$ ($P = 0,48$)

CONCLUSION:

Hyperopic presbyopic LASIK or PRK correction, generate an increase of depth of field which can be reduced by the diminution of the prolateness of the cornea with time, in addition with the progression of latent hypermetropia.

INTRODUCTION

La presbytie résulte de la perte progressive de la capacité d'accommodation du système visuel, entraînant une limitation de la vision intermédiaire de près. Bien que directement liée à la réduction de l'élasticité cilio-lenticulaire, elle demeure un phénomène encore incomplètement élucidé. De nombreuses techniques chirurgicales se sont développées afin de compenser ce déficit qui touche une population très souvent encore active ; chirurgie cristallinienne pour implantation d'implants multifocaux, mise en place d'inlays intra-cornéen et chirurgie cornéenne par laser. Ces différentes techniques peuvent avoir pour objectif final la myopisation d'un œil, en général non dominant, pour permettre la vision de près, l'œil dominant nécessairement emmétrope permettant une vision de loin satisfaisante. C'est le principe de la monovision, ou bascule. Les traitements multifocaux sont eux, source de plus de promesses, ils visent sur le même œil, une augmentation de la profondeur de champ et la conservation d'une emmétropie résiduelle permettant une vision de près et de loin. Ces traitements multifocaux peuvent donc être pratiqués sur un ou deux yeux selon les cas.

Les traitements lasers multifocaux, LASIK et PKR, cherchent à remodeler la surface cornéenne antérieure. Le plus souvent il s'agit d'une hyperprolatisation cornéenne, source d'aberration sphérique négative, on parle de PRESBY-LASIK/PKR central mais il existe également d'autres profils de traitements.

Si ces deux techniques ont fait la preuve de leur efficacité et de leur stabilité pour le traitement de la myopie et de l'astigmatisme, leurs résultats réfractifs à long terme restent sujet à débat pour le traitement de la presbytie, défaut optique qui par nature s'aggrave avec le temps, et qui est de plus influencé par le shift hypermétropique spontanément observé chez les patients nouvellement presbytes¹. L'objectif de cette étude est de rapporter et de comparer l'évolution à long terme d'une cohorte de patients hypermétropes presbytes opérés par LASIK ou PKR au travers notamment, d'une analyse topo-aberrométrique cornéenne, pour améliorer la compréhension des mécanismes impliqués dans la perte progressive de l'effet de la correction laser sur la vision.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude de cohorte rétrospective, réalisée dans le service ophtalmologique de l'hôpital de la Timone à Marseille. Les dossiers des patients presbytes et hypermétropes de plus d'une dioptrie, opérés avant 2017 de PKR ou de LASIK ont été passés en revue. Les patients ayant eu un examen préopératoire complet comprenant une mesure de leurs réfractions objectives et subjectives sans et avec skiacol, un examen du segment antérieur et du fond d'oeil, une mesure de la pachymétrie et une analyse topo-aberrrométrique cornéenne (Pentacam, Oculus Optikgeräte GmbH) avant intervention et dans une période post-opératoire de référence (T1) comprise entre trois et quatre mois ont été considérés comme éligibles (l'examen sous skiacol à T1 n'a pas été retenu comme nécessaire à l'inclusion). Les patients inclus ont été ceux chez qui ce même examen de suivi a pu être effectué au moins 48 mois après l'intervention (T2) et chez qui a pu être recueilli un consentement éclairé conformément à la déclaration d'Helsinki. Les critères d'exclusion ont été la réalisation au cours du suivi d'une retouche réfractive, précoce ou tardive d'une chirurgie cristallinienne ou l'apparition d'une complication cornéenne majeure limitant la pertinence de l'analyse topo-aberrrométrique ; ectasie, cicatrice cornéenne.

TECHNIQUE CHIRURGICALE

Les procédures opératoires, LASIK et PKR, ont été réalisées par des chirurgiens expérimentés, sous anesthésie topique et de manière standard. Pour les yeux opérés de LASIK, un capot cornéen de 9,2 mm de diamètre et de 120 mm d'épaisseur a été obtenu avec un laser femtoseconde (520F, Bausch & Lomb, Inc.). Le capot a été soulevé manuellement puis le traitement photoablatif a été délivré (WaveLight EX500 Allegretto Wave, Alcon Laboratories, Inc.). Pour les yeux opérés de PKR, une désépithérialisation cornéenne manuelle, a été réalisée sur 9 mm, après application sur la cornée d'alcool dilué à 30 degrés, puis le traitement photoablatif a été délivré (WaveLight EX500 Allegretto Wave, Alcon Laboratories, Inc.) Une lentille de cicatrisation a été mise en place et retirée dans la première semaine post-opératoire. Lors de ces procédures, l'œil dominant a été corrigé avec le programme Wavefront Optimized (WFO) et l'emmétropie post opératoire a été ciblée. Pour l'œil dominé un traitement asphérique a été délivré par le programme Custom Q de la plateforme, avec pour cible, une modification post-opératoire ΔQ comprise entre -0,6 à -0,8 et une cible réfractive de -0,5 D. La zone optique a été de 6.5 mm pour les deux types de procédures, la zone totale d'ablation a été de 8,9 mm pour les yeux opérés par PKR et de 9.0 mm pour les yeux opérés par LASIK.

ÉVALUATION

Le paramètre d'intérêt de cette étude est la stabilité à long terme du remodelage cornéen induit par les traitements LASIK et PKR à travers les variations de la kératométrie moyenne (ΔKm), du facteur d'asphéricité cornéenne antérieure (ΔQ_{ant}) et de la valeur du coefficient de l'aberration sphérique cornéenne, (ΔC_4^0) mesuré dans les 6.0 mm centraux, entre une période post-opératoire précoce T1 comprise entre 3 et 4 mois, nécessaires à la cicatrisation cornéenne et une période post-opératoire tardive T2 d'au moins 48 mois après l'intervention. D'autre part, l'évolution de ces différents paramètres a été comparée entre les groupes LASIK et PKR. Une analyse de la stabilité réfractive à différents temps intermédiaires, comprise respectivement entre M4-M6, M6-12, M12-M24, M24-M48 a également été réalisée.

ANALYSE STATISTIQUE

Les variables continues sont présentées par leur moyenne \pm écart-type. Un test t de Student pour données appariées a été utilisé pour comparer les données topo-aberrrométriques entre T1 et T2 des différents groupes (PKR-WFO, PKR Custom Q, LASIK-WFO, LASIK Custom Q). Un test de Mann-Whitney a été utilisé pour comparer l'évolution des différents paramètres d'intérêts (ΔKm , ΔQ , ΔC_4^0) entre les groupes LASIK et PKR.

Une valeur P de moins de 0.05 a été considérée comme significative. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT (version 2021.3.1, Addinsoft, Inc).

RÉSULTATS

11 yeux de 6 patients étaient éligibles dans le groupe PKR ; 10 yeux de 6 patients ont pu être inclus dans ce groupe dont l'âge moyen au temps de l'intervention était de 51.6 ± 2.2 ans. Un œil a été exclu pour une myopie postopératoire ayant nécessité une retouche au cinquième mois. 5 yeux ont été opérés avec le programme WFO et 5 yeux avec le programme Custom Q. 20 yeux de 10 patients étaient éligibles dans le groupe LASIK ; 18 yeux de 10 patients ont pu être inclus dans ce groupe dont l'âge moyen au temps de l'intervention était de 53.2 ± 2.7 ans. Deux yeux ont été exclus, l'un pour une myopie postopératoire ayant nécessité une retouche au quatrième mois et l'autre pour une retouche de presbytie au cours de la troisième année. 8 yeux ont été opérés avec le programme WFO et 10 yeux avec le programme Custom Q. Le suivi moyen des patients opérés de PKR a été de 61,2 mois (min 48 – max 73 mois), celui du groupe LASIK de 59,7 mois (min 48 – max 74 mois). Le **TABLEAU 1** rapporte les principales caractéristiques des patients de cette cohorte avant intervention et au cours du suivi. L'équivalent sphérique (ES) préopératoire des patients du groupe PKR est de $+ 2.02 \pm 0.69$ D et de $+ 2,31 \pm 1,24$ D dans le groupe LASIK.

TABLEAU 1-A. Caractéristiques topographiques et aberrométriques, préopératoires et au cours du suivi, des dix yeux du groupe PKR.

W F O N=5	Paramètres	T0		T1		T2	
		Moyenne ± Ecart Type	Intervalle	Moyenne ± Ecart Type	Intervalle	Moyenne ± Ecart Type	Intervalle
	ES (D)	+1.90 ± 0.73	+1.25, +3.13	-0.90 ± 1.07	-2.75, -0.13	+0.50 ± 0.61	-0.38, +1.13
C U S T O M Q N=5	Km (D)	42.82 ± 1.48	40.30, 43.90	44.96 ± 1.33	43.2, 46.9	44.24 ± 1.05	42.6, 45.30
	Qant - 6.0 mm	-0.31 ± 0.10	-0.46, -0.18	-0.99 ± 0.43	-1.60, -0.54	-0.80 ± 0.37	-1.24, -0.51
	C ₄ ⁰ - 6.0 mm-(µm)	+0.25 ± 0.05	0.17, 0.32	-0.01 ± 0.19	-0.26, +0.25	0.00 ± 0.18	-0.25, +0.20
	Pachymétrie minimum (µm)	554.2 ± 49.99	478,601	549.2 ± 44.55	482, 595	552.8 ± 59,71	470, 629
	ES (D)	+2.19 ± 0.73	+1.5, + 3.13	-1.97 ± 1.11	-3.78, -1	-0.31 ± 0.39	-0.75, +0.13
C U S T O M Q N=5	Km (D)	42.53 ± 1.56	40.5, 43.9	45.83 ± 1.28	44.3, 47.2	45.05 ± 1.4	43, 46
	Qant - 6.0 mm	-0.33 ± 0.20	-0.62, -0.19	-1.34 ± 0.40	-1.65, -0.79	-1.11 ± 0.39	-1.50, -0.70
	C ₄ ⁰ - 6.0 mm-(µm)	0.27 ± 0.08	0.18, 0.37	0.06 ± 0.13	-0.11, 0,19	0.06 ± 0.10	-0.03, +0.21
	Pachymétrie minimum (µm)	536 ± 46.09	475, 587	529.2 ± 37.67	483, 575	536.2 ± 56.20	472,609

TABLEAU 1-B. Caractéristiques topographiques et abérrométriques, préopératoires et au cours du suivi, des seize yeux du groupe LASIK.

W F O N=8	Paramètres	T0		T1		T2	
		Moyenne ± Ecart Type	Intervalle	Moyenne ± Ecart Type	Intervalle	Moyenne ± Ecart Type	Intervalle
	ES (D)	+2.84 ± 1.33	+1.4, +5.00	-0.15 ± 0.46	-0.63, +0.63	+0.69 ± 0.79	+0.13, +2.00
	Km (D)	43.6 ± 0.86	42.30, 44.20	45.91 ± 1.49	44.2, 48.1	45.70 ± 1.55	43.5, 47.7
	Qant - 6.0 mm	-0.26 ± 0.06	-0.37, 0.18	-1.00 ± 0.33	-1.69, 0.53	-0.93 ± 0.34	-1.53, -0.31
	C ₄ ⁰ - 6.0 mm	0.33 ± 0.09	0.16, 0.46	0.03 ± 0.10	-0.17, 1.11	-0.04 ± 0.20	-0.29, 0.25
	Pachymétrie minimum (μm)	544.38 ± 38.13	471, 583	531.5 ± 27.69	473, 558	528.8 ± 48.46	462, 609
C U S T O M N=10	ES (D)	+1,85 ± 1.02	+0,75, +4	-1.19 ± 0.57	-2.25, -0,5	-0.10 ± 0.57	-0.88, +0.38
	Km (D)	42,47 ± 1,66	39.7, 44,7	44,87 ± 2.24	41.9, 48.1	44.51 ± 2.33	40.30, 47.5
	Qant - 6.0 mm	-0.28 ± 0.11	-0.43, -0.13	-1.05 ± 0.26	-1.60, 0.77	-0.87 ± 0.29	-1.43, -0.47
	C ₄ ⁰ - 6.0 mm	0.29 ± 0.10	0.15, 0,43	-0.09 ± 0.20	-0.51, 0.14	-0.03, 0.15	-0.35, 0.17
	Pachymétrie minimum (μm)	529.5 ± 33.64	464, 572	516.3 ± 30.72	463, 555	530.8 ± 37.75	469, 587

WFO = Wavefront Optimized ; ES = équivalent sphérique ; Km = kératométrie moyenne ; Qant = facteur Q de la surface cornéenne antérieure ; C₄⁰ = coefficient de l'aberration sphérique Z40 mesuré dans les 6.00 mm centraux.

KÉRATOMÉTRIE

Dans le groupe des patients opérés de PKR, la Km au temps préopératoire T0 était de 42.82 ± 1.48 D pour les patients opérés avec le programme WFO et de 42.53 ± 1.56 D avec le programme Custom Q. A T1, la Km était respectivement de 44.96 ± 1.33 D et de 45.83 ± 1.28 D ($P = .01$ et $P = .01$).

Dans le groupe des patients opérés de LASIK, la Km au temps préopératoire T0 était de 43.6 ± 0.86 D pour les patients opérés avec le programme WFO, et de 42.47 ± 1.66 D avec le programme Custom Q. A T1, la Km était respectivement de 45.91 ± 1.49 D et de 44.87 ± 2.24 D ($P < .0001$ et $P < .0001$).

Le **TABLEAU 2** et la **FIGURE 1** rapportent une diminution de la Km à long terme pour les groupes PKR et LASIK respectivement de -0.74 D ($P = .01$) et -0.28 D ($P = .02$). La kératométrie maximale a également diminuée dans le groupe PKR et dans le groupe LASIK respectivement de -1.27 D ($P = .1$) et de -0.31 D ($P = .21$)

ASPHÉRICITÉ CORNÉENE ET ABERATION SPHÉRIQUE

Dans le groupe des patients opérés de PKR, Qant au temps préopératoire T0 était de -0.31 ± 0.10 pour les patients opérés avec le programme WFO, et de -0.33 ± 0.20 avec le programme Custom Q. A T1, elles étaient respectivement de -0.99 ± 0.43 et de -1.34 ± 0.40 ($P = .01$ et $P = .01$).

Dans le groupe des patients opérés de LASIK, Qant au temps préopératoire T0 était de -0.26 ± 0.06 pour les patients opérés avec le programme WFO, et de -0.28 ± 0.11 avec le programme Custom Q. A T1, Qant était respectivement de -1.00 ± 0.33 et de -1.05 ± 0.26 ($P = .0003$ et $P < .0001$).

Le **TABLEAU 2** et la **FIGURE 1** rapporte une diminution de Qant à long terme pour les groupes PKR et LASIK respectivement de $+0.22$ ($P = .01$) et $+0.13$ ($P < .0001$).

Dans le groupe des patients opérés de PKR, C_4^0 au temps préopératoire T0 était de $+0.25 \pm 0.05$ μm pour les patients opérés avec le programme WFO, et de 0.27 ± 0.08 μm avec le programme Custom Q. A T1, elles étaient respectivement de -0.01 ± 0.19 μm et de 0.06 ± 0.13 μm ($P = .01$ et $P = .0006$). Dans

le groupe des patients opérés de LASIK, C_4^0 au temps préopératoire T0 était de $+0.33 \pm 0.09$ μm pour les patients opérés avec le programme WFO, et de 0.29 ± 0.10 μm avec le programme Custom Q. A T1, C_4^0 était respectivement de 0.03 ± 0.10 μm et de -0.09 ± 0.20 μm ($P < .0001$ et $P = .0004$).

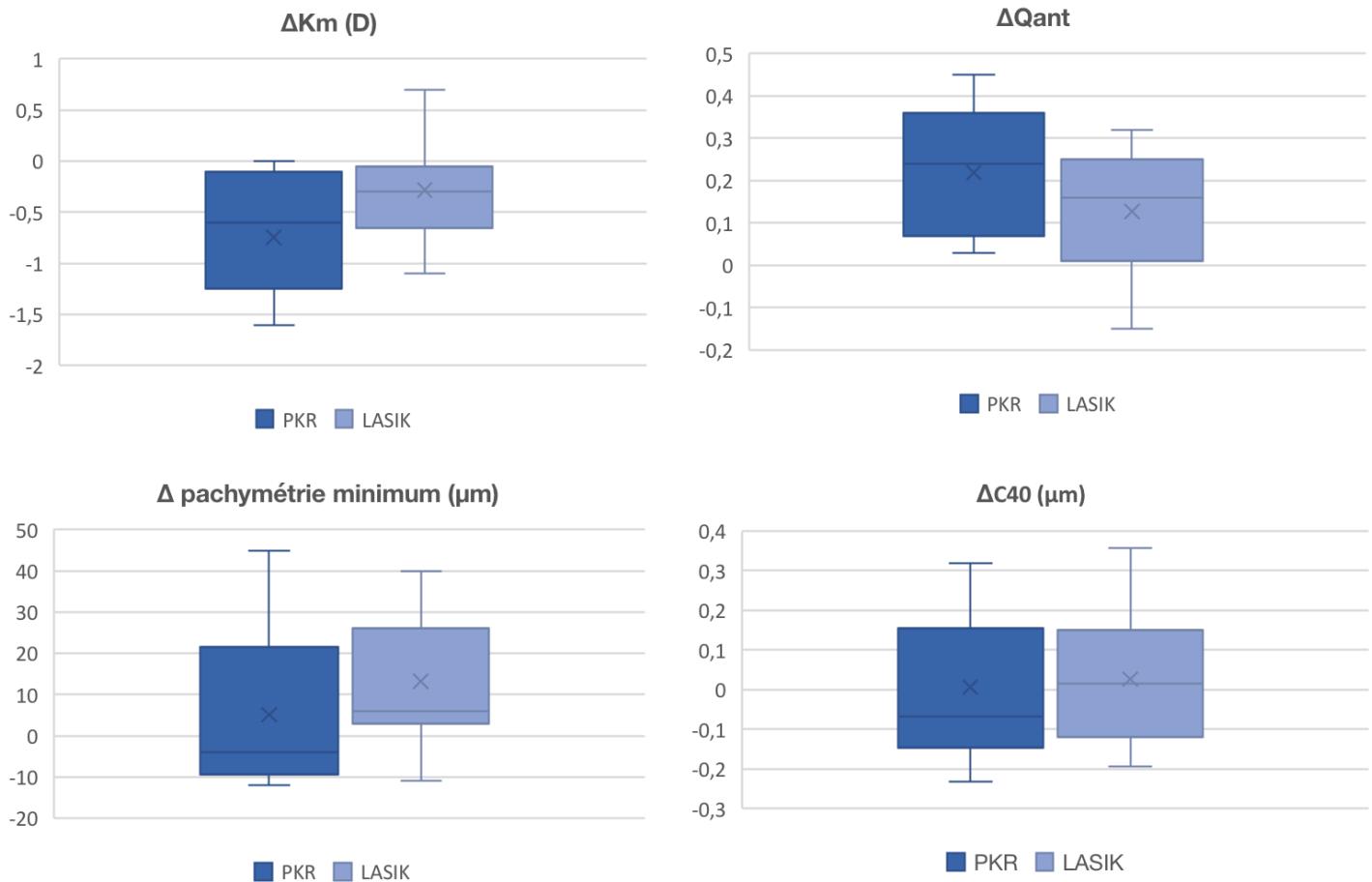
Le **TABLEAU 2** et la **FIGURE 1** rapportent une stabilité de l'aberration sphérique négative C_4^0 à long terme pour les groupes PKR et LASIK respectivement de $+0.01$ μm ($P = .91$) et $+0.03$ μm ($P = .48$).

TABLEAU 2. Variation des principaux paramètres cornéens mesurés entre la période initiale T1 et le dernier contrôle T2 ($\Delta T_2 - T_1$)

	ΔKm (D)	P value	$\Delta Quant$	P value	ΔC_4^0	P value	$\Delta Pachy$ min (μm)	P value
PKR WFO n =5	-0,72	0.07	0,21	0.09	0,01	0.90	+3,60	0.74
PKR CQ n =5	-0,78	0.08	0,23	0.06	0,00	0.90	+7,00	0.53
TOTAL PKR n =10	-0,74	0.01	0,22	0.01	0,01	0.91	+5,11	0.47
LASIK WFO. n =8	-0,20	0.08	0,07	0.06	-0,01	0.80	+11,63	0.07
LASIK CQ n =10	-0,36	0.10	0,18	0.01	0,06	0.34	+14,56	0.02
TOTAL LASIK n =18	-0,28	0.02	0,13	<.0001	0,03	0.48	+13,18	0.01
TOTAL PKR et LASIK n=28.	-0,44	<.0001	0,16	<.0001	0,02	0.54	+10,38	0.01

Km = kératométrie moyenne ; Quant = facteur Q de la surface cornéenne antérieure ; C_4^0 = coefficient de l'aberration sphérique Z40 mesuré dans les 6.00 mm centraux ; Pachy min = pachymétrie minimum ; WFO = Wavefront Optimized ; CQ = Custom Q ; n = nombres d'yeux.

FIGURE 1. Variation des principaux paramètres cornéens mesurés entre la période initiale T1 et le dernier contrôle T2 ($\Delta T_2 - T_1$) dans le groupe PKR et dans le groupe LASIK présentées sous formes de boîtes à moustaches ; pour chacune des boîtes, sont données les valeurs extrêmes, la médiane et l'intervalle interquartile.



K_m = kératométrie moyenne ; Q_{ant} = facteur Q de la surface cornéenne antérieure ; C_{40}^0 = coefficient de l'aberration sphérique Z40 mesuré dans les 6.00 mm centraux).

RÉFRACTION

La **FIGURE 2** rapporte l'évolution réfractive des yeux opérés avec le temps. Il existe un shift hypermétropique entre T1 et T2 de $+1.4 \pm 0.60$ D ($P = .006$) pour le groupe PKR-WFO, de $+1.62 \pm 0.74$ D ($P = .022$) pour le groupe PKR-Custom Q, de $+0.86 \pm 0.50$ D ($P = .001$) pour le groupe LASIK-WFO, $+1.09 \pm 0.59$ D ($P < .0001$) pour le groupe LASIK-Custom Q.

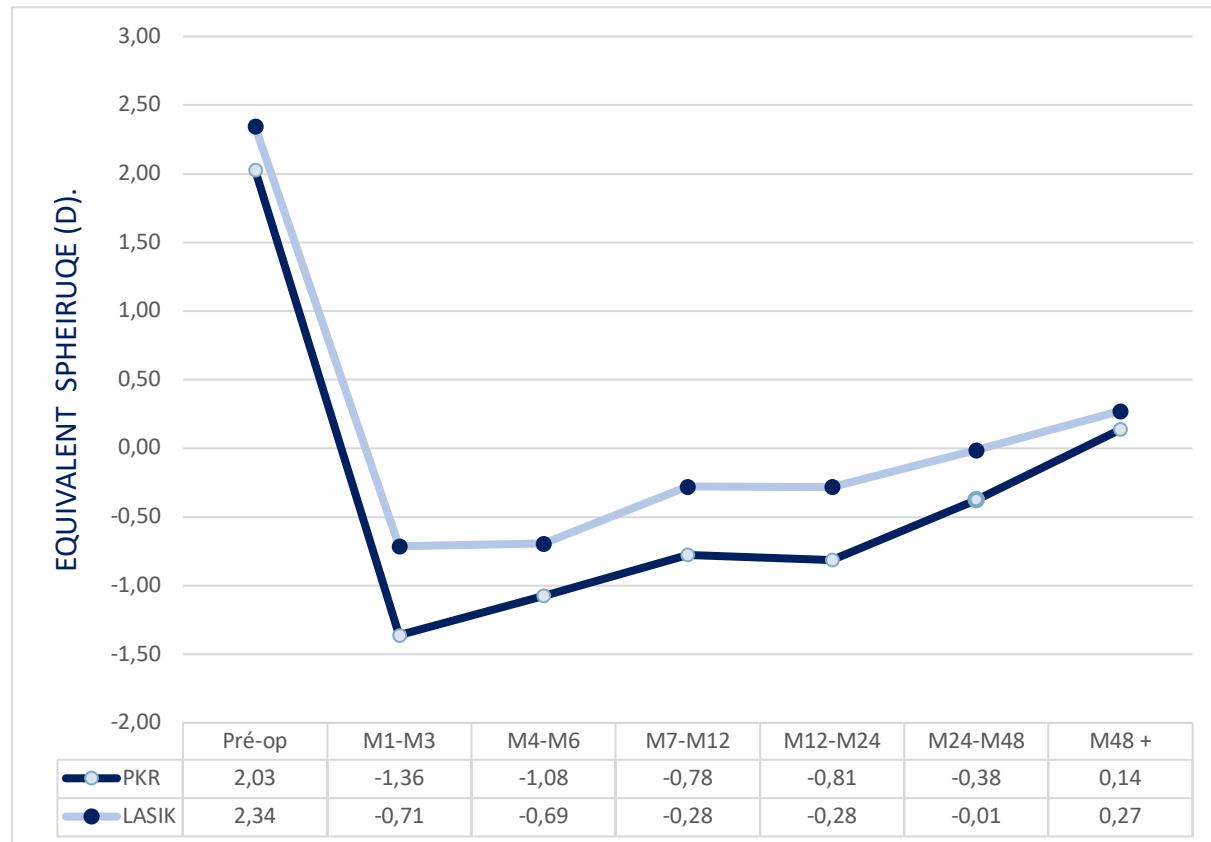


FIGURE 2 . Suivi de l'équivalent sphérique au cours du temps.

LASIK VERSUS PKR

Aucune différence statistiquement significative n'a pas pu être mise en évidence entre les variations ΔK_m , ΔQ , ΔC_4^0 observées entre les groupes LASIK et PKR ($P = 0.11, 0.16, 0.72$ respectivement) ni entre les sous-groupes LASIK, PKR-WFO ($P = 0.18, 0.07, 0.76$ respectivement) et LASIK, PKR-Custom Q WFO ($P = 0.31, 0.99, 0.71$ respectivement).

DISCUSSION

La correction laser des yeux hypermétropes, presbytes ou non, nécessite une ablation de tissu, plus prononcé en périphérie qu'au niveau de la cornée centrale. Ces profils d'ablation induisent un bombement central et un aplatissement périphérique relatif de la cornée. cette asphérisation cornéenne est source d'aberration sphérique négative^{2,3}, qui peut être d'autant plus marquée selon le module de correction choisi et l'asphericité ciblée.

De fait, si l'aberration sphérique négative est très nettement augmentée sur les yeux presbytes non dominants, traités avec le module Custom Q⁴ conçu pour accentuer l'hyperprolaticité de la cornée, elle l'est également sur les yeux dominants traités avec le module WFO et pour lesquels l'emmétropie post-opératoire est visée⁵. Néanmoins, dans le cadre de la correction de la presbytie, cette aberration sphérique ne génère une profondeur de champ suffisante pour la vision de près, que s'il existe une zone cornéenne centrale source d'un défocus myopique⁶. Dans notre étude, les yeux opérés de PKR ont présentés une myopie initiale plus importante que ceux opérés par LASIK, cette particularité post-opératoire a également été observée par Spadea et al.,⁷ et el-Agha et al.,⁸ à la suite du traitement des yeux hypermétropes.

L'évolution réfractive des yeux hypermétropes presbytes opérés par PKR ou LASIK suivent toutefois une histoire évolutive similaire, après une phase de myopie précoce. On observe une récidive hypermétropique qui s'accentue avec le temps. Plaza-Puche et al.,⁹ ont rapportés une régression réfractive de +0,47 D entre 3 mois et 3 ans après traitements par LASIK des yeux hypermétropes et qui a majoritairement eu lieu au cours de la première année post-opératoire. Cette régression a aussi été documentée après la première année et sur des périodes plus longues^{10,11}. O'Brart et al.,¹² ont également observé une régression réfractive des yeux hypermétropes opérés de PKR lors de la première année post-opératoire. Guzowski et al.,¹ ont rapportés une hypermétropisation spontanée, liée à l'âge de +0,41 D en moyenne entre 49 et 54 ans et de + 0,30 D entre 55 et 64 ans , des résultats similaires ont également été rapportés^{13 14}. Dans notre étude, la variation de l'ES entre la période initiale et finale a été de +1,07 D pour le groupe PKR et de +0,58 D pour le groupe LASIK. Ce surplus d'hypermétropisation comparé à l'évolution réfractive naturelle, semble lié à une régression de l'effet physique du laser, à savoir le bombement de la cornée centrale, comme en atteste la diminution de la kératométrie moyenne de -0,74 D dans le groupe PKR et -0,28 D dans groupe LASIK, qui correspondent à dimension égale et pour un œil standard, à une perte de puissance optique de -0,55 et -0,28 D respectivement. Cette régression kératométrique semble elle aussi se produire principalement durant la première année post-opératoire^{15,16}. Reinstein et al.,¹⁷ suggèrent que le remodelage cornéen, notamment l'hyperplasie épithéliale compensatoire est au moins en partie la cause de cet aplatissement cornéen. Dans notre étude on observe une augmentation de la pachymétrie minimum au cours du suivi, même si non significative pour les yeux opérés de PKR, qui plaide en faveur de ce remodelage épithelial.

Même si les mécanismes impliqués dans la régression des yeux hypermétropes presbytes opérés par LASIK et PKR sont nombreux, on peut penser qu'il existe d'une part une régression cornéenne réactionnelle, principalement impliquée durant la première phase post-opératoire et d'autre part une tendance à l'hypermétropisation physiologique liée au complexe irido-cilio-lenticulaire, responsable du shift hypermétropique par la suite.

CONCLUSION

Le LASIK et la PKR présentent des résultats semblables à moyen et long terme. On peut penser que si les interventions par LASIK sont beaucoup plus répandues, c'est principalement en raison de la période post-opératoire immédiate où la cicatrisation est plus délicate avec la PKR qu'avec le LASIK et de la myopisation initiale plus accentuée en PKR et donc source d'inconfort en vision de loin. Néanmoins, comme dans d'autres indications le LASIK présente des contre-indications et des risques qui lui sont propres^{18,19} et que ne présente pas la PKR. Il semble donc intéressant de pouvoir proposer aux patients l'une de ces deux techniques selon les spécificités et volontés de chacun.

RÉFÉRENCES

1. Guzowski M, Wang JJ, Rochtchina E, Rose KA, Mitchell P. Five-year refractive changes in an older population: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*. 2003;110(7):1364-1370. doi:10.1016/S0161-6420(03)00465-2
2. Bottos KM, Leite MT, Aventura-Isidro M, et al. Corneal asphericity and spherical aberration after refractive surgery. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2011;37(6):1109-1115. doi:10.1016/j.jcrs.2010.12.058
3. Alió JL, El Aswad A, Vega-Estrada A, Javaloy J. Laser in situ keratomileusis for high hyperopia (>5.0 diopters) using optimized aspheric profiles: Efficacy and safety. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2013;39(4):519-527. doi:10.1016/j.jcrs.2012.10.045
4. Rouimi F, Ouanezar S, Goemaere I, et al. Presbyopia management with Q-factor modulation without additive monovision: One-year visual and refractive results. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2019;45(8):1074-1083. doi:10.1016/j.jcrs.2019.02.039
5. Yin GHW, McAlinden C, Pieri E, Giulardi C, Holweck G, Hoffart L. Surgical treatment of presbyopia with central presbyopic keratomileusis: One-year results. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2016;42(10):1415-1423. doi:10.1016/j.jcrs.2016.07.031
6. Gatinel D, Azar DT, Dumas L, Malet J. Effect of anterior corneal surface asphericity modification on fourth-order zernike spherical aberrations. *J Refract Surg*. 2014;30(10):708-715. doi:10.3928/1081597X-20140903-10
7. Spadea L, Sabetti L, D'Alessandri L, Balestrazzi E. Photorefractive keratectomy and LASIK for the correction of hyperopia: 2-year follow-up. *J Refract Surg*. 2006;22(2):131-136.
8. el-Agha MS, Johnston EW, Bowman RW, Cavanagh HD, McCulley JP. Excimer laser treatment of spherical hyperopia: PRK or LASIK? *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2000;98:59-66; discussion 66-69.
9. Plaza-Puche AB, Yebana P, Arba-Mosquera S, Alió JL. Three-Year Follow-up of Hyperopic LASIK Using a 500-Hz Excimer Laser System. *J Refract Surg*. 2015;31(10):674-682. doi:10.3928/1081597X-20150928-06
10. Demir G, Sucu ME, Yıldırım Y, et al. Long-term assessment of visual and refractive outcomes of laser in situ keratomileusis for hyperopia using the AMARIS® 750S Excimer laser. *J Fr Ophtalmol*. 2019;42(7):703-710. doi:10.1016/j.jfo.2019.02.006
11. Desai RU, Jain A, Manche EE. Long-term follow-up of hyperopic laser in situ keratomileusis correction using the Star S2 excimer laser. *J Cataract Refract Surg*. 2008;34(2):232-237. doi:10.1016/j.jcrs.2007.09.019
12. O'Brart DPS, Patsoura E, Jaycock P, Rajan M, Marshall J. Excimer laser photorefractive keratectomy for hyperopia: 7.5-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31(6):1104-1113. doi:10.1016/j.jcrs.2004.10.051
13. Lee KE, Klein BEK, Klein R, Wong TY. Changes in refraction over 10 years in an adult population: the Beaver Dam Eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2002;43(8):2566-2571.
14. Bengtsson B, Grødum K. Refractive changes in the elderly. *Acta Ophthalmol Scand*. 1999;77(1):37-39. doi:10.1034/j.1600-0420.1999.770109.x
15. Dave R, O'Brart DPS, Wagh VK, et al. Sixteen-year follow-up of hyperopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(5):717-724. doi:10.1016/j.jcrs.2016.03.028
16. Plaza-Puche AB, Vargas V, Yébana P, Arba-Mosquera S, Alio JL. Stability of corneal topography and aberrometry after hyperopic laser in situ keratomileusis with a 500-Hz excimer laser platform: A 3-year follow-up study. *Eur J Ophthalmol*. 2020;30(6):1238-1245. doi:10.1177/1120672119875358
17. Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M, Silverman RH, Coleman DJ. Epithelial thickness after hyperopic LASIK: three-dimensional display with Artemis very high-frequency digital ultrasound. *J Refract Surg*. 2010;26(8):555-564. doi:10.3928/1081597X-20091105-02
18. Shah DN, Melki S. Complications of femtosecond-assisted laser in-situ keratomileusis flaps. *Semin Ophthalmol*. 2014;29(5-6):363-375. doi:10.3109/08820538.2014.959194
19. Friehmann A, Mimouni M, Nemet AY, Sela T, Munzer G, Kaiserman I. Risk Factors for Epithelial Ingrowth Following Microkeratome-Assisted LASIK. *J Refract Surg*. 2018;34(2):100-105. doi:10.3928/1081597X-20180105-01

Serment d'Hippocrate



Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure
d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrais pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies.

Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque.