

2m 11.2658.11

Université de Montréal

Performance visuelle en fonction du contraste et de l'éblouissement chez les candidats à  
la kératoplastie

par

Nicolas Fontaine

Département d'ophtalmologie

Faculté de médecine

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de  
Maître ès sciences (M.Sc.)  
en sciences biomédicales

Avril, 1998

© Nicolas Fontaine, 1998



W  
4  
U58  
1998  
V.100

Université de Montréal

Performance visuelle en fonction du contraste et de l'obscuration chez les candidats à la médecine

par  
Nicolas Fontaine

Département d'ophtalmologie

Faculté de médecine

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures  
en vue de l'obtention du grade de  
Maîtrise en sciences (M.Sc.)  
en sciences biomédicales

Avril 1998

Nicolas Fontaine 1998



Université de Montréal

Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Performance visuelle en fonction du contraste et de l'éblouissement chez les candidats à  
la kératoplastie

présenté par :

Nicolas Fontaine

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

[Redacted name]

président-rapporteur

Olga Overbury Ph.D.

[Redacted name]

directeur de recherche

Jacques Gresset O.D., Ph.D.

[Redacted name]

co-directrice

Hélène Boisjoly M.D., M.P.H.

[Redacted name]

membre du jury

Nicole Robillard M.D.

Mémoire accepté le :

98 09. 29

## SOMMAIRE

Ce mémoire comporte deux études destinées à documenter la performance visuelle de candidats à la greffe de cornée, en fonction du contraste et de la sensibilité à l'éblouissement. L'objectif de la première étude était de déterminer si des mesures d'acuité visuelle (AV) en contraste réduit, avec ou sans la présence d'une source d'éblouissement, sont plus efficaces que la mesure de l'AV à contraste élevé pour séparer des candidats à la greffe de cornée de sujets sans pathologie oculaire. Des mesures d'AV monoculaires ont donc été réalisées, à l'aide d'échelles de Regan de contrastes 96, 25 et 11%, sur 59 candidats à la greffe de cornée et 42 sujets témoins. Ces mesures ont ensuite été répétées en utilisant le *Brightness Acuity Tester* (BAT – Mentor Inc., Santa Barbara, Californie) comme source d'éblouissement. Des indices d'éblouissement ont été calculés en faisant la différence entre les mesures faites avec et sans BAT, à chaque niveau de contraste. Le pouvoir discriminant de chacune de ces mesures a été estimé par l'aire ( $A_R$ ) sous les courbes caractéristiques de la performance des tests (ROC – *Receiver Operating Characteristic*). Les résultats indiquent que les mesures d'AV à tous les contrastes, avec ou sans éblouissement, présentent toutes un pouvoir discriminant presque parfait pour séparer les deux groupes de sujets en question. Pour ce qui est des indices d'éblouissement, c'est celui obtenu avec l'échelle à 25% de contraste qui présente le meilleur pouvoir discriminant. L'objectif de la seconde étude était de déterminer si des mesures d'AV en contraste réduit, avec ou sans éblouissement, étaient plus fortement corrélées avec l'auto-évaluation de la performance visuelle que l'AV à contraste élevé. Les diverses mesures d'AV recueillies lors de la première étude ont alors été mises en relation avec les résultats du questionnaire VF-14 (14-item Visual Function Index) et de deux questions sur les problèmes et le degré de satisfaction avec la vision, administrés au mêmes 59 candidats à la

greffe de cornée. Les associations entre les mesures d'AV et les questionnaires ont été évaluées à l'aide de coefficients de corrélation de Spearman. Ce sont les résultats obtenus avec l'échelle à 25% de contraste qui présentaient les relations les plus fortes avec le VF-14, ainsi qu'avec les deux questions sur l'évaluation globale de la vision.

## RÉSUMÉ

Deux études ont été menées pour documenter la performance visuelle de candidats à la greffe de cornée, en fonction du contraste et de l'éblouissement.

L'objectif de la première étude était de déterminer si des mesures d'acuité visuelle (AV), à différents niveaux de contraste, et/ou des mesures de sensibilité à l'éblouissement présentent un pouvoir discriminant plus élevé que l'AV à haut contraste, l'AV Snellen par exemple, pour caractériser des candidats à la greffe de cornée par rapport à des sujets normaux.

Cinquante-neuf sujets ont été recrutés parmi des candidats à la greffe de cornée provenant de deux hôpitaux de la province de Québec (Canada). Quarante-deux sujets témoins (sans pathologie oculaire pouvant affecter la sensibilité aux contrastes ou à l'éblouissement) ont également été enrôlés. Des mesures d'AV monoculaire ont été faites à l'aide de trois échelles d'AV de Regan de contrastes différents : 96, 25 et 11% de contraste. Toutes ces mesures ont été répétées en utilisant le *Brightness Acuity Tester* (BAT) (Mentor Inc., Santa Barbara, Californie) comme source d'éblouissement. Des indices d'éblouissement ont été calculés en faisant la différence entre les AV mesurées avec et sans le BAT, à chaque niveau de contraste. Le pouvoir discriminant des tests a été estimé à l'aide de l'aire ( $A_R$ ) sous les courbes caractéristiques de la performance des tests (ROC – *Receiver Operating Characteristic*) tracées pour chacune des conditions étudiées. Une aire sous la courbe ROC égale à 1.0, correspond à un test qui sépare parfaitement les sujets dans leurs groupes respectifs. Les points de décision optimale associés à chaque test ont également été

identifiés et les valeurs de sensibilité et de spécificité associées à ces points ont été comparées.

Les résultats indiquent que les tests d'AV présentaient un pouvoir discriminant presque parfait ( $A_R \approx 0.99$ ), à chacun des trois niveaux de contraste que ce soit avec ou sans BAT. Avec l'échelle à 96% de contraste, sans le BAT, une AV de 0.3250 logMAR permettait de séparer les sujets témoins des candidats avec une spécificité de 0.98 et une sensibilité de 0.97. Pour ce qui est des indices d'éblouissement, ce sont les valeurs obtenues avec l'échelle à 25% de contraste qui présentaient le pouvoir discriminant le plus élevé ( $A_R \approx 0.95$ ). Une perte d'AV de 11 lettres (presque une ligne et demi) ou plus, à la suite de l'introduction du BAT, pouvait être utilisée pour séparer les candidats des sujets témoins, avec une sensibilité de 0.85 et une spécificité de 0.90. Ces résultats ne changeaient pas de manière significative, lorsque les 59 sujets étaient regroupés par catégories de maladies cornéennes (œdème, leucome et irrégularités optiques), afin de vérifier l'effet de différents types d'opacification cornéenne sur le résultat des tests. Les analyses ont également été répétées sur 31 sujets qui présentaient des maladies cornéennes dans un œil seulement. L'autre œil servait alors de témoin. Le but de cette troisième analyse était de comparer des yeux qui présentaient des conditions oculaires semblables, mis à part l'atteinte cornéenne. Les résultats de cette analyse n'ont pas été significativement différents de ceux de la première comparaison.

En conclusion, la différence entre la performance visuelle des candidats à la greffe de cornée et celle de sujets normaux était si grande, que l'AV à contraste élevé procurait un pouvoir discriminant presque parfait pour classer les individus à l'intérieur des deux groupes. Les mesures en contraste réduit ajoutent donc peu d'information dans ce contexte.

Par ailleurs, si on désire mesurer la sensibilité à l'éblouissement, l'indice d'éblouissement obtenu à l'aide de l'échelle à 25% de contraste est celui qui présente le pouvoir discriminant le plus élevé.

L'objectif de la seconde étude était de déterminer si des mesures d'AV en contraste réduit avec ou sans éblouissement sont plus fortement associées à la perception subjective de la performance visuelle, telle que mesurée par le VF-14 (*14-item Visual Function Index*), que l'AV à contraste élevé, chez les candidats à la greffe de cornée.

Les mesures d'AV à 96 et à 25% de contraste, avec et sans BAT, recueillies chez les 59 candidats à la greffe de la première étude ont été réutilisées pour cette étude. Les sujets ont également été contactés par téléphone pour compléter un questionnaire sur la performance visuelle : le VF-14 (*14-items Visual Function index - Steinberg et al. (1994)*). Deux questions supplémentaires portant sur l'appréciation globale des problèmes et de la satisfaction avec la vision leur ont également été posées. Les associations entre les tests d'AV et les questionnaires ont été évaluées à l'aide de coefficients de corrélation de Spearman.

Les résultats indiquent que ce sont les mesures d'AV faites sur l'œil avec la meilleure acuité qui étaient le plus fortement corrélées avec le score du VF-14 et les réponses aux deux questions sur l'appréciation globale de la vision. En fait, les corrélations entre le VF-14 et chacune des mesures d'AV faites sur l'œil avec la meilleure acuité étaient toutes fortes. Cependant, c'est l'AV mesurée avec l'échelle à 25% de contraste, sans le BAT, qui présentait le plus haut coefficient ( $R_s = -0.729$ ). Les corrélations étaient plus faibles en ce qui concerne les deux questions sur l'appréciation globale de la vision. Le test le mieux corrélé



avec les « problèmes avec la vision » était l'AV à 25% de contraste mesurée sans le BAT ( $R_s=0.395$ ), alors que la « satisfaction avec la vision » était plus fortement associée avec l'AV à 25% de contraste mesurée avec le BAT ( $R_s=-0.335$ ).

En conclusion, chez les candidats à la greffe de cornée, seules les AVs de l'œil avec la meilleure acuité rendent compte de l'appréciation subjective de la performance visuelle, telle que mesurée par le VF-14 et les deux questions d'appréciation globale de la vision. De plus, les mesures d'AV faites à l'aide d'une l'échelle à 25% de contraste sont plus fortement associées avec l'auto-évaluation de la performance visuelle que des mesures réalisées avec une échelle à contraste élevé (96%).

## TABLE DES MATIÈRES

<b>PAGE-TITRE</b> .....	i
<b>COMPOSITION DU JURY</b> .....	ii
<b>SOMMAIRE</b> .....	iii
<b>RÉSUMÉ</b> .....	v
<b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....	ix
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	xii
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	xiii
<b>LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS</b> .....	xiv
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	xv
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	1
<b>2. REVUE DE LA LITTÉRATURE</b> .....	6
2.1. Tests psychophysiques de la performance visuelle .....	6
2.1.1. Contraste et éblouissement chez les sujets présentant une opacification des milieux oculaires.....	9
2.1.1.1. Le cristallin.....	9
2.1.1.2. La cornée.....	12
2.2. Association entre mesures psychophysiques et évaluations objectives de la vision .....	13
2.2.1. Questionnaires et mesures psychophysiques chez des sujets présentant des opacifications des milieux oculaires.....	14
2.2.1.1. Le cristallin.....	14
2.2.1.2. La cornée.....	18

<b>3. OBJECTIFS ET MÉTHODE DE RECHERCHE</b> .....	20
<b>4. ÉTUDE 1</b> .....	25
SUMMARY .....	27
RÉSUMÉ .....	29
INTRODUCTION.....	31
METHODS .....	33
Patient population.....	33
Measurement of visual performance .....	33
Data analyses .....	35
RESULTS .....	37
Overall comparison .....	37
a) VA tests .....	37
b) Disability glare scores.....	38
Comparisons by category of corneal diseases.....	39
Comparisons to contralateral eye free of corneal disease.....	39
a) VA tests .....	39
b) Disability glare tests.....	40
DISCUSSION .....	41
VA tests .....	41
Disability glare scores .....	42
Comparisons by category of corneal diseases .....	43
Comparisons to contralateral eye free of corneal disease.....	43
CONCLUSIONS .....	45
REFERENCES.....	46
<b>5. ÉTUDE 2</b> .....	53
SUMMARY .....	55
RÉSUMÉ .....	57
INTRODUCTION.....	59
METHODS .....	61
Patient population.....	61
Measurement of visual performance .....	61

Subjective assessment of vision.....	61
Data analysis .....	63
<b>RESULTS .....</b>	<b>64</b>
Visual acuity performance .....	64
Self-reported visual function .....	65
Correlations.....	65
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>67</b>
Relationship between VF-14 score and VA measurements .....	67
Relationship between “satisfaction” and “trouble with vision” and VA measurements.....	69
Influence of the BAT on VA results .....	69
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>71</b>
<b>6. DISCUSSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>76</b>
6.1 Conclusions .....	85
<b>7. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>86</b>
<b>ANNEXE</b>	
Relationship between self-perceived status of visual functioning (VF-14) and indices of functional vision derived from visual acuity measurements.....	i

---

**LISTE DES TABLEAUX****Étude 1****Tableau 1**

Demographic and clinical characteristics.....50

**Tableau 2**

Mean test results .....51

**Tableau 3**

Discriminative ability, sensitivity and specificity for each psychophysical test.....52

**Étude 2****Tableau 1**

Demographic and clinical characteristics.....73

**Tableau 2**

Visual performance and self reported visual function.....74

**Tableau 3**Correlations between visual acuity performance tests and  
self reported visual function measurements .....75

---

**LISTE DES FIGURES**

**Étude 1**

**Figure 1**

Receiver Operating Characteristic (ROC) curve

for 25% contrast Disability Glare Score.....48

**Figure 2**

Testability for the different VA measurements.....49

**LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS**

ADVS	: Activities of Daily Vision Scale
ANOVA	: ANalysis Of VAriance
A <sub>R</sub>	: Area under the ROC curve
AV	: Acuité Visuelle
BAT	: Brightness Acuity Tester
C.I.	: Confidence Interval
COR	: Coefficient Of Repeatability
CSS	: Cataract Symptoms Score
DGS	: Disability Glare Score
ETDRS	: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study
LogMAR	: Logarithm of the Minimum Angle of Resolution
MANOVA	: Multivariate ANalysis Of VAriance
MOS SF-36	: Medical Outcomes Study – Short Form – 36 items
ROC	: Receiver Operating Characteristic
R <sub>s</sub>	: Spearman correlation coefficient
VA	: Visual Acuity
VF-14	: 14-item Visual Function Index

## REMERCIEMENTS

Je voudrais exprimer toute ma gratitude aux personnes suivantes :

Au docteur Jacques Gresset O.D., Ph.D., professeur agrégé à l'École d'optométrie de l'Université de Montréal et chercheur au Centre de recherche Guy-Bernier de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont (axe ophtalmologie) qui m'a dirigé dans mes travaux et qui a guidé ma réflexion sur les aspects méthodologiques des mesures cliniques et de l'auto-évaluation par questionnaires de la vision. Le docteur Gresset m'a également beaucoup appris au niveau des méthodes d'analyse statistique et des outils informatiques de traitement des données. Ses encouragements m'ont permis d'avancer malgré les nombreuses épreuves que j'ai rencontrées.

Au docteur Hélène Boisjoly M.D., M.P.H., professeure titulaire au département d'ophtalmologie de l'Université de Montréal, directrice et chercheure au sein de l'axe ophtalmologie du Centre de recherche Guy-Bernier de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont qui m'a poussé à une plus grande rigueur sur le plan scientifique. Le docteur Boisjoly m'a également beaucoup apporté sur le plan des connaissances cliniques sur les maladies de la cornée. J'ai également apprécié ses encouragements constants et sa disponibilité en dépit de l'horaire chargé que lui imposaient ses nombreuses tâches cliniques, administratives, de recherche et d'enseignement.

Aux docteurs Isabelle Brunette M.D., Michel Le François M.D. et Jean Deschênes M.D. qui ont contribué au recrutement de la majorité des sujets qui ont participé aux études



présentées dans ce mémoire. J'ai également beaucoup apprécié leur disponibilité pour répondre à mes demandes de renseignements cliniques et démographiques sur les sujets en question.

À Manon Charest R.T., assistante de recherche, pour sa grande disponibilité, son apport précieux pour la manipulation des données, sa bonne humeur et ses encouragements. Manon a contribué à l'avancement de ce projet en réglant une foule de détails petits et grands.

Au docteur Stanislav Ponomarenko M.D., à Muriel Bégin, au docteur Fawzia Djafari M.D., à Nancy Gallina et aux autres membres de l'axe ophtalmologie du Centre de recherche Guy-Bernier et de la Banque d'yeux de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont pour leur support technique et moral, et également à M. Andrew Smith qui a bien voulu relire les articles pour vérifier le bon usage de la langue anglaise.

Au Fonds de la Recherche en Santé du Québec pour l'appui financier qu'il m'a accordé dans le cadre du programme de bourses de formation de deuxième et de troisième cycle en recherche en santé pour les détenteurs d'un diplôme professionnel en santé (programme No. 2).

Et finalement, aux membres de ma famille pour leur apport précieux au niveau de la présentation matérielle de ce mémoire et pour leur support moral, sans lequel je n'aurais sans doute pas réalisé ce travail.

## 1. INTRODUCTION

L'acuité visuelle (AV) Snellen<sup>a</sup> est la mesure de la performance visuelle la plus utilisée dans le domaine des soins de la vision. En fait, dans le milieu clinique, cette mesure est souvent utilisée comme unique méthode d'évaluation de la vision fonctionnelle d'un individu. Il s'agit d'une mesure d'acuité en contraste optimal (près de 100%) réalisée dans des conditions « idéales » : bonne luminosité de la cible observée et pièce semi-obscur. Or, de telles conditions sont rarement rencontrées dans notre environnement visuel. L'univers qui entoure l'être humain soumet son système visuel à une grande variété de stimuli dont les attributs sont multiples : luminosité, taille, contraste, couleur, mouvements, etc. Il serait surprenant qu'une seule mesure, faite dans des conditions aussi restreintes que celle de l'AV Snellen, puisse rendre compte de toute la diversité de l'expérience visuelle. Et pourtant, dans les faits, elle est souvent utilisée à titre de compte-rendu de la totalité de la performance visuelle.

Des mesures cliniques telles que la sensibilité aux contrastes, l'AV en contraste réduit et la sensibilité à l'éblouissement ont été utilisées par différents chercheurs, pour tenter d'isoler des déficits visuels propres à différentes conditions du système visuel : flou dioptrique (Johnson, Casson, 1995), changements liés à l'âge (Wolf, 1960; Elliott, 1987), neuropathies (Drucker, Savino, Sergott, Bosley, Schatz, Kubilis, 1988; Apkarian, Tijssen, Spekreijse, Regan, 1987), cataractes (Taylor, Misson, Moseley, 1991; Knighton, Slomovic, Parrish, 1985; Hirsch, Nadler, Miller, 1984; Elliott, Bullimore, 1993; Terry, Brown, 1989;

---

<sup>a</sup> Mesure exprimée par un rapport, avec au dénominateur, la distance à laquelle un sujet « normal » identifie un objet que le sujet évalué reconnaît à une distance de 6 m (indiquée au numérateur). Par exemple, 6/30 indique que le sujet identifie à 6 m, ce qu'un individu « normal » peut identifier à une distance de 30 m.

LeClaires, Nadler, Weiss, Miller, 1982), lentilles intra-oculaires (Nadler, Jaffe NS, Clayman, Jaffe MS, Luscombe, 1984), greffes de cornée (Carney, Jacobs, 1989), chirurgies photoréfractives (Verdon, Bullimore, Maloney, 1996), kératotomie radiaire (Ghaith, Daniel, Stulting, Thompson, Lynn, 1998), etc. Ces outils ont été utilisés autant dans des études transversales que longitudinales, dans le cas de phénomènes progressant dans le temps. Les hypothèses mises de l'avant dans ces études étaient à l'effet que certaines de ces mesures se rapprochaient davantage des situations où la performance visuelle était réduite que l'AV Snellen. Dans la majorité des cas, les mesures étudiées faisaient ressortir des déficits visuels qui ne pouvaient être démontrés par les méthodes traditionnelles : pertes de sensibilité aux contrastes sur des gammes précises de fréquences spatiales ou chutes d'AV plus grande que la normale, à la suite d'une réduction de contraste ou de l'introduction d'une source lumineuse éblouissante dans le champ de vision.

Sur le plan pratique, ces méthodes permettent d'associer des résultats de mesures cliniques aux symptômes rapportés par des sujets atteints de différentes anomalies ou pathologies oculaires. Des plaintes de vision réduite par temps ensoleillé, lors de la conduite automobile au crépuscule, en présence de phares d'autres voitures ou en lecture dans de mauvaises conditions d'éclairage sont plus faciles à associer à des mesures de vision en conditions de contraste réduit et/ou en présence d'une source d'éblouissement qu'à l'AV Snellen. En connaissant davantage la nature et l'étendue des difficultés rencontrées par le sujet, il devient plus facile de juger de la nécessité, puis ensuite de la nature de l'intervention destinée à réadapter l'individu atteint (chirurgie, aides optiques, aides à la mobilité, rééducation, etc.)

La valeur des différents instruments de mesure de la performance visuelle se mesure généralement en termes de fidélité, pouvoir discriminant et de validité. La fidélité est une mesure de la constance des résultats dans le temps. Des mesures répétées à différents moments sont alors comparées à l'aide de statistiques comme le coefficient de répétabilité (COR). Le pouvoir discriminant d'un test indique sa capacité de séparer les individus «atteints» des individus «non atteints». Il s'agit alors d'observer le rapport entre la sensibilité (nombre de vrais positifs / nombre total de sujets «atteints») et la spécificité (nombre de faux négatifs / nombre total de sujets «non atteints»). La validité, quant à elle, décrit à quel point l'instrument mesure réellement ce qu'il est destiné à mesurer. Pour ce faire, en général, on établit la force de la relation entre les résultats obtenus avec l'instrument en question et ceux obtenus à l'aide d'un instrument de mesure reconnu (*gold standard*) ou avec les résultats d'un questionnaire reconnu portant sur les symptômes propres à la condition étudiée. Dans les études mentionnées plus haut, les deux méthodes ont été retenues. Entre autres, Elliott et Bullimore (1993) ont utilisé une mesure de dispersion de la lumière dans les milieux oculaires, le *Van Den Berg Straylightmeter*, comme référence pour tester la validité de mesures de sensibilité aux contrastes, d'AV en contraste réduit et de sensibilité à l'éblouissement, chez des sujets atteints de cataracte. D'autres auteurs ont plutôt utilisé des questionnaires d'autoévaluation du fonctionnement visuel tels que le *14-item Visual Function index* (VF-14), le *Cataract Symptoms Score* (CSS) et l'*Activities of Daily Vision Scale* (ADVS) (Carney, Jacobs, 1989; Verdon *et al.*, 1996; Steinberg, Tielsh, Schein, Javitt, Sharkey, Cassard, Legro, Diener-West, Bass Damiano, Steinwachs, Sommer, 1994; Tielsch, Steinberg, Cassard, Schein, Javitt, Legro, Bass, Sharkey, 1995; Mangione, Phillips, Seddon, Lawrence, Cook, Dailey, Goldman, 1992; Mangione, Orav, Lawrence, Phillips, Seddon, Goldman, 1995) ou sur l'état de santé générale tels que le *Sickness Impact Profile* (SIP) et le *Medical Outcomes Study – Short*

*Form – 36 items* (MOS SF-36) (Carney, Jacobs, 1989; Steinberg *et al.*, 1994; Mangione *et al.*, 1992; Mangione *et al.*, 1995).

Les pathologies oculaires qui produisent une opacification ou une irrégularité des milieux oculaires que traversent les rayons pour atteindre la rétine devraient, en théorie, interférer avec la vision à différents niveaux de contraste ou en présence d'une source d'éblouissement. La lumière qui pénètre des milieux oculaires troubles subit une dispersion. Ainsi, la lumière d'un fond (*background*) très lumineux ou d'une source de lumière intense, présente à l'intérieur du champ de vision, vient se superposer à celle de la cible et en diminue le contraste. C'est le phénomène que l'on désigne sous le nom de *veiling glare* (LeClaires *et al.*, 1982; Nadler *et al.*, 1984; Mangione, Phillips, Lawrence, Seddon, Orav, Goldman, 1994). Ce phénomène et son influence sur la performance visuelle est très bien documenté en ce qui concerne les cataractes (Taylor *et al.*, 1991; Knighton *et al.*, 1985; Hirsch *et al.*, 1984; Elliott, Bullimore, 1993; Terry *et al.*, 1989; LeClaires *et al.*, 1982). Par contre, en ce qui a trait aux maladies cornéennes, plus particulièrement en ce qui concerne la vision de candidats à une greffe de cornée, en préopératoire, relativement peu d'études font état de la question.

La cornée, tissu transparent et courbe à la surface antérieure de l'œil, joue un rôle essentiel de mise au point de la lumière qui pénètre dans l'œil. Les maladies cornéennes menant à la greffe de cornée se caractérisent par une irrégularité de l'épaisseur de la cornée et des opacités plus ou moins denses du stroma cornéen. Il serait intéressant de savoir si des mesures d'AV, en conditions de contraste réduit avec ou sans la présence d'une source d'éblouissement, sont des meilleurs indicateurs de la performance visuelle de candidats à la greffe de cornée que l'AV Snellen utilisée traditionnellement en milieu clinique. Si tel est

le cas, l'utilisation de ces instruments de mesure pourrait aider à mieux identifier les patients pour lesquels une greffe de cornée serait bénéfique.

## **2. REVUE DE LA LITTÉRATURE**

### **2.1. Tests psychophysiques de la performance visuelle**

La sensibilité aux contrastes est une mesure du contraste minimum auquel les détails d'une cible peuvent être perçus. Ces détails sont généralement soit deux lignes noires consécutives d'un patron, composé de lignes noires et blanches en alternance, ou deux barres d'une lettre séparées par un espace blanc. Le nombre de détails dans un espace donné (fréquence spatiale) est mesuré en cycles/degré. Un cycle correspond à la distance entre deux maxima (ou minima) d'une onde sinusoïdale (Jenkins, White, 1976). Par extension, cette définition, empruntée à la physique ondulatoire, est utilisée pour décrire la distance entre les détails successifs d'une cible. La sensibilité aux contrastes est habituellement mesurée en faisant varier le contraste de la cible jusqu'à ce qu'on atteigne le seuil de perception, alors que la fréquence spatiale demeure constante. La mesure est ensuite répétée à différentes fréquences spatiales.

L'AV en contraste réduit est une mesure d'acuité réalisée avec des optotypes dont le contraste est significativement inférieur à 100%. Le principe de mesure est identique à celui de l'AV Snellen, sauf que l'échelle présente des optotypes dont le contraste est uniforme mais réduit. Donc, dans ce cas, le contraste est constant, et c'est la fréquence spatiale qui varie jusqu'à ce qu'on atteigne le seuil de perception. On peut alors refaire la mesure à différents niveaux de contraste. Selon certains auteurs, cette mesure de la perception des contrastes est plus facile à administrer, car elle se rapproche davantage du test de performance visuelle traditionnel qu'est la mesure de l'AV Snellen (Regan, 1992).

De nombreux chercheurs ont observé, à l'aide de tests de performance visuelle en contraste réduit ou en présence d'une source d'éblouissement, des déficits visuels non détectables lors de mesures d'AV Snellen. Johnson et Casson (1995) ont cherché à comprendre l'interaction entre les effets de la luminance, du contraste et du flou dioptrique sur l'AV. Pour ce faire, ils ont utilisé des « C » de Landolt de différents contrastes, à des niveaux de luminance variés et avec des niveaux d'embrouillement variant de 0 à 8 dioptries. Les résultats indiquent que les trois effets sont essentiellement additifs. À tous les niveaux de contraste et de luminance, le flou dioptrique réduit rapidement l'AV jusqu'à 2 dioptries, la chute d'acuité est par la suite plus lente. À tous les niveaux d'embrouillement et de luminance, l'AV diminue lentement jusqu'à un contraste de 20%, puis chute beaucoup plus rapidement au-delà de cette valeur. L'AV diminue de manière linéaire avec la réduction de la luminance.

Taub et Sturr (1991) ont étudié l'effet de l'âge et de la santé oculaire sur la sensibilité aux contrastes et sur l'AV à haut et à moyen contrastes en fonction de la luminance. Les mesures ont été faites sur 46 sujets âgés sans maladie oculaire (âge moyen = 72.5 ans), 71 jeunes sujets (âge moyen = 18.9 ans) et 33 sujets âgés avec pathologies oculaires (âge moyen = 73.2 ans). Les résultats obtenus avec des échelles de Regan à 96% et 11% de contraste, l'échelle de Pelli-Robson et l'*Ortho-Rater* ont démontré un effet de l'âge à tous les niveaux de luminance. Tous les instruments utilisés ont permis de séparer les individus âgés normaux des individus atteints de pathologies oculaires, sauf l'échelle de Regan à 96% de contraste.

Fry et Alpern (1953) ont étudié l'effet d'une source d'éblouissement, dans la périphérie du champ de vision, sur la perception de la luminance d'un objet observé. Leurs résultats



indiquent que la diffusion de la lumière, produite par les irrégularités optiques des milieux oculaires, engendre un voile de lumière qui vient se superposer à l'image fovéale (*veiling glare*). Ce voile réduit la luminance apparente de cette image. Une augmentation de l'angle entre la source d'éblouissement et l'objet observé équivaut à réduire l'intensité lumineuse de la source d'éblouissement.

Ernst Wolf (1960) a étudié la relation entre l'éblouissement et l'âge. Cet auteur établit une distinction entre trois types d'éblouissement : l'éblouissement masquant (*veiling glare*) qui se produit lorsqu'une lumière est superposée à une image rétinienne et en réduit le contraste, l'éblouissement incapacitant (*dazzling glare*) qui s'observe lorsque l'intensité lumineuse est tellement forte qu'on a de la difficulté à observer la cible et l'éblouissement scotomatique (*blinding or scotomatic glare*) qui consiste en une modification de l'état d'adaptation de la rétine après exposition à une lumière intense. Son étude a porté sur 200 sujets âgés de 5 à 85 ans. Les résultats obtenus permettent de conclure qu'il y a une progression rapide de la sensibilité à l'éblouissement (*veiling glare*) après l'âge de 40 ans. Cette réduction de la performance visuelle en présence d'une source lumineuse ponctuelle intense serait due à une diffusion accrue de la lumière dans les milieux oculaires causée principalement par l'opacification du cristallin liée à l'âge. Cette sensibilité plus grande des tests de contraste et d'éblouissement a été observée dans le cas de diverses pathologies, mais plus particulièrement dans celles qui provoquent une opacification des milieux optiques de l'œil (cataractes, maladies cornéennes, etc.)

## **2.1.1. Contraste et éblouissement chez les sujets présentant une opacification des milieux oculaires**

### **2.1.1.1. Le cristallin**

Elliott et Bullimore (1993) ont construit une étude pour évaluer la fidélité, le pouvoir discriminant et la validité de différents tests de sensibilité à l'éblouissement. Ils ont alors testé le *Brightness Acuity Tester* (BAT) utilisé avec les échelles de Pelli-Robson et de Regan, l'appareil de Miller-Nadler, le Vistech MCT8000, le test de Berkeley et le *Van Den Berg Straylightmeter*. Pour ce faire, ils ont comparé trois groupes : 24 jeunes sujets normaux (âge moyen =  $24.3 \pm 3.3$  ans), 22 sujets normaux âgés (âge moyen =  $66.0 \pm 6.2$  ans) et 33 sujets âgés avec un début de cataracte (âge moyen =  $70.6 \pm 8.1$  ans). Leurs résultats démontrent qu'en présence d'une source d'éblouissement, les tests de Pelli-Robson, de Regan et de Berkeley donnent tous les trois des mesures également fiables, discriminantes et valides pour l'évaluation des cataractes. L'appareil de Miller-Nadler détectait difficilement les petits changements de transparence des milieux oculaires, à cause d'une échelle dont les niveaux sont trop espacés pour les faibles seuils de contraste. Le Vistech MCT8000 présentait une faible répétabilité. Leurs résultats mettent en évidence l'importance d'utiliser des tests dont la conception est rigoureuse du point de vue psychophysique. L'Académie Américaine d'ophtalmologie a d'ailleurs émis des recommandations à cet effet (1990). Un bon test de performance visuelle doit répondre aux critères suivants : 1. le critère de décision doit être contrôlé par la méthode dite « à choix forcé » (seulement deux réponses sont possibles : la bonne ou la mauvaise réponse) ; 2. les différents niveaux d'acuité ou de contraste doivent suivre une progression logarithmique; 3. il doit y avoir plusieurs essais à chaque niveau d'acuité ou de contraste.

LeClaire *et al.* (1982) ont utilisé un projecteur de diapositives à rétroillumination comme instrument de mesure de la sensibilité à l'éblouissement, chez 144 patients atteints de cataractes, 110 patients aphaques et 161 sujets normaux. Chaque diapositive comportait un cercle avec une cible (« C » de Landolt) de contraste différent en son centre. Le cercle était entouré d'un anneau qui laissait passer la lumière et agissait ainsi comme source d'éblouissement. Leurs résultats confirment ceux d'autres études, c'est-à-dire que la sensibilité à l'éblouissement augmente avec l'âge dans les yeux normaux. De plus, les patients aphaques avaient une sensibilité à l'éblouissement accrue par rapport aux patients aphaques normaux, de manière statistiquement significative. Selon ces auteurs, leurs résultats permettraient d'établir des critères objectifs plus valables que ceux utilisés avec l'AV Snellen pour décider de la nécessité d'interventions chirurgicales telles que l'extraction de cataracte, l'exérèse de membrane pupillaire ou la greffe de cornée, chez des sujets qui se plaignent de sensibilité à l'éblouissement.

Hirsch *et al.* (1984) ont étudié la sensibilité à l'éblouissement de 52 patients présentant des cataractes et de 48 sujets normaux, à l'aide d'un appareil similaire à celui utilisé par LeClaire *et al.* (1982). Ils ont également fait des mesures d'AV à l'extérieur face ou dos au soleil. Les auteurs ont ensuite établi la capacité de prédire l'une ou l'autre des mesures d'AV à l'extérieur, à l'aide de mesures réalisées avec leur appareil d'évaluation de la sensibilité à l'éblouissement ou de mesures d'AV Snellen traditionnelles. Chez les sujets avec cataractes, ils n'ont pas trouvé de différence significative entre les deux méthodes pour prédire l'AV mesurée avec le soleil dans le dos. Par contre, la mesure de sensibilité à l'éblouissement était supérieure pour prédire l'AV face au soleil (presque deux fois meilleure que l'AV Snellen traditionnelle).

Dans une étude sur la sensibilité à l'éblouissement de patients atteints de cataracte, Terry *et al.* (1989) ont démontré que ces sujets voyaient leur sensibilité aux contrastes significativement réduite, en condition d'éblouissement, par rapport à des sujets normaux de même âge, sans pathologie oculaire. Les mesures ont été réalisées à l'aide d'optotypes à contraste variable projetés sur un écran cathodique. Une lumière de  $9.38 \text{ cd/m}^2$ , située tout juste sous l'écran, servait de source d'éblouissement. Selon ces auteurs, une sensibilité aux contrastes réduite en présence d'une source d'éblouissement signifie que ces sujets pourraient avoir des difficultés dans certaines situations, lors de conduite automobile nocturne, par exemple.

Paulsson et Sjöstrand (1980) ont développé une méthode quantitative pour mesurer l'éblouissement produit par la lumière diffusée par les milieux oculaires. Ils ont utilisé des patrons sinusoïdaux générés sur écran cathodique et une source d'éblouissement introduite à proximité de l'écran. La baisse de sensibilité produite par l'introduction de la source d'éblouissement a été mesurée, et un facteur de diffusion a été déduit de cette mesure par calculs mathématiques. Après mesures sur cinq sujets normaux et sur six patients atteints de cataracte, ils ont conclu que le facteur de diffusion de la lumière dans les milieux oculaires connaît une augmentation marquée avec l'apparition d'un début de cataracte, même si l'AV Snellen n'est pas affectée.

La réduction de sensibilité aux contrastes a également été utilisée comme mesure de la sensibilité à l'éblouissement, dans une étude menée par Abrahamsson et Sjöstrand (1986) sur 34 patients présentant des cataractes sous-capsulaires postérieures et sur 18 sujets témoins. Les auteurs ont mesuré la sensibilité aux contrastes des sujets à l'aide de patron

sinusoïdaux générés sur écran cathodique. Un tube fluorescent circulaire était disposé tout autour de l'écran et servait de source d'éblouissement. Un score d'éblouissement a été obtenu par la différence de sensibilité aux contrastes mesurée avec et sans éblouissement. Les résultats ont démontré qu'une augmentation du score d'éblouissement était liée à une augmentation de la turbidité des milieux oculaires, alors que l'AV Snellen était faiblement corrélée avec ce score. Les auteurs ont également observé que le score d'éblouissement était peu influencé par le niveau de luminosité chez les sujets normaux, alors que la sensibilité à l'éblouissement était fortement réduite lorsque la luminance était diminuée, chez les sujets atteints de cataracte.

#### **2.1.1.2. La cornée**

Miller, Jernigan, Molnar Wolf et Newman (1972) ont utilisé le même instrument que LeClaire *et al.* (1982), dans une étude où ils ont mesuré l'AV et la sensibilité à l'éblouissement de sujets qui regardaient à travers des cellules optiques de différentes turbidités produites par une suspension de particules de latex. Selon eux, ces cellules simulaient différents degrés d'opacification cornéenne. Leurs résultats indiquent qu'un faible degré de turbidité augmente la sensibilité à l'éblouissement, mais n'affecte pas l'AV. Par contre, lorsqu'on augmente la turbidité, la sensibilité à l'éblouissement augmente lentement, alors que l'AV chute rapidement. Ils concluent donc que les mesures de sensibilité à l'éblouissement trouvent leur utilité dans le suivi de sujets dont les milieux oculaires présentent une faible turbidité.

Carney et Jacobs (1989) ont mesuré la performance visuelle de quatre sujets qui ont subi une kératoplastie pour kératocône en termes d'AV et de sensibilité aux contrastes mesurée

à l'aide de patrons sinusoïdaux avec et sans source d'éblouissement. En général, le seuil de sensibilité était légèrement plus élevé que celui de sujets normaux appariés en fonction de l'âge. Par contre, en présence d'une source d'éblouissement, la sensibilité aux contrastes était réduite de manière significative, même si l'AV Snellen était bonne. De plus, les deux sujets les plus affectés par l'éblouissement étaient subjectivement tout à fait conscients de leur problème.

## **2.2. Association entre mesures psychophysiques et évaluations objectives de la vision**

Plusieurs chercheurs ont donc étudié la validité d'instruments psychophysiques autres que l'AV Snellen pour rendre compte des symptômes de sujets atteints de différentes conditions oculaires. Ces auteurs sont en général arrivés à la conclusion que ces mesures (sensibilité aux contrastes, AV en contraste réduit, sensibilité à l'éblouissement, etc.) apportaient des informations complémentaires à celles de l'AV Snellen lors de l'évaluation de ces patients, parce qu'elles rendaient compte de dimensions spécifiques à chacune de ces atteintes. Cependant, d'autres auteurs ont préféré utiliser la voie de l'auto-évaluation subjective de la vision (questionnaires) pour isoler les symptômes propres à chaque pathologie oculaire. Un certain nombre de questionnaires à choix multiples ont ainsi été construits, particulièrement pour l'évaluation des symptômes liés à la cataracte. Les propriétés psychométriques, la validité, la cohérence interne et la répétabilité de ces instruments ont été établies par plusieurs études. La validité de ces questionnaires a également été démontrée pour l'étude de conditions oculaires autres que la cataracte, entre autres pour les maladies cornéennes.

## 2.2.1. Questionnaires et mesures psychophysiques chez des sujets présentant des opacifications des milieux oculaires

### 2.2.1.1. Le cristallin

Elliott, Hurst et Weatherill (1990) ont cherché à savoir à quel point les mesures d'AV, de sensibilité aux contrastes et de sensibilité à l'éblouissement étaient liées à la perception que se fait le sujet de son incapacité visuelle. Ils ont comparé des mesures d'AV (faites avec une échelle d'acuité de Ferris-Bailey (logMAR)), de sensibilité aux contrastes (réalisées à l'aide de l'échelle de Pelli-Robson) et de sensibilité à l'éblouissement (mesurée avec le *Brightness Acuity Tester* utilisé conjointement avec les deux échelles mentionnées plus haut) avec les résultats d'un questionnaire sur l'influence de la vision sur les activités quotidiennes (20 questions). Trente-trois patients atteints de cataractes (âge moyen =  $68.3 \pm 9.8$  ans) ont subi ces tests. Les corrélations entre le questionnaire et les mesures monoculaires et binoculaires d'AV étaient très faibles. Ces mesures étaient le plus fortement associées avec des tâches comme la lecture d'un livre ou d'un journal. C'est l'œil pour lequel l'AV était la pire qui était le plus fortement corrélée avec le score du questionnaire. Par contre, la sensibilité aux contrastes binoculaire était fortement corrélée avec l'auto-évaluation de l'incapacité visuelle, particulièrement en ce qui a trait à l'orientation-mobilité. Les mesures de sensibilité à l'éblouissement étaient faiblement corrélées avec la perception de l'incapacité visuelle.

Un panel d'experts américains a établi qu'une extraction de cataracte devait être envisagée lorsque le patient considère que celle-ci lui cause une incapacité fonctionnelle suffisante pour prendre le risque lié à cette intervention. Pourtant, peu d'instruments existent pour

évaluer l'incapacité fonctionnelle engendrée par la cataracte. Steinberg *et al.* (1994) ont donc développé un court questionnaire à cet effet : le *Visual Function 14-item index* (VF-14). Ils ont administré le VF-14, le *Sickness Impact Profile* et posé deux questions sur les difficultés et la satisfaction avec la vision à 766 candidats à une extraction de cataracte. Ils ont observé une cohérence interne élevée pour le VF-14 ( $\alpha$  de Cronbach de 0.85). De plus, ce questionnaire démontrait une association plus forte avec l'auto-évaluation des troubles et de la satisfaction avec la vision, qu'avec plusieurs mesures d'AV et qu'avec le score du *Sickness Impact Profile*. Le VF-14 présentait une corrélation moyenne avec l'AV de l'œil présentant la meilleure acuité, alors qu'il n'était que faiblement corrélé avec l'AV de l'œil avec la moins bonne acuité. Ceci prouve que la capacité d'exécuter certaines tâches, pour ces sujets, était plus influencée par la vision de l'œil avec la meilleure acuité que par celle de l'œil avec la moins bonne acuité. Les auteurs concluent que l'AV et le VF-14 sont des mesures complémentaires et non redondantes, d'où l'importance d'utiliser les deux mesures plutôt qu'une seule.

Gresset, Boisjoly, Nguyen, Boutin et Charest (1997) ont produit et validé, en 1996, des versions françaises de cet indice de vision fonctionnelle (VF-14), d'une échelle de symptômes construite pour la cataracte *Cataract Symptoms Score* (CSS) et de deux questions sur l'appréciation globale des problèmes et de la satisfaction avec la vision. Ces quatre questionnaires ont été administrés à 66 sujets (41 francophones et 25 sujets bilingues – anglais/français) en plus du MOS SF-36 (un questionnaire sur l'état de santé générale); l'AV Snellen a également été mesurée. La cohérence interne des versions françaises du VF-14 et du CSS était élevée ( $\alpha$  de Cronbach de 0.96 et 0.82 respectivement). La fidélité par rapport à la version anglaise, la reproductibilité test-retest et l'accord entre évaluateurs



étaient également élevés (coefficient de corrélation intraclasse  $\geq 0.80$ ). Les auteurs ont trouvé des corrélations significatives entre l'AV de l'œil avec la meilleure acuité et les scores moyens des quatre mesures liées à la vision ( $p \leq 0.05$ ). Ils ont également trouvé des corrélations significatives entre le VF-14 et cinq des huit sous-échelles du MOS SF-36 (limitations dues à des problèmes physiques, douleur, santé mentale, vitalité et perception de la santé en général). Ils concluent que les versions françaises de ces quatre questionnaires sur la vision sont fiables et valides.

Mangione *et al.* (1992) ont aussi développé un questionnaire pour évaluer la vision de sujets atteints de cataracte : l'*Activities of Daily Vision Scale* (ADVS). L'instrument comprend 20 questions sur des activités liées à la vision, subdivisées en cinq catégories : vision de loin, vision de près, sensibilité à l'éblouissement, conduite automobile nocturne et conduite diurne. Ils ont administré ce questionnaire à 334 sujets en attente d'une chirurgie de cataracte (âge moyen =  $75 \pm 9$  ans, 67% de femmes). La cohérence interne était très élevée autant pour l'administration en personne ( $\alpha$  de Cronbach de 0.94), que par téléphone ( $\alpha=0.91$ ). La validité de critère (corrélation entre la perte de vision et le score de l'ADVS) du questionnaire était de  $-0.37$  ( $p < 0.001$ ) lorsque administré en personne et de  $-0.39$  ( $p < 0.001$ ), par téléphone. Les auteurs concluent qu'une partie importante de l'incapacité visuelle n'est pas rendue par les mesures traditionnelles de la vision (AV Snellen) et que l'ADVS est une mesure fiable et valide de la perception qu'ont les patients de leur incapacité visuelle. C'est sur cette perception subjective que devrait s'appuyer la décision de pratiquer l'extraction d'une cataracte. Les auteurs considèrent que l'intérêt des instruments de mesures spécifiques à une pathologie réside dans le fait qu'ils renseignent sur les aspects de la vision qui ont le plus grand intérêt du point de vue clinique. Ces

instruments seraient plus sensibles pour la détection de changements subtils mais cliniquement significatifs, à travers le temps, que l'AV Snellen.

Mangione *et al.* (1995) ont également cherché à développer un modèle permettant de prédire la qualité de la vision de sujets opérés pour cataracte, après l'intervention. Ils ont effectué leurs mesures sur 451 patients (65 ans et plus) avant l'opération, ainsi que 3 et 12 mois après la chirurgie. Les facteurs soumis étaient l'AV préopératoire, le score du questionnaire ADVS en préopératoire, quatre maladies oculaires chroniques, huit maladies générales et les conditions démographiques. Les facteurs retenus sont un « jeune » âge ( $p < 0.001$ ), un faible score à l'ADVS en préopératoire ( $p < 0.001$ ), la présence d'une cataracte sous-capsulaire postérieure ( $p = 0.09$ ) et l'absence de dégénérescence maculaire liée à l'âge ( $p = 0.07$ ) et/ou de diabète ( $p = 0.006$ ). Le pouvoir de discrimination du modèle a été testé en le comparant au score postopératoire de l'ADVS et s'est avéré être très élevé. Les auteurs considèrent que leur modèle serait d'une grande utilité pour choisir les patients qui nécessitent une extraction de cataracte.

Dans une étude sur la relation entre l'évaluation subjective de la fonction visuelle et des mesures d'AV, d'éblouissement et de sensibilité aux contrastes chez des patients présentant un début de cataracte, Adamsons *et al.* (1996) ont prouvé que plus l'AV et la sensibilité aux contrastes étaient affectées avant l'opération, plus grande était l'amélioration subjective de la vision en postopératoire. Par contre, la relation entre la sensibilité à l'éblouissement et l'amélioration de la vision n'était pas significative. Ils ont également trouvé une relation entre l'amélioration subjective de la fonction visuelle et les mesures d'AV et de sensibilité aux contrastes en postopératoire. Pour arriver à ces résultats, les auteurs ont effectué des mesures d'AV (à l'aide de l'échelle de l'ETDRS (*Early Treatment Diabetic Retinopathy*

*Study*)), de sensibilité à l'éblouissement (avec la même échelle mais en présence du BAT (*Brightness Acuity Tester*)) et de sensibilité aux contrastes (avec des patrons sinusoïdaux générés sur écran cathodique ou avec l'échelle de Pelli-Robson) sur 67 sujets, avant et après l'extraction de cataracte. Ils ont également administré à leurs sujets un questionnaire portant sur des tâches de la vie quotidienne spécifiques à la vision.

Tielsch *et al.* (1995) ont étudié la relation entre les attentes des sujets qui subissent une extraction de cataracte et les résultats de la chirurgie. Pour ce faire, ils ont administré un questionnaire sur la vision (le VF-12) et posé deux questions sur les problèmes et la satisfaction avec la vision et ont également mesuré l'AV de 772 patients, opérés de cataracte, en préopératoire ainsi qu'à 4 mois après la chirurgie. Seulement 61% des sujets ont atteint ou surpassé leurs attentes à la suite de l'opération. C'est chez les patients plus âgés et ceux qui présentaient des comorbidités que la différence entre le résultat et les attentes était la plus grande. Les auteurs concluent que ces devraient être mieux informés avant d'entreprendre l'opération.

#### **2.2.1.2. La cornée**

Des individus qui ont des AV semblables n'ont pas toujours la même satisfaction à l'égard de leur capacité de fonctionner dans leur environnement. Selon Musch, Farjo, Meyer, Waldo et Janz (1997), cette différence peut être attribuée à des attentes, des rôles sociaux et une capacité d'adaptation différente. Les auteurs ont cherché à vérifier cette affirmation, chez les receveurs d'une greffe de la cornée, en évaluant la relation entre différentes mesures cliniques du résultat de la chirurgie et des évaluations subjectives de la fonction visuelle et de l'influence de la santé sur la qualité de vie. Les questionnaires VF-14 et MOS

SF-36 ont été administrés à 77 patients greffés en moyenne 5 ans auparavant. Des mesures d'AV avec correction, d'astigmatisme cornéen et d'anisométrie ont également été faites sur ces sujets. Les auteurs ont trouvé une association significative entre l'AV et les scores du VF-14 et des échelles du MOS SF-36 suivantes : limitations dues à des problèmes émotionnels, bien-être émotionnel et fonctionnement social. L'astigmatisme cornéen et l'AV de l'œil avec la meilleure acuité étaient les deux facteurs qui avaient la plus grande influence sur la fonction visuelle. Les auteurs considèrent que ces résultats confirment l'utilité de mesures subjectives spécifiques à la vision utilisées conjointement avec les mesures traditionnelles d'AV.

### 3. OBJECTIFS ET MÉTHODE DE RECHERCHE

Dans la première étude, nous avons cherché à savoir si des mesures d'AV en contraste réduit ou une mesure de sensibilité à l'éblouissement présentaient un pouvoir discriminant plus élevé que l'AV à haut contraste pour séparer les candidats à la greffe de cornée de sujets normaux.

Trois échelles d'acuité de Regan (1992) ont été utilisées pour mesurer l'AV des sujets : une échelle à 96% de contraste Weber ( $100[(L_{\max}-L_{\min})/L_{\max}]%$ ), ce qui correspond au contraste des échelles utilisées dans le milieu clinique, et deux échelles au contraste réduit à 25% et 11%. Les optotypes de ces échelles varient en taille selon une progression logarithmique, à raison de huit lettres par niveau d'acuité. Des mesures monoculaires et binoculaires ont été réalisées sur chaque sujet, mais seules les mesures monoculaires sont rapportées, pour fin de comparaison avec les mesures d'éblouissement qui n'étaient réalisables qu'en monoculaire. Les résultats ont été exprimés en notation logMAR : logarithme de l'angle minimum (en minutes d'arc) sous-tendu à l'œil par le plus petit détail perçu par le sujet. Cette notation facilite l'analyse mathématique des résultats.

Les mesures monoculaires réalisées avec les trois échelles d'acuité ont ensuite été répétées en présence d'une source d'éblouissement : le BAT (*Brightness Acuity Tester* - Mentor Inc., Santa Barbara, Californie). Le BAT consiste en un manche tenu dans la main, au bout duquel se trouve une demi-sphère. Au fond de la sphère se trouve une ouverture de 12 mm à travers laquelle le sujet dirige son regard, la concavité de la sphère faisant face au sujet. Dans le haut de la demi-sphère, masquée au regard direct de l'observateur, se trouve une petite lumière qui produit un éclairage uniforme à l'intérieur de la demi-sphère. Lorsque

l'appareil est disposé à proximité de l'œil, il produit une luminance uniforme sur l'ensemble du champ visuel monoculaire du sujet. Trois niveaux de luminance sont disponibles. Nous avons utilisé le niveau intermédiaire ( $330 \text{ cd/m}^2$ ), car il produisait un niveau d'éblouissement significatif, sans photophobie excessive.

Des indices d'éblouissement (DGS – *Disability Glare Score*) ont été calculés en faisant la différence entre la mesure d'acuité obtenue avec BAT et celle obtenue sans BAT (Elliott, Bullimore, 1993).

La méthode de paradigme à choix forcé a été utilisée pour contrôler le critère de décision du sujet. On oblige alors le sujet à fournir une réponse à chaque présentation de stimulus, peu importe sa perception. Dans le cas présent, le sujet devait nommer une lettre pour chaque optotype présenté : soit la bonne lettre ou n'importe quelle autre lettre, au hasard.

Le pouvoir discriminant de ces différentes mesures a été comparé à l'aide de l'aire sous les courbes caractéristiques de la performance des tests (ROC – *Receiver Operating Characteristic*) tracées pour chacun des tests (Elliott, Bullimore, 1993). Cette courbe est une représentation graphique de la sensibilité (nombre de vrais positifs / nombre total de sujets «atteints») en fonction de 1-spécificité (nombre de faux négatifs / nombre total de sujets «non atteints»). Une aire sous la courbe égale à 1.0 représente une discrimination parfaite entre sujets normaux et sujets anormaux, alors qu'une aire de 0.5 indique que le résultat du test est entièrement le fruit du hasard. Ce dernier cas produit une ligne diagonale allant du coin inférieur gauche du graphique jusqu'au coin supérieur droit, connue sous le

nom de « ligne d'indécision ». Le point de la courbe (d'aire  $> 0.5$ ), qui est le plus distant de la ligne d'indécision, est appelé point de décision optimale.

Le pouvoir discriminant des tests a été étudié dans trois situations. Dans la première, la capacité de séparer des yeux de candidats à la greffe de cornée de ceux de sujets « normaux » (sans pathologie oculaire pouvant significativement affecter la vision) a été mise à l'épreuve. Dans la seconde analyse, les yeux de candidats à la greffe ont été regroupés en trois catégories d'atteintes cornéennes : œdème, leucome et irrégularités optiques. Chacun de ces groupes a été comparé au groupe des sujets « normaux », afin de savoir s'il existait une différence de pouvoir discriminant entre les tests en fonction du type d'atteinte cornéenne. Finalement, afin de tenir compte de l'effet additif de certaines comorbidités sur la performance visuelle aux différents tests psychophysiques, les deux yeux d'un même sujet ont été comparés entre eux pour les individus présentant une maladie cornéenne unilatérale. L'œil adelphe servait alors de témoin.

La seconde étude a été conçue pour étudier la relation entre des mesures subjectives de performance visuelle (le VF-14 - *Visual Function 14-item index* (Steinberg *et al.*, 1994) - et deux questions d'évaluation globale de la vision) et des mesures cliniques de la performance visuelle, telles que l'AV en contraste réduit avec ou sans éblouissement, chez les candidats à la greffe de cornée. Le but étant de déterminer si ces mesures psychophysiques (contraste réduit, éblouissement) sont plus fortement corrélées avec l'appréciation subjective de la vision fonctionnelle que l'AV à haut contraste.

Les échelles de Regan et le BAT ont également été utilisés dans cette étude, selon les principes décrits dans la première étude. Par contre, l'échelle à 11% de contraste n'a pas été

retenue cette fois, en raison du trop faible pourcentage de sujets qui pouvaient y identifier ne serait-ce que les plus gros optotypes.

De une à six semaines suivant les mesures psychophysiques de la performance visuelle, les sujets ont été contactés par téléphone pour compléter le VF-14 (un questionnaire sur la performance visuelle). Deux questions supplémentaires portant sur l'appréciation globale des problèmes et de la satisfaction avec la vision ont également été posées.

Le VF-14 est un questionnaire qui porte sur des activités quotidiennes dont l'exécution est dépendante de la vision. Les aspects touchés par cet outil portent sur des activités de lecture, de loisirs, d'orientation-mobilité, de conduite automobile, etc. À chaque question, le sujet doit dire s'il n'a « aucune difficulté à réaliser l'activité », s'il a « un peu de difficulté », s'il éprouve « une difficulté moyenne », « une grande difficulté » ou s'il est simplement « incapable d'effectuer l'activité » en question, à cause de sa vision. Le résultat du test est un pointage variant de 0 à 100. Un score de 100 signifie que le sujet n'a aucune difficulté avec tous les éléments du questionnaire. Ce questionnaire a été retenu plutôt que l'ADVS de Mangione *et al.* (1992), parce qu'il est disponible en français et est plus court à administrer.

Pour la question sur la satisfaction avec la vision, on demandait au sujet s'il était « très insatisfait », « moyennement insatisfait », « moyennement satisfait » ou « très satisfait » de sa vision. En ce qui concerne les problèmes avec la vision, les réponses possibles étaient : « aucune difficulté », « un peu de difficulté », « modérément de difficulté » ou « beaucoup de difficulté ».



La validité des différentes mesures d'AV avec et sans éblouissement a été vérifiée par l'étude des coefficients de corrélation de Spearman entre ces mesures et les scores des trois évaluations subjectives de la vision mentionnées plus haut. Le coefficient de corrélation de Spearman est particulièrement utile lorsque les données ne sont pas distribuées normalement (comme c'est généralement le cas pour l'AV). Le fait que ce soit des rangs, et non les valeurs brutes, qui sont utilisés dans le calcul du coefficient permet de diminuer l'influence de valeurs extrêmes (Dawson-Saunders, Trapp, 1994).

#### **4. ÉTUDE 1**

**CONTRAST AND GLARE TESTING IN THE ASSESSMENT OF VISUAL  
PERFORMANCE OF EYES CANDIDATE FOR A CORNEAL GRAFT**

Fontaine, Nicolas

Gresset, Jacques

Boisjoly, Hélène

Address correspondence to Jacques Gresset, Centre de recherche Guy-Bernier, Hôpital  
Maisonnette-Rosemont, Pavillon Rosemont, 5689, boul. Rosemont, Montréal, Québec,  
Canada, H1T 2H1.

This research was supported in part by the Medical Research Council of Canada (MRC)  
through the grant MT-12869. Nicolas Fontaine was supported by a training award from the  
Fonds de la Recherche en Santé du Québec (FRSQ). Hélène Boisjoly and Jacques Gresset  
are respectively, scholars of the FRSQ and of the National Health Research and  
Development Program (NHRDP).

Key words: contrast visual acuity, glare sensitivity, corneal graft, discriminative ability

## CONTRAST AND GLARE TESTING IN THE ASSESSMENT OF VISUAL PERFORMANCE OF EYES CANDIDATE FOR A CORNEAL GRAFT

### SUMMARY

**Purpose.** To determine if visual acuity (VA) measurements, performed at different levels of contrast, and/or disability glare testing present higher discriminative ability than high contrast VA (Snellen VA for example) to discriminate between candidates for a corneal graft and non-diseased controls.

**Methods.** Fifty-nine subjects were recruited among candidates for corneal graft from two hospitals of the province of Québec (Canada). Forty-two controls were also enrolled. Monocular VA was measured with three Regan contrast VA charts: 96, 25 and 11% contrast charts. All of these measurements were repeated using the Brightness Acuity Tester (BAT from Mentor Inc., Santa Barbara, California) as a glare source. Disability glare scores were derived from these results. The discriminative ability of the tests was estimated using the area ( $A_R$ ) under Receiver Operating Characteristic (ROC) curves plotted for each VA and DGS condition. Optimal decision points were also identified and the corresponding specificity and sensitivity values compared.

**Results.** VA tests, at all three contrast levels, showed nearly perfect discriminative ability ( $A_R \approx 0.99$ ). When disability glare scores were considered, the score obtained with the 25% contrast chart had the strongest discriminative ability, although weaker than that of any of

the VA tests ( $A_R \approx 0.95$ ). A loss of VA of 11 letters (almost 1.5 lines) or more with the introduction of the BAT could be used to separate controls from candidates with a sensitivity of 0.85 and a specificity of 0.90. These results did not change significantly when the 59 subjects were grouped into categories of corneal disease (edema, leukoma and irregular optics).

**Discussion and conclusions.** The difference in visual performance between candidates for a corneal graft and normal subjects is such that high contrast VA provides optimal discriminative ability in classifying subjects into both groups. Low contrast adds little information in this case. If one wishes to test for glare sensitivity, the disability glare score obtained with the 25% contrast chart shows the highest discriminative ability.

## CONTRAST AND GLARE TESTING IN THE ASSESSMENT OF VISUAL PERFORMANCE OF EYES CANDIDATE FOR A CORNEAL GRAFT

### RÉSUMÉ

**Objectif :** Déterminer si des mesures d'acuité visuelle (AV), à différents niveaux de contraste, et/ou des mesures de sensibilité à l'éblouissement présentent un pouvoir discriminant plus élevé que l'AV à haut contraste, l'AV Snellen par exemple, pour séparer des candidats à la greffe de cornée de sujets normaux.

**Méthodologie :** Cinquante-neuf sujets ont été recrutés parmi des candidats à la greffe de cornée provenant de deux hôpitaux de la province de Québec (Canada). Quarante-deux sujets témoins ont également été enrôlés. Des mesures d'AV monoculaire ont été faites à l'aide de trois échelles d'AV de Regan de contrastes différents : 96, 25 et 11% de contraste. Toutes ces mesures ont été répétées en utilisant le *Brightness Acuity Tester* (BAT - Mentor Inc., Santa Barbara, Californie) comme source d'éblouissement. Des indices d'éblouissement ont été calculés à partir des résultats de ces mesures. Le pouvoir discriminant des tests a été estimé à l'aide de l'aire ( $A_R$ ) sous les courbes caractéristiques de la performance des tests (ROC – *Receiver Operating Characteristic*) tracées pour chacune des conditions étudiées. Les points de décision optimale associés à chaque test ont également été identifiés et les valeurs de sensibilité et de spécificité associées ont été comparées.

**Résultats :** Les tests d'AV présentaient un pouvoir discriminant presque parfait ( $A_R \approx 0.99$ ), à chacun des trois niveaux de contraste. Pour ce qui est des indices d'éblouissement,

les valeurs obtenues avec l'échelle à 25% de contraste présentaient le plus haut pouvoir discriminant ( $A_R \approx 0.95$ ), quoique inférieur à ceux des tests d'AV seulement. Une perte d'AV de 11 lettres (presque une ligne et demi) ou plus, à la suite de l'introduction du BAT, pouvait être utilisée pour séparer les candidats des sujets témoins, avec une sensibilité de 0.85 et une spécificité de 0.90. Ces résultats ne changeaient pas de manière significative, lorsque les 59 sujets étaient regroupés par catégories de maladie cornéenne (œdème, leucome et irrégularités optiques).

**Discussion et conclusions :** La différence entre la performance visuelle des candidats à la greffe de cornée et celle de sujets normaux était si grande, que l'AV à contraste élevé procurait un pouvoir discriminant presque parfait pour classer les individus à l'intérieur des deux groupes. De plus, les mesures en contraste réduit ajoutent peu d'informations dans ce contexte. Par ailleurs, si on désire mesurer la sensibilité à l'éblouissement, l'indice d'éblouissement obtenu à l'aide de l'échelle à 25% de contraste est celui qui présente le pouvoir discriminant le plus élevé.

## INTRODUCTION

Traditionally, visual performance of candidates for corneal transplant is measured by Snellen visual acuity (VA). However, many patients with corneal opacification complain of symptoms that are probably not evaluated by Snellen VA. Some of these symptoms relate to difficulties in performing visual tasks under glare conditions. In addition, while some subjects with media opacities retain good high contrast VA, their vision may be more impaired when contrast is reduced than for subjects without media opacities.<sup>1,2</sup>

Carney and Jacobs<sup>3</sup> found elevated contrast sensitivity thresholds in keratoplasty patients with keratoconus, while there was no measurable VA loss. Mannis *et al.*<sup>4</sup> suggested that contrast sensitivity and glare disability testing might contribute to assessing real-world visual function in graft recipients. However, until now, most related studies have been concerned with other types of media opacities, namely cataracts. Elliott and Bullimore<sup>5</sup> found that three reduced contrast charts - the Berkeley, Pelli-Robson and Regan 25% tests (the last two being used in conjunction with the BAT - Brightness Acuity Tester) provided more reliable, discriminative and valid measurements than the standard Snellen acuity chart when testing subjects with cataract. According to Regan,<sup>6</sup> contrast VA charts represent a cheaper and simpler alternative to the expensive electronic apparatus used for generating sine wave gratings, used in experimental settings. Regan's work suggests that a single one of his low-contrast letter charts (the 25% contrast chart) could be a valuable adjunct to the standard Snellen visual acuity chart.



Glare disability is often present in conjunction with reduced contrast sensitivity in patients with ocular media opacities. The glare that reduces visual performance is in fact a contrast-lowering effect resulting from the scattering of stray light within the eye.<sup>7-9</sup> This is often referred to as veiling glare. Abrahamsson and Sjöstrand<sup>1</sup> found that the discrepancy between contrast sensitivity function obtained with and without glare is related to an increase in turbidity of the ocular media. According to Paulsson and Sjöstrand,<sup>2</sup> the scattering of light by the ocular media shows a marked increase in patients with early cataracts, even if their high contrast VA is not affected. Terry and Brown<sup>10</sup> found an attenuation of contrast sensitivity over the full midrange of spatial frequencies for subjects with cataracts.

To our knowledge, the use of low contrast VA and disability glare testing is not well documented in the context of corneal disease evaluation. A comparison of the discriminative ability of these techniques could lead to the implementation of complementary clinical tests to assess the visual impairment of candidates for corneal graft.

In this study, we used Regan contrast VA charts and the Brightness Acuity Tester (BAT - Mentor Inc., Santa Barbara, California) to determine if visual acuity (VA) measurements, performed at different levels of contrast, and/or disability glare testing present higher discriminative ability than high contrast VA when comparing candidates for a corneal graft to non-diseased controls.

## **METHODS**

### **Patient population**

Fifty-nine subjects were recruited among candidates for a corneal graft from two hospitals of the province of Québec (Canada): the Maisonneuve-Rosemont Hospital and the Royal-Victoria Hospital. Four surgeons participated in the enrolment of subjects. Only patients listed for penetrating keratoplasty were chosen. Forty-two controls from the red-eye clinic of the Maisonneuve-Rosemont Hospital were also asked for their collaboration. Subjects with no ocular disease that could significantly affect VA and with a Snellen VA better or equal to 6/15 were chosen as controls (this level of VA corresponds to the limit legally accepted to keep a standard daytime driver's license, in the province of Quebec, Canada).

All subjects were asked to sign a written consent after being informed of the nature of the study. An ophthalmological examination was performed including case history, standard projector Snellen VA, retinoscopy, refraction, slit-lamp examination of the anterior segment and ophthalmoscopy. Photographs of the anterior segment of the diseased eyes were also taken for our records.

### **Measurement of visual performance**

We chose the Regan low-contrast VA charts for our testing. These charts follow the guidelines suggested by the American Academy of Ophthalmology for the design of reliable psychophysical tests, i.e. 1. The test should use a forced-choice psychophysical method, 2. Test targets should follow a uniform logarithmic progression, and 3. Several

trials should be used at each level of acuity or contrast.<sup>11</sup> The Regan charts use a logarithmic progression of optotypes, with 8 letters by level of acuity. In this study, three levels of contrast were used: 96%, 25% and 11% Weber contrast. VA was measured monocularly and binocularly. However, only monocular results are reported here. Measurements were initiated at a distance of 3 meters. If the subject could not make out any of the optotypes, the distance was reduced by successive factors of one-half, until the subject could read at least the first line (minimal distance: 19 cm). Results were recorded as the total number of letters correctly identified on each chart. This number was then converted to logMAR VA by giving a weight of 0.0125 logMAR to each letter read. This method allowed measurements of VA on a continuous scale ranging from -0.3 to 1.9875 logMAR by increments of 0.0125. A value of 2.0 logMAR was assigned for "light perception". Chart illuminance was set to  $85 \text{ cd/m}^2$ , as measured by a spot photometer. The different contrast charts were randomly presented. Subjects were tested with the best possible optical correction. When presbyopic subjects were brought closer to the chart, reading distance was taken into account in the optical correction. Tests were performed with normal pupils. A forced-choice design was used in order to obtain a criterion-free evaluation, meaning that the subject was allowed to give only two possible answers for each optotype: either the correct letter or any other letter. If the patient did not recognize the optotype, he was asked to make a guess.

All of these measurements were repeated using the Brightness Acuity Tester (BAT) from Mentor Inc. (Santa Barbara, California) as a glare source. The BAT consists of a hemispheric bowl with a light located in its upper part, therefore shielded from the subject's gaze, which gives uniform illumination all across the visual field. The subject positions the

concavity of the bowl to his eye and gazes through a 12 mm aperture in the center of the bowl. When measurements are performed with the BAT on one eye, the contralateral eye is occluded. Three intensity levels are available. The highest setting produced excessive photophobia in many of our patients, so the medium setting was used ( $330 \text{ cd/m}^2$ ).

Disability glare scores (DGS) were computed at each level of contrast, by calculating the difference between the VA scores obtained with and without BAT.<sup>3,4</sup> Because computation of DGS implies a difference between two scores obtained by a same subject, those who had the ceiling value (2.00 logMAR) both with and without BAT were excluded from the analyses.

First, the 59 eyes from 59 candidates for a corneal graft were compared to 42 normal eyes from the control group. The 59 candidates were then grouped into three categories of corneal diseases, according to the level of corneal disruption induced by the disease : edematous corneas for diffuse opacification, leukomas for localized opacification, and irregular optics that produce a dioptric blur. Each of these groups was compared to the control group. Finally, 31 eyes scheduled for a corneal graft, from 31 subjects with unilateral corneal disease, were paired and compared to the contralateral eye in an attempt to control for ocular comorbidities other than corneal diseases.

### **Data analyses**

Receiver Operating Characteristic (ROC) curves were plotted for all nine tests (see example in Figure 1). A ROC curve describes the discriminative ability of a test i.e. it measures the

ability of a test to identify a subject as being normal or abnormal. The curve itself is a plot of sensitivity (number of true positives / total number of abnormal subjects) against 1-specificity (number of false negatives / total number of normal subjects) using several different test scores as cut-off points.<sup>5</sup> The area beneath the ROC curve is a general indicator of the discriminative ability of a test.<sup>5</sup> Perfect discrimination is represented by an area under the curve of 1.0, whereas a test whose results are totally dictated by chance produces an area of 0.5 or lower (under the diagonal line). Areas under ROC curves ( $A_R$ ) were used to compare the discriminative abilities of our nine tests (96% VA without BAT, 96% VA with BAT, 25% VA without BAT, 25% VA with BAT, 11% VA without BAT, 11% VA with BAT, 96% contrast DGS, 25% contrast DGS and 11% contrast DGS). The optimal decision point was identified for each ROC curve. This point is the most distant from the diagonal indecision line.

In the case of disability glare scores, all graft candidates who had a score of 2.00 logMAR with the BAT were automatically considered “positives”; having a ceiling value in one of the two measurements would have introduced artificially small differences in the analysis. The ROC curve was then representative of a combination of two tests: first, the ability to actually read the chart; and second, the disability glare measurement itself.

The proportion of subjects who could read at least one letter on the first line of the VA chart, at 19 cm (VA better than 2.0 logMAR), was computed for all 6 VA tests (Figure 2). We used this proportion as an index of testability for the different test conditions.

## RESULTS

The graft candidates were significantly older than the controls (Table 1). However, a multiple linear regression showed that neither age nor sex accounted for the variance of any of the 6 VA tests, hence these two variables were not retained in further analyses. The corneal diseases for which keratoplasty was performed are listed in Table 1.

### Overall comparison

Twenty-eight subjects out of 59 were able to read the 11% chart without BAT, and only seven when the BAT was used (Figure 2). Because of the small number of respondents, measurements made with this chart were judged non-practical for clinical use. Hence, they were not included in further analyses. In addition, measurements made on each chart with the BAT resulted in areas under ROC curves as high as those obtained on the same charts without the BAT :  $A_r=0.9924 \pm 0.0061$  for the 96% chart without BAT compared to  $0.9921 \pm 0.0091$  for the 96% chart with BAT, and  $A_r=0.9963 \pm 0.0045$  for the 25% chart without BAT compared to  $0.9966 \pm 0.0044$  for the 25% chart with BAT (overall group). Because of the similarity between the discriminative ability of VA measurements made with and without BAT, only the latter are presented in Tables 2 and 3.

#### a) VA tests

First, the 59 graft candidates were compared to the control group (Table 2). As expected, mean VA deteriorated when contrast was decreased (96% versus 25%) for both graft candidates and controls. An analysis of variance (ANOVA) confirmed that the differences

between the mean scores for these two VA tests were statistically significant within both groups. As expected, post-hoc t-tests with Bonferroni correction for multiple comparisons confirmed that graft candidates performed worse than controls on both VA tests (p values are reported in Table 2).

The  $A_R$  was larger for the 25% chart than for the 96% chart (Table 3). However, this difference was very small, both areas being over 0.99. Optimal cut-off decision points yielded the same specificity and sensitivity values for both the 25% and the 96% chart (0.98 and 0.97 respectively). These decision points corresponded to VA scores of 0.3250 logMAR for the 96% chart and 0.7375 logMAR for the 25% chart.

#### b) Disability glare scores

The highest mean DGS for the graft candidates was obtained with the 25% chart (-0.27 logMAR compared to -0.21 logMAR for the 96% chart, Table 2). DGS were worse for graft candidates than controls, whose mean acuity losses were less than one line (0.1 logMAR) on each chart (t-tests results in Table 2).

$A_R$  was also compared for the DGS (Table 3). Discriminative ability was higher with the 25% chart than with the 96% chart ( $A_R = 0.9454$  and  $A_R = 0.8533$  respectively). Sensitivity and specificity were 0.85 and 0.90 respectively for the 25% chart (for a loss greater than 11 letters (almost 1.5 lines) with the introduction of the BAT – Table 3), and 0.71 and 0.93 for the 96% chart (for a loss greater than 12 letters (1.5 lines) with the introduction of the BAT – Table 3).

### **Comparisons by category of corneal diseases**

Thirty-nine subjects were grouped into the “edema” category, while 18 were included in the “leukoma” category. Minor differences existed between the VAs and DGS of each group and the overall group, VAs being slightly better for the edema group than the leukoma group. However, none of these differences were statistically significant. Comparisons on  $A_R$ , sensitivity and specificity were conducted on both of these groups, yielding virtually identical results to those of the overall analysis. The “irregular optics” category included only two subjects (diagnosis of keratoconus). Both of these individuals had very low VAs compared to the controls, but the sample was too small for statistical inference.

### **Comparisons to contralateral eye free of corneal disease**

#### **a) VA tests**

In an attempt to control for ocular comorbidities and age, 31 graft candidates with unilateral corneal disease had their eyes compared against one another. VA of the graft candidate eyes was poorer for this sub-group, in both conditions (96 and 25% contrast), than for the overall group of graft candidates by an average of 0.15 logMAR (Table 2). However, 95% confidence intervals on mean VA were all overlapping. VAs of the control eyes were on average 0.22 logMAR worse than that of the previously used control group, these differences being statistically significant (considering 95% C.I.). The reduced visual performance of these controls was representative of the effect of ocular comorbidities, which were absent in the first group of controls.



In this comparison between both eyes of a same subject,  $A_R$  for 96% and 25% VA tests were slightly smaller than in the former analyses (0.04 on average), though none was significantly different from the others (Table 3). Discriminative ability ( $A_R$ ) was highest with the 25% chart. Sensitivity and specificity were 0.98 and 0.90 respectively with the 25% chart, compared to 0.95 and 0.87 with the 96% chart. However, the difference between both tests was not statistically significant.

#### b) Disability glare tests

Discriminative ability decreased for the 25 and 96% DGS compared to the values found in the overall analysis (0.10 on average), although the 25% chart retained higher discriminative ability than the 96% chart. Sensitivity for disability scores was highest with the 25% chart, while specificity was not significantly different (Table 3). DGS were not statistically different from the ones observed previously for either candidates or controls.

## DISCUSSION

The discriminative ability of high contrast VA (96%) was not significantly different from that of low contrast VA (25%), both tests tending towards perfect discrimination between candidates and controls free of any ocular disorder. Both disability glare scores (DGS) presented substantially lower discriminative ability than the VA tests. However, the DGS measured with the 25% chart provided a better discrimination between groups than the one measured with the 96% chart.

For all tests, the graft candidate eyes performed worse than did the control eyes in the two control groups (except for the 96% DGS when both eyes of the same subject were compared). Our controls showed worse visual acuity and higher DGS than either young or older controls from the study of subjects with cataracts reported by Elliott and Bullimore.<sup>5</sup> This is not surprising since these authors chose controls with Snellen VA better than 6/7.5, while our criterion was 6/15.

### VA tests

When comparing the 59 graft candidates to the 42 controls, both the 96% and 25% VA tests presented with nearly perfect discriminative ability, as shown by  $A_R$  approaching 1.0. This shows that many subjects from our graft candidates group had very poor VA, while most of our controls had relatively good VA in all contrast and glare conditions. This is not surprising, since all graft candidates had severe corneal diseases and more than half of them also had concomitant eye diseases, while the controls were chosen to present no ocular disease that could significantly affect VA, contrast sensitivity or glare sensitivity. Cataract

and glaucoma comorbidities found in many graft candidates are also known to affect contrast VA and glare disability, adding to the effect of corneal diseases on the difference between both groups. Optimal sensitivity and specificity were obtained by using 0.3250 logMAR to separate candidates from controls when using the 96% chart, while a score of 0.7375 logMAR provided the best discrimination when using the 25% chart.

The very high discriminative ability of both VA tests may also indicate that the practitioners who participated in this study use a high degree of visual disability as their criterion for deciding to recommend transplant surgery. This is logical considering the surgical risks associated with the surgery as well as the risks of allograft reaction and/or failure. The difference between VAs for the graft candidates and subjects with no corneal disease was in fact so large (the data of both groups showed very little overlapping), that discrimination between both groups was excellent with any of the measuring conditions tested in this study. Hence, differences in discriminative ability between VA test conditions were very small if any. This seems to indicate that no additional information is gained by testing with reduced contrast VA charts on corneal graft candidates in this study population.

### **Disability glare scores**

DGS presented poorer discriminative ability than VA scores. However, if one still wishes to test DGS on candidates for corneal transplant, the measurement made with the 25% chart seems to be the best of the three conditions tested here. Many subjects who present with severe corneal opacities can still read this chart, while they cannot read the 11% chart. Compared to DGS obtained with the 96% chart, those measured with the 25% chart show higher discriminative ability. In this study, measurable results for the DGS with the 25%

chart were obtained for patients with high contrast VAs ranging from 0.18 to 1.64 logMAR with a mean VA of 0.6513 logMAR. The cut-off point which produced the highest sensitivity and specificity for this test (0.85 and 0.90 respectively) was a loss of VA of 0.1375 logMAR. This means that a subject who loses more than 11 letters of VA on the 25% DGS has a corneal disease severe enough to identify him as a candidate for corneal transplantation.

### **Comparisons by category of corneal diseases**

All these analyses were repeated for subgroups of subjects with either edematous corneas or leukomas (an insufficient number of subjects with irregular optics were available for comparisons). VAs were slightly better for the edema group, while they were slightly worse for the leukoma group. However, none of these differences were statistically significant. DGS remained relatively constant. Discriminative ability, sensitivity and specificity of the leukoma group were slightly higher than those of the overall and edema groups, but once again not significantly so. This indicates that the discriminative ability of the different tests was not affected by the type of corneal opacification (either localized or diffuse), in our group of graft candidates. However, it is difficult to generalize this conclusion, because of the small sample size of both subgroups.

### **Comparisons to contralateral eye free of corneal disease**

A comparison where the subjects would have been paired with controls with presence or absence of concomitant ocular diseases, and comparable high contrast VA might have been more to the point. However, it was very difficult to apply such precise criteria for the

selection of controls. We tried to control for ocular comorbidities and age by comparing both eyes of 31 graft candidates with unilateral corneal diseases. In this comparison, the differences between the two groups were smaller for VA scores and DGS. Hence,  $A_R$  tended to be smaller as did sensitivity and specificity values. However, the trends observed in the overall analysis remained unchanged.

As indicated by the many patients with VA less than 2.00 logMAR obtained with the 11% contrast chart with BAT, calculation of DGS for measurements on an 11% chart is not practical when evaluating candidates for corneal transplantation. This is not surprising when considering the results of Johnson and Casson<sup>13</sup> on normal subjects: they described a rather smooth decline in log VA with reductions in contrast down to 20%, while a steeper drop was found for lower contrast levels. An even stronger decline can be expected from subjects with dense media opacities. Since the BAT produces a veiling glare that degrades the contrast of the retinal image, 11% contrast VA with glare rapidly drops to levels that are not measurable with our instrumentation.

A comparison between subjects with corneal disease who are not candidates for a corneal graft and actual candidates, in relation to a subjective assessment of visual impairment (as measured by a questionnaire) could be more informative in indicating if one of the measurements studied here is a better indicator of functional vision.

In this study, candidates for a corneal graft were tested at a single point in time, namely prior to surgery. It would be interesting to see if any of the tests evaluated here would be more sensitive to the changes occurring after the intervention and during follow-up. To this end, we intend to follow this group after surgery.

## CONCLUSIONS

Low contrast VAs and DGS do not show higher discriminative ability when comparing normal subjects to candidates for keratoplasty than high contrast VA. In fact, high contrast VA has such a high discriminative ability in this context, that it would be difficult to find a test with substantially higher discriminative power.

However, if a practitioner remains interested in testing glare disability in a graft candidate who complains of symptoms of glare caused by corneal disease, the disability glare score obtained with the 25% Regan chart with and without BAT is the test with the highest discriminative ability.

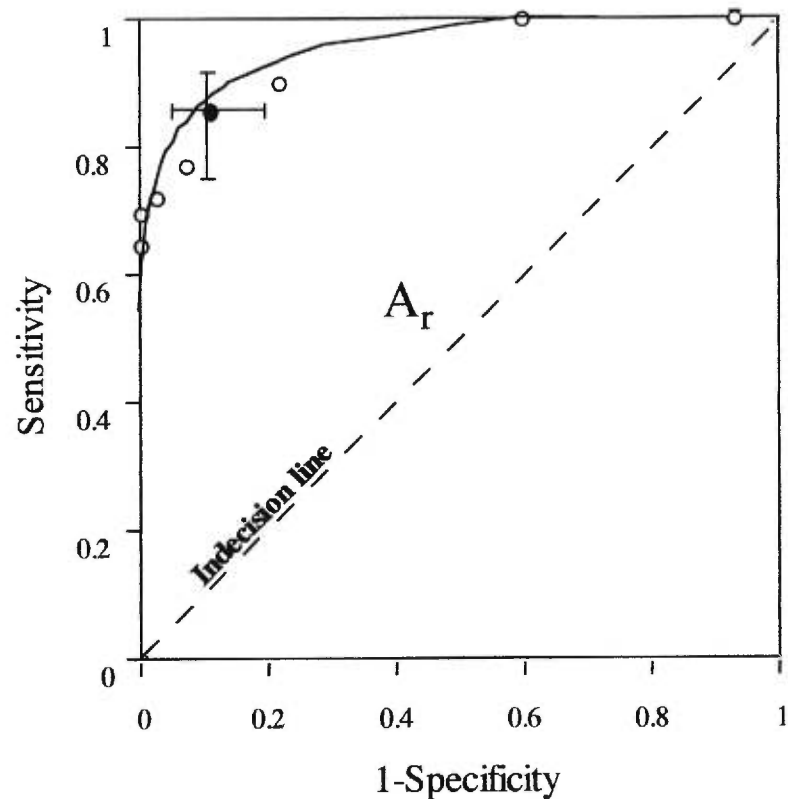
**REFERENCES**

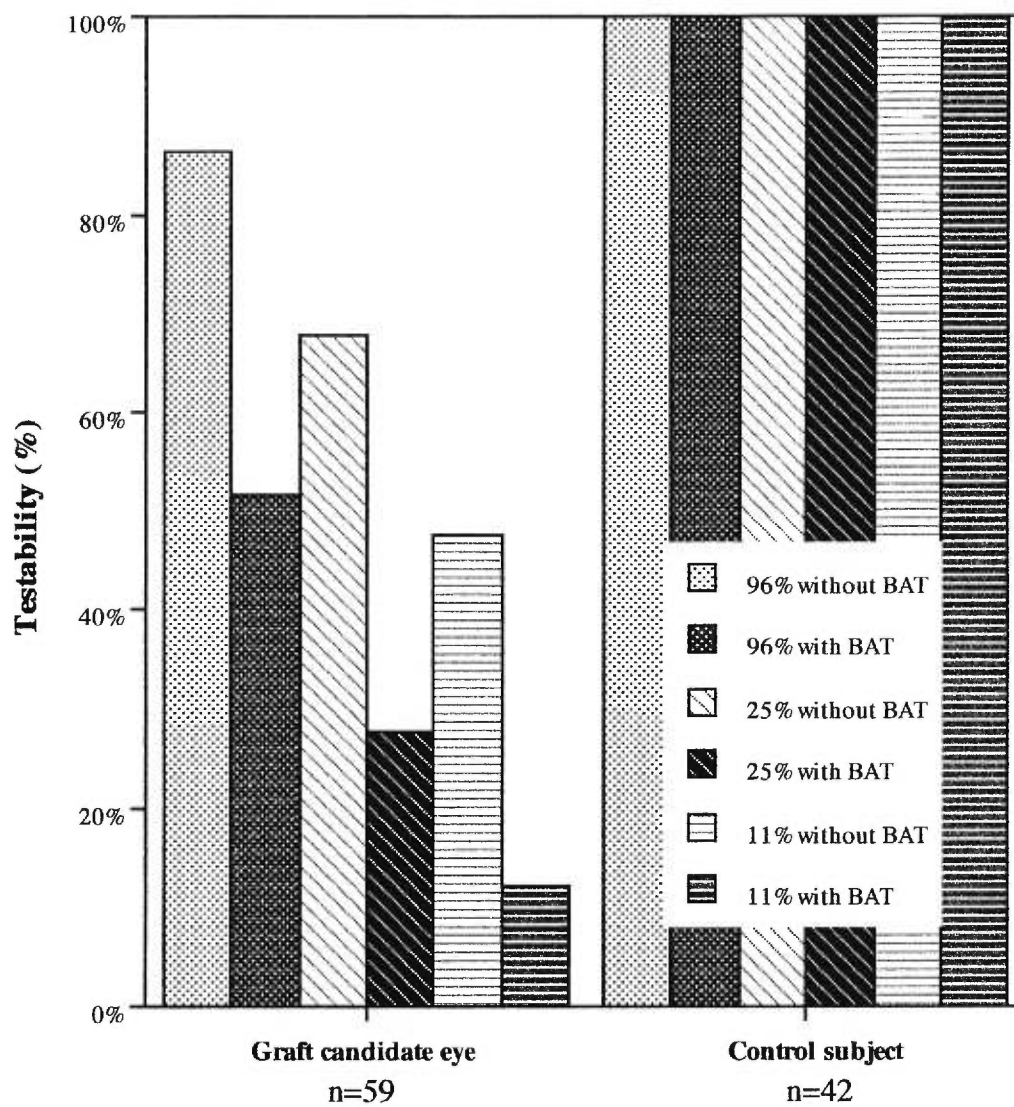
1. Abrahamsson M, Sjöstrand J. Impairment of contrast sensitivity function (CSF) as a measure of disability glare. *Invest Ophthalmol Vis Sc.* 1986;27:1131-6.
2. Paulsson LE, Sjöstrand J. Contrast sensitivity in the presence of a glare light. *Invest Ophthalmol Vis Sc.* 1980;19:401-6.
3. Carney LG, Jacobs RJ. Problems remaining after successful keratoplasty for keratoconus. *Clin Exp Optom.* 1989;72:22-5.
4. Mannis MJ, Zadnick K, Johnson C *et al.* Contrast sensitivity after penetrating keratoplasty, *Arch Ophthalmol.* 1987;105:1220-3.
5. Elliott DB, Bullimore MA. Assessing the reliability, discriminative ability, and validity of disability glare tests. *Invest Ophthalmol Vis Sc.* 1993;34:108-19.
6. Regan D. *Regan low contrast letter acuity charts.* Paragon Services. Lower Sackville (Canada). 1992:5.
7. Nadler DJ, Jaffe NS, Clayman HM *et al.* Glare disability in eyes with intraocular lenses. *Am J Ophthalmol.* 1984;97:43-7.
8. LeClaires J, Nadler MP, Weiss S *et al.* A new glare tester for clinical testing. *Arch Ophthalmol.* 1982;100:153-8.
9. Fry GA, Alpern M. The effect of a peripheral glare source upon the apparent brightness of an object. *J Opt Soc Am.* 1953;43:189-95.
10. Terry CM, Brown PK. Clinical measurement of glare effect in cataract patients. *Ann Ophthalmol.* 1989;21:183-7.
11. American Academy of ophthalmology. Contrast sensitivity and glare testing in the evaluation of anterior segment disease. *Ophthalmol.* 1990;97:1233-7.

12. Fletcher RH, Fletcher SW, Wagner EH. Clinical Epidemiology: The Essentials. 2<sup>nd</sup> Edition, Baltimore, Williams & Wilkins, 1988.
13. Johnson CA, Casson EJ. Effects of luminance, contrast, and blur on visual acuity. *Optom Vis Sc.* 1995;72 :864-9.



**Figure 1 : Receiver Operating Characteristic (ROC) curve for 25% contrast Disability Glare Score (DGS) with “2.00 logMAR scores” considered as “positives”. The curve represents the ability to discriminate between a group of 39 graft candidates and 42 normal subjects. The black dot corresponds to the optimal decision point for this test. The vertical and horizontal lines represent the 95% confidence interval on the sensitivity and specificity values associated with the optimal decision point respectively.**



**Figure 2 : Testability for the different VA measurements**

**Table 1: Demographic and clinical characteristics**

	Graft candidates	Controls	$\chi^2$ or t-test p values
Sample size	59	42	
<b>Demographic</b>			
Age (mean $\pm$ SE, [range])	69.87 $\pm$ 1.87 [29;91]	52.90 $\pm$ 2.67 [18;81]	<0.001
Females (%)	56.7	45.2	0.122
<b>Clinical</b>			
Corneal primary diagnoses			
Bullous keratopathies	29	none	
Hereditary diseases (dystrophies, keratoconus, aniridia, etc.)	14	none	
Acquired conditions (HSV keratitis, HZV keratitis, traumatic keratitis, etc.)	16	none	
Categories of corneal disruption			
Edema	39	none	
Leukoma	18	none	
Irregular optics	2	none	
Comorbidities			
Cataract	16	none	
Retinopathy	1	none	
Maculopathy	4	none	
Glaucoma	17	none	
Uveitis	3	none	
None	35	none	
History of prior surgery			
Regraft	14	none	

**Table 2: Mean test results (in logMAR units)**

	Graft candidate eye	Control eye	
<b>Psychophysical tests</b>			
<b>Comparison with control subjects free of ocular disease</b>			<b>t-test p values</b>
Number of subjects	59	42	
VA 96% chart (mean±SE, [range])	1.24±0.07 [0.18;2.00]	-0.02±0.02 [-0.24;0.33]	<0.001 <sup>†</sup>
Disability glare at 96% (mean±SE, [range])	-0.21±0.04 [-0.82;0.11] (30) <sup>*</sup>	-0.03±0.01 [-0.24;0.13]	<0.001 <sup>††</sup>
VA 25% chart (mean±SE, [range])	1.53±0.06 [0.31;2.00]	0.17±0.03 [-0.13;0.54]	<0.001
Disability glare at 25% (mean±SE, [range])	-0.27±0.06 [-0.85;0.00] (16)	-0.03±0.02 [-0.30;0.14]	0.002
<b>Comparison with contralateral eye free of ocular disease</b>			<b>paired t-test p values</b>
Number of subjects	31	31	
VA 96% chart (mean±SE, [range])	1.40±0.10 [0.33;2.00]	0.17±0.07 [-0.28;2.00]	<0.001
Disability glare at 96% (mean±SE, [range])	-0.17±0.05 [-0.50;0.07] (14)	-0.08±0.05 [-0.52;0.17] (14)	0.212
VA 25% chart (mean±SE, [range])	1.66±0.07 [0.53;2.00]	0.42±0.07 [0.00;2.00]	<0.001
Disability glare at 25% (mean±SE, [range])	-0.20±0.06 [-0.44;-0.04] (7)	0.07±0.06 [-0.06;0.39] (7)	0.012

\* Numbers in parentheses indicate a sample size different from that of the entire group.

<sup>†</sup> The level of significance for multiple VA comparisons (Bonferroni correction) is 0.025

<sup>††</sup> The level of significance for multiple DGS comparisons (Bonferroni correction) is 0.025

**Table 3: Discriminative ability, sensitivity and specificity for each psychophysical test**

<b>Psychophysical tests</b>	<b>Area under the ROC curve (<math>A_R</math>)</b>	<b>Standard deviation on the area</b>	<b>Optimal decision point (logMAR)</b>	<b>Specificity [CI<sub>95%</sub>]</b>	<b>Sensitivity [CI<sub>95%</sub>]</b>	<b>Number of graft candidates</b>	<b>Number of controls</b>
<b>Comparison with control subjects free of ocular disease</b>							
VA 96% chart	0.9924	0.0061	0.3250	0.98 [0.93,0.99]	0.97 [0.92,0.99]	59	42
Disability glare at 96% contrast	0.8533	0.0416	-0.1500	0.93 [0.86,0.97]	0.71 [0.61,0.80]	50	42
VA 25% chart	0.9963	0.0045	0.7375	0.98 [0.93,0.99]	0.97 [0.92,0.99]	59	42
Disability glare at 25% contrast	0.9454	0.0247	-0.1375	0.90 [0.81,0.95]	0.85 [0.75,0.91]	39	42
<b>Comparison with contralateral eye free of ocular disease</b>							
VA 96% chart	0.9552	0.0284	0.3250	0.87 [0.76,0.93]	0.95 [0.86,0.98]	31	31
Disability glare at 96% contrast	0.7745	0.0668	-0.1500	0.84 [0.71,0.92]	0.61 [0.47,0.72]	24	30
VA 25% chart	0.9621	0.0308	0.7375	0.90 [0.80,0.95]	0.98 [0.91,1.00]	31	31
Disability glare at 25% contrast	0.8857	0.0505	-0.1375	0.77 [0.62,0.88]	0.85 [0.72,0.92]	17	30

## **5. ÉTUDE 2**

**RELATIONSHIP BETWEEN SUBJECTIVE ASSESSMENTS OF VISUAL  
FUNCTION AND MEASUREMENTS OF CONTRAST AND GLARE IN  
CANDIDATES FOR KERATOPLASTY**

Fontaine, Nicolas

Boisjoly, Hélène

Gresset, Jacques

Address correspondence to Hélène Boisjoly, Centre de recherche Guy-Bernier, Hôpital  
Maisonneuve-Rosemont, Pavillon Rosemont, 5689, boul. Rosemont, Montréal, Québec,  
Canada, H1T 2H1.

This research was supported in part by the Medical Research Council of Canada (MRC)  
through the grant MT-12869. Nicolas Fontaine was supported by a training award from the  
Fonds de la Recherche en Santé du Québec (FRSQ). Hélène Boisjoly and Jacques Gresset  
are respectively, scholars of the FRSQ and of the National Health Research and  
Development Program (NHRDP).

Key words: contrast visual acuity, glare sensitivity, corneal graft, Visual Function index,  
self-reported visual function

**RELATIONSHIP BETWEEN SUBJECTIVE ASSESSMENTS OF VISUAL  
FUNCTION AND MEASUREMENTS OF CONTRAST AND GLARE IN  
CANDIDATES FOR KERATOPLASTY**

**SUMMARY**

**Purpose.** This study was designed to determine if contrast VA measurements with or without glare show stronger associations with self-reported visual performance, as measured by the VF-14, than traditional means (high contrast VA) when evaluating patients with corneal diseases.

**Method.** Fifty-nine subjects were recruited among candidates for a corneal graft from two hospitals of the province of Québec (Canada). Monocular VAs were measured on two Regan VA charts: 96% and 25% contrast. These measurements were repeated using the Brightness Acuity Tester (BAT from Mentor Inc., Santa Barbara, California) as a glare source. The subjects were also interviewed by telephone using the following questionnaires: the 14-item Visual Function index (VF-14) and two additional questions (one on satisfaction with vision and the other on the amount of trouble with vision). Associations between the different VA tests and each of the questionnaires were studied, using Spearman coefficients.

**Results.** Among all VA measurements, only VAs measured on the eye with the better acuity correlate with scores from the questionnaires. All VAs measured on the eye with the better acuity showed very good correlations with the VF-14 score. However, it was the 25% contrast VA without BAT that had the highest  $R_s$  when put in relation with this questionnaire (-0.729). Correlation coefficients were weaker for the two questions on



global assessment of vision. “Trouble with vision” was best correlated to 25% VA without BAT ( $R_s=0.395$ ), while “Satisfaction with vision” showed the strongest association with 25% VA contrast with the BAT ( $R_s=-0.335$ ).

**Discussion and conclusions.** Only VAs measured on the eye with the better acuity account for the subjective appreciation of visual impairment, as measured by the VF-14 questionnaire and both questions on global assessment of vision. VA measured with the 25% contrast Regan chart shows stronger associations with self-reported visual function than VA measured with a high contrast chart (96% contrast).

**RELATIONSHIP BETWEEN SUBJECTIVE ASSESSMENTS OF VISUAL  
FUNCTION AND MEASUREMENTS OF CONTRAST AND GLARE IN  
CANDIDATES FOR KERATOPLASTY**

**RÉSUMÉ**

**Objectif :** Déterminer si des mesures d'AV en contraste réduit avec ou sans éblouissement sont plus fortement associées à la perception subjective de la performance visuelle, telle que mesurée par le VF-14 (*14-item Visual Function Index*), que l'AV à contraste élevé, chez les candidats à la greffe de cornée.

**Méthodologie :** Cinquante-neuf sujets ont été recrutés parmi des candidats à la greffe de cornée provenant de deux hôpitaux de la province de Québec (Canada). Des AVs monoculaires ont été mesurées à l'aide de deux échelles d'acuité de Regan, l'une à 96% de contraste et l'autre à 25% de contraste. Ces mesures ont été répétées en utilisant le BAT comme source d'éblouissement. Les sujets ont également été contactés par téléphone pour compléter un questionnaire sur la performance visuelle : le VF-14 (*Visual Function 14-item index*). Deux questions supplémentaires portant sur l'appréciation globale des problèmes et de la satisfaction avec la vision ont également été posées. Les associations entre les tests d'AV et les questionnaires ont été évaluées à l'aide de coefficients de corrélation de Spearman.

**Résultats :** Parmi toutes les mesures d'AV, seules celles faites sur l'œil avec la meilleure acuité étaient corrélées avec les scores des questionnaires. Les corrélations entre le VF-14 et chacune des mesures d'AV de l'œil avec la meilleure acuité étaient toutes très bonnes. Cependant, c'est l'AV mesurée avec l'échelle à 25% de contraste, sans le BAT, qui

présentait le plus haut coefficient (-0.729). Les corrélations étaient plus faibles en ce qui concerne les deux questions sur l'appréciation globale de la vision. Le test le mieux corrélé avec les « problèmes avec la vision » était l'AV à 25% de contraste mesurée sans le BAT ( $R_s=0.395$ ), alors que la « satisfaction avec la vision » était plus fortement associée avec l'AV à 25% de contraste mesurée avec le BAT ( $R_s=-0.335$ ).

**Discussion et conclusions :** Seules les AVs de l'œil avec la meilleure acuité rendent compte de l'appréciation subjective de la performance visuelle, telle que mesurée par le VF-14 et les deux questions d'appréciation globale de la vision. Les mesures d'AV faites à l'aide de l'échelle à 25% de contraste sont plus fortement associées avec l'auto-évaluation de la performance visuelle que des mesures réalisées avec une échelle à contraste élevé (96%).

## INTRODUCTION

Many practitioners use Snellen visual acuity (VA) as their sole objective measure of the visual impairment of potential corneal graft candidates. A number of patients, despite an acceptable VA, still complain of difficulties in performing daily activities because of their vision. Some of these activities are performed outdoors where luminance and contrast conditions are quite different from those present in the examination room. Even indoor activities do not always imply the maximum contrast and the isolated light source used for measuring Snellen VA.

In a study of candidates for cataract extraction surgery, it was suggested that measurements made with low contrast VA charts with or without the presence of a glare source might be more indicative of the conditions encountered by subjects with media opacities in outdoor activities.<sup>1</sup> Several other studies have shown that contrast sensitivity and disability glare cannot be predicted from Snellen VA results.<sup>2-4</sup> Judging from these results, a practitioner unsure whether or not to perform surgery on a subject with borderline VA, could acquire valuable information by performing these measurements.<sup>5</sup> However, the validity of such clinical tools has not yet been established for the assessment of patients with severe corneal diseases.

The validity of a test is measured by comparing it to a gold standard. There is presently no widely recognized standard for the evaluation of the functional vision of subjects with severe corneal diseases. In their validation of commercially available instruments that measure contrast sensitivity, contrast VA and disability glare, for cataract evaluation, Elliott

and Bullimore<sup>6</sup> used a direct objective measurements of forward light scatter as their standard. Other authors have used validated questionnaires that address vision-specific activities (VF-14, ADVS, CSS, etc.).<sup>7-13</sup> Steinberg *et al.*<sup>7,8</sup> showed that the VF-14 is a valid and reliable measure of functional impairment caused by cataract. The correlations between the VF-14 and the self-rated amount of trouble and satisfaction with vision is higher than those observed between VF-14 and the VA measured on the eye with the better acuity.<sup>7,8</sup> The VF-14 has already been validated prior to<sup>13</sup> and following<sup>15</sup> keratoplasty.

This investigation was designed to study the relationships between subjective measures of visual disability (the VF-14 and two questions on global assessment of vision) and clinical measures of vision such as contrast VA with or without glare, in candidates for corneal grafts. We wished to determine if, as observed in the case of cataract, these visual performance tests are more related to self-reported functional vision, than high contrast VA.

## **METHODS**

### **Patient population**

Fifty-nine subjects were recruited among candidates for a corneal graft from two hospitals in Montreal : the Maisonneuve-Rosemont Hospital and the Royal-Victoria Hospital. Four surgeons participated in the enrollment of subjects. Patients were enlisted for penetrating keratoplasty on the basis of Snellen VA measurements and other usual clinical observations. Recruitment took place between February 1<sup>st</sup> 1996 and August 31, 1997.

All subjects were asked for a written consent after being informed of the nature of the study. A complete ophthalmological examination was performed. All the results were recorded on a standardized data recording form.

### **Measurement of visual performance**

The instrumentation, settings and methodology involved in measuring the visual performance of the subjects have already been described in a prior paper.<sup>18</sup>

### **Subjective assessment of vision**

Subjects were contacted for a telephone interview between one and six weeks after visual performance measurements. They were asked to respond to the following questionnaires: the Visual Function 14-item index (VF-14) and two additional questions related to

satisfaction and the amount of trouble with vision. Only patients without cognitive or hearing impairment were selected. These interview sessions lasted between 5 and 20 minutes, with an average time of 10 minutes.

The VF-14 is a questionnaire on vision-dependent activities performed in everyday life. It was developed by Steinberg *et al.*<sup>7</sup> for the assessment of patients with cataract. It includes questions about reading-tasks such as reading a newspaper or a book, or reading small print; questions about non-reading tasks such as playing tablegames, practicing sports, recognizing people; and questions about difficulties when driving a car. Each item, except the two questions on driving, asks if the subjects have difficulties performing specific activities (yes or no) or if they do not do the activity for reasons unrelated to vision. If the answer is “yes”, the subjects are asked if they have “a little”, “a moderate amount” or “a great deal” of problems with the activity or if they are “unable to do the activity” because of their vision. The answer is then recoded as a score from 0 to 4. The higher the score the smaller the difficulty. The 14 scores are then averaged and multiplied by 25, resulting in a total score ranging from 0 to 100. A score of 100 indicates that the subject has no difficulty with all of the activities stated in the questionnaire.

There were also two questions on global assessment of vision. The first asked what was the overall amount of problems the patients were experiencing with their vision. Possible answers included “none”, “a little”, “a moderate amount” or “a great deal”. The other question asked about the overall satisfaction the patients were having with their vision. Possible answers included “very dissatisfied”, “moderately dissatisfied”, “moderately satisfied” or “very satisfied”. French versions of these questionnaires have been validated on patients with ocular media opacities, such as cataracts and corneal opacities, in another

study.<sup>16</sup> Internal consistency, test-retest reproducibility and interrater agreement were high for all three instruments in the original English as well as the adapted French version.

### **Data analysis**

Association of the different VA tests was determined by examining Spearman correlation coefficients ( $R_s$ ) between each of these measurements and the various subjective indices. All computations were performed using SPSS 6.1 for Mac OS and SPSS 7.5.1 for Windows.



## RESULTS

The data obtained from 59 subjects were included in the analyses reported here. The mean age of the subjects was 69.87 years and 56.7% were women. Eighty-nine point eight percent of subjects elected to fill out the French version of the questionnaires, whereas 10.2% chose the English original version. Fourteen of the 59 graft candidates were waiting for a repeat graft. Data on primary diagnoses and comorbidities are reported in Table 1.

### Visual acuity performance

Since the eye with the worse 96% contrast VA was the eye enlisted for surgery in 86% of cases, to simplify the presentation of the results and of the analysis, only VAs of the eyes with the better and the worse acuity will be presented.

Results for the different VA measurements, i.e. 25 and 96% contrast with and without BAT, are presented in Table 2. Ninety-six percent contrast VA was better than 25% contrast VA for both eyes (1.29 logMAR versus 1.57 logMAR for the eye with the worse VA and 0.35 logMAR versus 0.61 logMAR for the eye with the better VA). The introduction of the BAT degraded VA at both levels of contrast. A multivariate analysis of variance (MANOVA) confirmed that the differences between the mean VA scores of the eye with the better acuity and of the eye with the worse acuity were all statistically significant ( $p < 0.05$ ) for all four VA tests. Testability was good for the eye with the better VA at every level of contrast, with 83.9% of respondents still able to read at least one letter on the 25% contrast chart with the BAT. As expected, testability was lower for the eye with

the worse VA with 66.7% of subjects who could read on the 25% chart without BAT, and only 25.0% with BAT.

### **Self-reported visual function**

The 59 graft candidates scored a mean 70.2% on the VF-14, with scores ranging from 0 to 100% (Table 2). When considering global assessments of vision, 35.1% stated that they had a great deal of trouble with their vision, while 33.9% were very dissatisfied with their vision (Table 2).

### **Correlations**

For both Regan charts with or without BAT, only VAs measured on the eye with the better acuity were correlated with the different self-reported visual function indices. Spearman correlation coefficients for the eye with the better VA are presented in Table 3.

All VA performance tests showed very good correlation with the VF-14, especially the 25% VA without BAT with an  $R_s$  of -0.729. Moderate correlations were observed between the various VA performance tests and “trouble with vision”. This index was best correlated with VA measured with the 25% chart without BAT ( $R_s$  of 0.395). “Satisfaction with vision” showed statistically significant correlations with all VA performance tests, except 96% contrast VA without BAT. However, the differences between coefficients obtained with both the 96% and 25% contrast charts were not statistically significant for any of the three questionnaires, as shown by 95% confidence intervals (C.I.).

The VA performance with glare (BAT) made the relationships between the VF-14 and both contrast VAs weaker (Table 3). The same results were observed for “Trouble with vision” (Table 3). However, it produced higher coefficients for the correlations between “Satisfaction with vision” and both contrast VAs (Table 3). However, none of the differences between coefficients were statistically significant as shown by 95% C.I.

## DISCUSSION

The mean age of our subjects was comparable to that of subjects who had undergone penetrating keratoplasty and were tested with the VF-14, as described by Musch *et al.*<sup>13</sup> However, the proportion of female subjects in our group was a little lower than that of the other study. Mean Snellen VA was not stated by Musch *et al.*, but the mean VF-14 score was 7% higher than that of our subjects, which can be expected of subjects who have undergone transplantation. In candidates for cataract extraction, Steinberg *et al.*<sup>7</sup> obtained a mean VF-14 score 5% higher than that of our subjects (n=766). We suspect that their group had fewer ocular comorbidities and that ocular media opacities were not as important as those encountered in candidates for a corneal graft.

The responses to the different VA performance tests for our subjects were much worse than those observed for candidates with cataract extraction as measured by Elliott and Bullimore<sup>6</sup> (for example, 1.29 logMAR compared to 0.17 logMAR at 96% contrast). Moreover, VA of our patients with severe corneal disease decreased faster with the reduction of letter contrast and with the introduction of a glare source (BAT) than in patients with cataracts.

### **Relationship between VF-14 score and VA measurements**

In the present study, all VAs measured on the eye with the better acuity showed strong correlations with the VF-14 score, while VAs measured on the eye with the worse acuity presented poor correlations with this questionnaire. We had already reported this finding in an earlier paper.<sup>19</sup> That paper also established that the correlation between the VF-14 score

and either binocular VA or weighted averages of the acuities of both eyes were not significantly different from the correlation obtained with the eye with the better VA only. This indicates that, in this case, no additional information is gained by measuring binocular VA or using weighted averages of monocular VAs. A weak correlation between VA measured on the eye with the worse acuity and the VF-14 score was also observed by Steinberg *et al.* in a study involving candidates for cataract extraction.<sup>7</sup>

In this study, low contrast VA (25%) yielded somewhat stronger associations with the VF-14 score than high contrast VA (96%), which was expected given that certain items of this questionnaire relate to visual tasks where contrast is not always optimal. The strongest correlation was obtained with the 25% chart without BAT (Table 3). The differences between correlation coefficients for high and low contrast charts, with or without BAT, however, were small and not statistically significant. This is probably due to the fact that it was the eye with the better VA which was correlated with the questionnaire score. High contrast VA was rather good in those eyes, with a mean 96% VA of 0.35 logMAR. In addition, 31 of the 59 subjects had no corneal disease in the fellow eye. Hence, changes in VA induced by contrast reduction were less than what would have been observed if all fellow eyes had significant media opacities. To test this hypothesis, we repeated our analyses on a subgroup of 24 subjects with bilateral corneal diseases (data not shown). This time, the difference between correlation coefficients for 25% VA and 96% VA (in relation to the VF-14) was greater: -0.510 for 25% VA versus -0.362 for 96% VA. However, this difference was still not statistically significant (considering 95% C.I.).

### **Relationship between “satisfaction” and “trouble with vision” and VA measurements**

All VA performance tests were more strongly correlated with “Trouble with vision” than with “Satisfaction with vision”. In fact, Spearman’s  $R_s$  for the relationship between the 96% contrast VA without BAT and “Satisfaction with vision” was not statistically different from 0, while the same correlation was significant for “Trouble with vision” (Table 3). The lack of a significant correlation between high contrast VA and “satisfaction with vision” had already been observed in another study<sup>7</sup>. Once again, it is 25% VA which showed the strongest correlations with both questionnaires.

### **Influence of the BAT on VA results**

The introduction of the BAT does not result in statistically significant differences in the relationships between self-reported visual function questionnaires and VA performance tests. This might seem surprising since we were studying subjects with media opacities, which are known to produce light scattering. However, one must remember that all subjective vision assessment instruments used in this study showed significant correlations with the *the eye with the better VA* only. For half of our subjects, the eye with the better VA presented no corneal opacification, thus reducing the influence of the glare source on the correlations.

## CONCLUSION

---

In candidates for keratoplasty, VA measurements obtained with a low contrast chart, such as the Regan 25% chart, are more strongly associated with self-reported visual function than standard high contrast VA.

**REFERENCES**

1. Hirsch RP, Nadler P, Miller D. Glare measurement as a predictor of outdoor vision among cataract patients. *Ann Ophthalmol*. 1984;october:965-8.
2. Elliott DB, Hurst MA, Weatherill J. Comparing clinical tests of visual function in cataract with the patient's perceived visual disability. *Eye*. 1990;4:712-7.
3. Hess R, Woo G. Vision through cataracts. *Invest Ophthalmol Vis Sc*. 1978;17:428-35.
4. Paulsson LE, Sjöstrand J. Contrast sensitivity in the presence of a glare light. *Invest Ophthalmol Vis Sc*. 1980;19:401-6.
5. Adamson IA, Vitale S, Stark WJ *et al*. The association of postoperative subjective visual function with acuity, glare, and contrast sensitivity in patients with early cataract. *Arch Ophthalmol*. 1996;114:529-36.
6. Elliott DB, Bullimore MA. Assessing the reliability, discriminative ability, and validity of disability glare tests. *Invest Ophthalmol Vis Sc*. 1993;34:108-19.
7. Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD *et al*. The VF-14, an index of functional impairment in patients with cataract. *Arch Ophthalmol*. 1994;112:630-8.
8. Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD *et al*. National study of cataract surgery outcomes. Variations in 4-month post-operative outcomes as reflected in multiple outcomes measures. *Ophthalmol*. 1994;101:1131-41.
9. Tielsch JM, Steinberg EP, Cassard SD *et al*. Preoperative functional expectations and postoperative outcomes among patients undergoing first eye cataract surgery. *Arch Ophthalmol*. 1995;113:1312-18.
10. Mangione CM, Phillips RS, Seddon JM *et al*. Development of the 'Activities of Daily Vision Scale', a measure of visual functional status. *Med Care*. 1992;30:1111-26.



11. Mangione CM, Orav EJ, Lawrence MG *et al.* Prediction of visual function after cataract surgery, a prospectively validated model. *Arch Ophthalmol.* 1995;113:1305-11.
12. Mangione CM, Russel SP, Lawrence MG *et al.* Improved visual function and attenuation of decline in health-related quality of life after cataract extraction. *Arch Ophthalmol.* 1994;112:1419-25.
13. Musch DC, Farjo AA, Meyer RF *et al.* Assessment of health-related quality of life after corneal transplantation. *Am J Ophthalmol.* 1997;124:1-8.
14. Brenner MH, Curbow B, Javitt JC *et al.* Vision change and quality of life in the elderly, Response to cataract surgery and treatment of other chronic ocular conditions. *Arch Ophthalmol.* 1993;111:680-5.
15. Boisjoly HM, Gresset J, Fontaine N *et al.* An index of functional impairment in patients awaiting a corneal graft (in preparation).
16. Gresset J, Boisjoly HM, Nguyen TQT *et al.* Validation of French-language versions of the visual functioning index (VF-14) and the cataract symptom score. *Can J Ophthalmol.* 1997;32:31-7.
17. American Academy of ophthalmology. Contrast sensitivity and glare testing in the evaluation of anterior segment disease. *Ophthalmol.* 1990;97:1233-7..
18. Fontaine N, Gresset J, Boisjoly H. Contrast and glare testing in the assessment of visual performance of candidates for a corneal graft. (in preparation)
19. Fontaine N, Gresset J, Boisjoly HM *et al.* Relation between self-perceived status of visual functioning (VF-14) and indices of functional vision derived from visual acuity measurements. *Vision Science and its applications. Technical digest.* Volume 1. Washington, DC (USA) 1998 : 128.

**Table 1: Demographic and clinical characteristics**

Sample size	59
<b>Demographic</b>	
Age (mean±SE, [range])	69.87±1.87 [29;91]
Females (%)	56.7
<b>Clinical</b>	
Corneal primary diagnoses	
Bullous keratopathies	29
Hereditary diseases (dystrophies, keratoconus, aniridia, etc.)	14
Acquired conditions (HSV keratitis, HZV keratitis, traumatic keratitis, etc.)	16
Comorbidities	
Cataract	16
Retinopathy	1
Maculopathy	4
Glaucoma	17
Uveitis	3
None	35
History of prior surgery	
Regraft	14
Corneal disease in both eyes	28

**Table 2: Visual performance and self reported visual function**

<b>Visual performance</b>		
	Mean±SE [range]	Number of respondents
VA 96% chart		
Better eye	0.35±0.06 [-0.28;2.00]	59
Worse eye	1.29±0.07 [0.20;2.00]	59
VA 96% chart with BAT		
Better eye	0.48±0.08 [-0.15;2.00]	58
Worse eye	1.56±0.07 [0.26;2.00]	58
VA 25% chart		
Better eye	0.61±0.07 [0.00;2.00]	59
Worse eye	1.57±0.06 [0.50;2.00]	59
VA 25% chart with BAT		
Better eye	0.77±0.09 [-0.04;2.00]	58
Worse eye	1.83±0.05 [0.59;2.00]	58
<b>Self reported visual function</b>		
VF-14 score (%)	70.20±3.71 [0.00,100.00]	59
Trouble with vision		
None (%)	14.0	59
Little (%)	26.3	59
Moderate (%)	24.6	59
Great deal (%)	35.1	59
Satisfaction with vision		
Very satisfied (%)	8.5	59
Satisfied (%)	28.6	59
Dissatisfied (%)	28.6	59
Very dissatisfied (%)	33.9	59

\* VA is expressed in logMAR units

**Table 3: Correlations\* between visual acuity performance tests and self reported visual function measurements (Spearman coefficients)**

	VF-14 [CI 95%]	Trouble with vision [CI 95%]	Satisfaction with vision [CI 95%]
96% contrast without BAT	-0.698 [-0.809,-0.538]	0.393 [0.152,0.590]	-0.246 [-0.472,0.011]
96% contrast with BAT	-0.689 [-0.803,-0.526]	0.378 [0.135,0.578]	-0.273 [-0.495,-0.018]
25% contrast without BAT	-0.729 [-0.830,-0.581]	0.395 [0.155,0.591]	-0.288 [-0.507,-0.034]
25% contrast with BAT	-0.710 [-0.817,-0.553]	0.376 [0.133,0.577]	-0.335 [-0.544,-0.086]

- Only the correlations with the better eye were significant and are presented here.

## 6. DISCUSSION GÉNÉRALE

Le but de la première étude était de déterminer si des mesures d'AV, en contraste réduit avec ou sans la présence d'une source d'éblouissement, présentaient un pouvoir discriminant plus élevé qu'une mesure d'AV à haut contraste, telle que l'AV Snellen qui est utilisée dans le milieu clinique, pour faire la sélection entre sujets normaux et candidats à la greffe de cornée. Plusieurs auteurs avaient déjà démontré que ces mesures étaient plus sensibles que l'AV à haut contraste dans l'évaluation de sujets atteints d'autres types d'opacification des milieux oculaires, plus particulièrement en ce qui concerne les cataractes (Knighton *et al.*, 1985; Hirsch *et al.*, 1984; Elliott, Bullimore, 1993; Terry, Brown, 1989; LeClaires *et al.*, 1982; Nadler *et al.*, 1984; Paulsson, Sjöstrand, 1980; Abrahamsson, Sjöstrand, 1986). Ceci s'explique par le fait que les opacités des milieux oculaires diffusent la lumière qui pénètre dans l'œil, ce qui diminue le contraste de l'image rétinienne. La perception de cibles, dont le contraste est déjà réduit, est d'autant plus affectée et l'ajout, dans le champ de vision, d'une source lumineuse intense, ne fait qu'amplifier le phénomène. On pourrait donc s'attendre à ce que des mesures d'AV en contraste réduit, avec et sans éblouissement, présentent un pouvoir discriminant élevé dans le contexte des maladies de la cornée, puisque plusieurs d'entre elles produisent des opacités qui se rapprochent, au plan optique, de celles rencontrées dans les cas de cataractes.

D'entrée de jeu, on a dû constater que l'échelle de Regan à 11% de contraste n'était pas pratique pour mesurer l'AV de candidats à la greffe de cornée. En effet, seulement 12% des sujets arrivaient à lire ne serait-ce qu'un optotype à 19 cm lorsque le BAT était utilisé et à peine 48% y parvenaient, en l'absence du BAT. Cette échelle serait donc peu pratique en

milieu clinique, puisqu'elle ne permet d'effectuer des mesures valables que sur un petit nombre d'individus.

Une proportion acceptable de sujets ont pu lire sur les échelles à 25 et 96% de contraste, que ce soit avec ou sans le BAT. Il a donc été possible de calculer le pouvoir discriminant de ces quatre tests (AV 96% sans BAT, AV 96% avec BAT, AV 25% sans BAT, AV 25% avec BAT). Nous avons obtenu des valeurs  $A_R$  supérieures à 0.99 pour les quatre tests. Ces valeurs sont très proches du maximum possible de 1.0, ce qui représente un pouvoir discriminant pratiquement parfait pour tous les tests. Donc, aucune de ces mesures d'AV ne se démarque par rapport aux autres. Ces résultats ne sont néanmoins pas si surprenants lorsqu'on les compare à ceux d'Elliott et Bullimore (1993) qui ont obtenu, pour les mêmes tests, des valeurs se situant entre 0.97 et 0.99. Ces auteurs cherchaient alors à séparer les individus appartenant à un groupe de patients atteints de cataracte de ceux d'un groupe de sujets normaux de même âge.

Dans la présente étude, le pouvoir discriminant élevé de tous les tests s'explique aisément lorsqu'on considère les deux groupes en présence. Les sujets témoins ont été choisis de manière à n'être atteints d'aucune pathologie oculaire qui puisse affecter l'AV, la sensibilité aux contrastes ou la sensibilité à l'éblouissement de manière significative. Ils présentaient donc une excellente AV en haut contraste qui n'était que faiblement affectée par la diminution de contraste et le BAT (voir deuxième colonne du deuxième tableau, étude 1). Les pertes d'AV relevées par Elliott et Bullimore (1993), au sein de leur groupe de 23 sujets témoins « âgés », étaient d'une amplitude encore plus faible. D'autre part, les candidats à la greffe de cornée présentaient, dans l'œil étudié, une AV en haut contraste dont la moyenne était supérieure à 1.0 logMAR (vision plus faible que 6/60). Ce qui, s'ils

avaient la même acuité dans les deux yeux, les désignerait comme « légalement aveugles », au sens de la loi canadienne. Leur vision était beaucoup plus affectée par la réduction de contraste et l'éblouissement que celle des sujets témoins, comme on peut le constater dans le deuxième tableau de la première étude. Ainsi, il existait, dès le départ (haut contraste sans BAT), une différence flagrante au niveau de la performance visuelle des deux groupes. Cette différence était telle que malgré la variabilité associée aux mesures, il n'existait pratiquement aucun chevauchement entre les ensembles de résultats associés aux deux groupes respectifs, peu importe le test d'AV utilisé.

En fait, il est normal que les candidats à la greffe aient eu une performance visuelle aussi faible. Les risques d'échec ou de rejet associés à toute greffe de tissu sont élevés. La greffe de cornée n'échappe pas à cette règle. Il n'est donc pas étonnant de constater que les chirurgiens qui pratiquent cette intervention préfèrent la réserver à des cas pour lesquels la vision est sévèrement atteinte. Par ailleurs, un certain nombre de nos candidats présentaient, en plus de maladies cornéennes, d'autres conditions qui affectent également l'AV en contraste réduit ou la sensibilité à l'éblouissement, telles que le glaucome ou les cataractes (Regan, 1992). Ces atteintes ont également contribué à creuser la différence entre les deux groupes.

Pour toutes ces raisons, il semble que l'AV, en contraste réduit, n'apporte pas plus d'information que l'AV à haut contraste dans une comparaison entre candidats à la greffe de cornée et sujets « normaux ». Ceci, tout simplement parce l'AV à haut contraste présente déjà un pouvoir discriminant presque parfait dans ce contexte.

Le pouvoir discriminant des indices d'éblouissement (DGS) était significativement plus faible que celui des tests d'AV. Ceci s'explique, au moins partiellement, par le fait que les cas pour lesquels on avait obtenu la valeur « plafond » de 2.00 logMAR avaient été retirés. En considérant, par la suite, ces cas comme étant des résultats « positifs », le pouvoir discriminant des deux indices retenus (avec les échelles à 25 et 96% de contraste) a sensiblement augmenté. Cette approche est justifiée, car les sujets qui n'arrivent pas à lire avec le BAT ont certainement, dès le départ, une atteinte de la performance visuelle suffisante pour les classer dans le groupe des candidats à la greffe. Ce test devient alors une combinaison de deux mesures : la capacité de lire au moins une lettre sur l'échelle en présence du BAT et une mesure de l'influence de l'éblouissement sur l'AV.

Les deux approches ont permis de constater que le DGS obtenu avec l'échelle à 25% de contraste présente un pouvoir discriminant supérieur à celui mesuré avec l'échelle à 96% de contraste. Sur le plan clinique, il peut être intéressant de noter que ces mesures ont été possibles chez des sujets dont l'AV à haut contraste se situait entre 0.18 et 1.64 logMAR (environ de 6/9 à 6/260). La valeur de DGS qui permettait d'obtenir une sensibilité et une spécificité optimales (0.85 et 0.90 respectivement) était -0.1375 logMAR. Ce qui signifie qu'une chute d'AV de 11 lettres ou plus permet de classer les sujets dans le groupe des candidats à la greffe avec le plus petit risque d'erreur possible. Ceci étant dit, le pouvoir discriminant des DGS demeure tout de même plus faible que celui des mesures d'AV. Ces tests ne perdent pas pour autant leur intérêt, puisqu'ils mesurent la sensibilité à l'éblouissement, et que plusieurs patients atteints de maladies de la cornée se plaignent de difficultés à ce niveau. Malgré son pouvoir discriminant élevé, l'AV ne rend pas compte de cette dimension de la performance visuelle des sujets souffrants de maladies de la cornée.



Les analyses faites sur les tests d'AV et les DGS ont été répétées sur trois sous-groupes basés sur le type d'atteinte cornéenne : œdème, leucome et irrégularités optiques. Les analyses n'ont pas révélé de différences statistiquement significatives entre ces sous-groupes et le groupe initial. Néanmoins, le groupe des sujets avec leucome et celui des sujets avec irrégularités optiques présentaient des AV moyennes légèrement inférieures à celles du groupe total, alors que pour celui des sujets avec œdème cornéen, les AV moyennes étaient légèrement plus élevées. Étant donné que ces types d'atteintes produisent des irrégularités de nature et de sévérité différentes du point de vue optique, on aurait pu s'attendre à obtenir des pouvoirs discriminants différents selon les sous-groupes considérés. Il est possible que le manque de puissance statistique de nos comparaisons explique ce résultat, étant donné la petite taille des sous-groupes en question (39 œdèmes, 17 leucomes et 2 kératocônes).

Pour essayer d'amenuiser la différence entre les groupes, différence causée par la présence de comorbidités dans le groupe des candidats à la greffe, les deux yeux des sujets avec pathologie cornéenne unilatérale ont été comparés entre eux. L'œil adelphe servait alors de témoin. Les différences d'AV et de DGS entre les deux groupes étaient alors moindres que celles observées dans l'analyse initiale. Cependant, les conclusions avancées à la suite de la première analyse demeurent valides.

En fait, une comparaison entre candidats à la greffe et sujets atteints de maladies cornéennes non suffisamment sévères pour nécessiter une greffe, donnerait probablement des valeurs de pouvoir discriminant moins élevées et donc plus faciles à comparer. Cette approche serait également plus « parlante » sur le plan clinique, en ce qu'elle permettrait d'identifier des valeurs d'AV pour ces tests (contraste réduit avec ou sans éblouissement)

qui pourraient servir de référence pour identifier les cas qui nécessitent une intervention, parmi un ensemble de sujets présentant des atteintes cornéennes à différents niveaux de sévérité.

La seconde étude a été conçue pour étudier la relation entre des questionnaires sur la performance visuelle (le VF-14 et deux questions d'évaluation globale de la vision) et des mesures cliniques telles que l'AV en contraste réduit avec ou sans éblouissement, chez les candidats à la greffe de cornée. Les cibles à haut contraste, telles que les optotypes de l'échelle de Snellen, rendent bien compte des conditions rencontrées dans des tâches de lecture. Par contre, les tâches de la vie de tous les jours qui se rapportent à la vision n'impliquent pas toujours un contraste optimal. De plus, la présence de sources de lumière éblouissantes provoque, dans plusieurs situations, une détérioration de la performance visuelle. Des questionnaires comme le VF-14 comportent des éléments se rapportant à la lecture, mais également à d'autres situations pour lesquelles les conditions de contraste et de luminosité sont très différentes (descente d'escaliers, reconnaissance de visages, cuisine, télévision, etc.). On est donc en droit de se demander si des mesures de performance visuelle telles que l'AV en contraste réduit, avec ou sans éblouissement, ne présenteraient pas des associations supérieures avec les résultats de ces questionnaires que l'AV à contraste élevé traditionnellement utilisée en milieu clinique.

Dans cette étude, des corrélations statistiquement significatives n'ont été obtenues que pour des mesures réalisées sur l'œil avec la meilleure AV. D'ailleurs, Steinberg *et al.* (1994), dans une étude portant sur des sujets atteints de cataracte, avaient obtenu des corrélations très faibles entre le score du VF-14 et l'AV de l'œil avec la moins bonne acuité. Dans un autre article, présenté en annexe, il a été également démontré que l'AV de l'œil avec la

moins bonne acuité était faiblement corrélée avec le score du VF-14, peu importe le niveau de contraste utilisé. De plus, la mesure binoculaire d'AV et diverses moyennes pondérées de l'AV des deux yeux donnaient des corrélations égales, sinon inférieures à celles obtenues avec l'œil présentant la meilleure acuité. Il est donc apparu que l'AV de l'œil avec la meilleure acuité était la seule mesure d'AV nécessaire pour rendre compte de la perception subjective de la performance visuelle telle que décrite par le VF-14.

Les corrélations entre le VF-14 et chacun des quatre tests d'AV de l'œil avec la meilleure acuité étaient toutes excellentes. Cependant, on observe des corrélations avec le VF-14 légèrement supérieures, pour les mesures faites sans BAT, à celles obtenues pour les mesures faites avec le BAT. On remarque également que les coefficients obtenus avec l'échelle à 25% de contraste sont plus élevés que ceux obtenus avec l'échelle à 96%. Il semble donc que ce soit la mesure faite à 25% de contraste, sans le BAT, qui soit la plus fortement corrélée avec le score du VF-14. La fiabilité de ces résultats est bonne, puisque tout de même 83.9% des sujets réussissaient encore à lire dans la condition la plus difficile, i.e. à 25% de contraste, avec le BAT. Malheureusement, aucune des différences entre les tests n'était statistiquement significative (pour un niveau de confiance  $\alpha$  de 5%).

Cette dernière constatation s'explique par le fait que c'est l'AV de l'œil avec la meilleure acuité qui est corrélée avec le résultat du questionnaire et qu'au sein de notre groupe de candidats à la greffe, plus de la moitié des sujets ne présentaient pas de maladie cornéenne dans l'œil contralatéral. Or selon les résultats obtenus par Elliott et Bullimore (1993), l'AV d'yeux normaux ne diminue que légèrement sur l'échelle à 25% de contraste par rapport à celle à 96%, aussi bien avec que sans le BAT. Des différences plus marquées auraient probablement pu être observées si une plus grande proportion de sujets avaient également

présenté des opacités cornéennes dans l'œil avec la meilleure AV. D'ailleurs, cette hypothèse a été testée sur 24 sujets avec maladie cornéenne bilatérale. Il en est ressorti une plus grande différence entre les coefficients correspondant aux mesures faites à 96 et 25% de contraste, sans BAT. Cependant, cette différence n'était toujours pas statistiquement significative, mais ce pourrait être le résultat d'un manque de puissance statistique.

Les coefficients de corrélation obtenus pour les relations entre les mesures d'AV et les deux questions sur l'appréciation globale de la vision (« Problèmes » et « Satisfaction » avec la vision) sont beaucoup plus faibles que ceux obtenus pour les relations avec le VF-14, particulièrement en ce qui concerne la « Satisfaction avec la vision ». En fait, dans ce dernier cas, la corrélation obtenue avec l'AV à haut contraste (96%) n'était même pas statistiquement significative. Steinberg *et al.* (1994) ont d'ailleurs déjà obtenu un résultat semblable vis-à-vis de sujets souffrant de cataracte. Pour les deux questionnaires, c'est encore une fois l'AV à 25% de contraste qui présente la plus forte corrélation, quoique cette fois-ci, la mesure faite avec BAT semble supérieure dans le cas de la « Satisfaction avec la vision ». Le lien qui existe entre ces mesures d'AV et les deux questions sur l'appréciation globale de la vision demeure quand même plus faible que celui qui existe entre les mêmes mesures et le « score » du VF-14.

Donc, en général, il semble que ce soit l'AV, mesurée à 25% de contraste sans éblouissement, qui rende le mieux compte de la perception qu'ont les candidats à la greffe de cornée de leur performance visuelle. Ce qui confirme l'hypothèse selon laquelle une mesure d'AV en conditions moins « idéales » que celles de l'AV Snellen (voisin de 100% de contraste) est davantage reliée aux difficultés rencontrées par ces sujets dans leur quotidien.

Il est important de garder à l'esprit que ces résultats se rapportent à des candidats à la greffe de cornée, en préopératoire. Il serait également intéressant de mesurer l'AV à différents niveaux de contraste, avec ou sans éblouissement, à différentes étapes de la guérison. L'évolution postopératoire de la vision ne se fait pas nécessairement au même rythme à tous les niveaux de contraste. L'effet du BAT sur l'AV, à ces différents niveaux de contraste, évolue probablement aussi au cours de la période de guérison. On peut également envisager qu'avec l'amélioration postopératoire de la vision, l'échelle d'AV à 11% de contraste devienne utilisable chez une plus grande proportion de sujets. Il est même possible qu'à un stade avancé de guérison, la vision se rapproche de la normale au point où ce soit l'échelle à 11% de contraste qui présente le pouvoir discriminant le plus élevé dans une comparaison avec des sujets normaux. Cette échelle est d'ailleurs reconnue comme étant efficace pour détecter des déficits subtils de la vision (Miller *et al.*, 1972). Il faudrait également vérifier à nouveau quelles sont les mesures cliniques qui sont les plus fortement associées avec la perception subjective qu'a le receveur de greffe de sa vision (VF-14 et les deux questions sur l'appréciation globale de la vision). Il serait également intéressant de savoir si la sensibilité à l'éblouissement ou si certains niveaux de contraste sont plus fortement associés à la perception subjective de l'amélioration de la vision que l'AV à contraste élevé. Ces associations ont d'ailleurs déjà été étudiées par Adamsons *et al.* (1996) chez des sujets opérés pour cataracte.

## 6.1 Conclusions

Aucune des mesures d'AV en contraste réduit, avec ou sans éblouissement, ne présente un pouvoir discriminant significativement supérieur à celui de l'AV à contraste élevé (96% de contraste Weber). En fait, dans la comparaison qui a été faite entre candidats à la greffe de cornée et sujets normaux, la différence entre les groupes était déjà si grande au départ que l'AV à 96% de contraste présentait déjà un pouvoir discriminant presque parfait. Il apparaît donc inutile, dans ce contexte, de faire des mesures d'acuité en contraste réduit.

Le pouvoir discriminant des tests de sensibilité à l'éblouissement (DGS) était inférieur à celui des mesures d'AV. Par contre, les mesures de sensibilité à l'éblouissement ont quand même un certain intérêt puisqu'elles rendent compte de symptômes rapportés par les candidats à la greffe de cornée. Parmi les trois conditions étudiées (DGS à 96, 25 et 11% de contraste), c'est la mesure de sensibilité à l'éblouissement réalisée avec l'échelle à 25% de contraste qui combine le mieux utilité clinique (optotypes assez contrastés pour être lus par les sujets atteints de kératopathies) et pouvoir discriminant satisfaisant.

En ce qui concerne l'association entre les mesures cliniques et l'auto-évaluation de la performance visuelle, l'AV en contraste réduit, plus particulièrement celle mesurée à 25% de contraste, est plus fortement associée avec les résultats du VF-14 et les questions sur la satisfaction et les problèmes avec la vision, que l'AV à contraste élevé.

## 7. BIBLIOGRAPHIE

- Abrahamsson M, Sjöstrand J. Impairment of contrast sensitivity function (CSF) as a measure of disability glare. *Invest Ophthalmol Vis Sc.* 1986;27:1131-6.
- Adamson IA, Vitale S, Stark WJ *et al.* The association of postoperative subjective visual function with acuity, glare, and contrast sensitivity in patients with early cataract. *Arch Ophthalmol.* 1996;114:529-36.
- American Academy of ophthalmology. Contrast sensitivity and glare testing in the evaluation of anterior segment disease. *Ophthalmol.* 1990;97:1233-7.
- Apkarian P, Tijssen R, Spekrijse H *et al.* Origin of notches in CSF: optical or neural? *Invest Ophthalmol Vis Sc.* 1987;28 :607-12.
- Carney LG, Jacobs RJ. Problems remaining after successful keratoplasty for keratoconus. *Clin Exp Optom.* 1989;72:22-5.
- Dawson-Saunders B, Trapp RG. *Basic & clinical biostatistics.* Second Edition. Appleton & Lange. East Norwalk (USA). 1994:344.
- Drucker MD, Savino PJ, Sergott RC *et al.* Low-contrast letter charts to detect subtle neuropathies. *Am J Ophthalmol.* 1988;105:141-5.
- Elliott DB. Contrast sensitivity decline with ageing : a neural or optical phenomenon? *Ophthal Physiol Opt.* 1987;7:415-9.
- Elliott DB, Bullimore MA. Assessing the reliability, discriminative ability, and validity of disability glare tests. *Invest Ophthalmol Vis Sc.* 1993;34:108-19.
- Elliott DB, Hurst MA, Weatherill J. Comparing clinical tests of visual fonction in cataract with the patient's perceived visual disability. *Eye.* 1990;4:712-7.
- Fry GA, Alpern M. The effect of a peripheral glare source upon the apparent brightness of an object. *J Opt Soc Am.* 1953;43:189-95.

Ghaith AA, Daniel J, Stulting RD *et al.* Contrast sensitivity and glare disability after radial keratotomy and photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol.* 1998;116:12-8.

Gresset J, Boisjoly HM, Nguyen TQT *et al.* Validation of French-language versions of the visual functioning index (VF-14) and the cataract symptom score. *Can J Ophthalmol.* 1997;32:31-7.

Hirsch RP, Nadler P, Miller D. Glare measurement as a predictor of outdoor vision among cataract patients. *Ann Ophthalmol.* 1984;october:965-8.

Jenkins FA, White HE. *Fundamentals of optics.* 4<sup>th</sup> edition. McGraw-Hill. USA. 1976:224.

Johnson CA, Casson EJ. Effects of luminance, contrast, and blur on visual acuity. *Optom Vis Sc.* 1995;72 :864-9.

Knighton RW, Slomovic AR, Parrish II RK. Glare measurements before and after neodymium-YAG laser posterior capsulotomy. *Am J Ophthalmol.* 1985;100 :708-13.

LeClaire J, Nadler MP, Weiss S *et al.* A new glare tester for clinical testing. *Arch Ophthalmol.* 1982;100:153-8.

Mangione CM, Orav EJ, Lawrence MG *et al.* Prediction of visual function after cataract surgery, a prospectively validated model. *Arch Ophthalmol.* 1995;113:1305-11.

Mangione CM, Phillips RS, Seddon JM *et al.* Development of the 'Activities of Daily Vision Scale', a measure of visual functional status. *Med Care.* 1992;30:1111-26.

Mangione CM, Russel SP, Lawrence MG *et al.* Improved visual function and attenuation of decline in health-related quality of life after cataract extraction. *Arch Ophthalmol.* 1994;112:1419-25.

Miller D, Jernigan ME, Molnar S *et al.* Laboratory evaluation of a clinical glare tester. *Arch Ophthalmol.* 1972;87:324-32.

Musch DC, Farjo AA, Meyer RF *et al.* Assessment of health-related quality of life after corneal transplantation. *Am J Ophthalmol.* 1997;124:1-8.



- Nadler DJ, Norman SJ, Clayman HM *et al.* Glare disability in eyes with intraocular lenses. *Am J Ophthalmol.* 1984;97:43-7.
- Paulsson LE, Sjöstrand J. Contrast sensitivity in the presence of a glare light. *Invest Ophthalmol Vis Sc.* 1980;19:401-6.
- Regan D. *Regan low contrast letter acuity charts.* Paragon Services. Lower Sackville (Canada). 1992:5.
- Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD *et al.* The VF-14, an index of functional impairment in patients with cataract. *Arch Ophthalmol.* 1994;112:630-8.
- Taub HA, Sturr JF. The effect of age and ocular health on letter contrast sensitivity and high and medium contrast acuity as a function of luminance. *Clin Vision Sc.* 1991;6:181-9.
- Taylor RH, Misson GP, Moseley MJ. Visual Acuity and contrast sensitivity in cataract: summation and inhibition of visual performance. *Eye.* 1991;5:704-7.
- Terry CM, Brown PK. Clinical measurement of glare effect in cataract patients. *Ann Ophthalmol.* 1989;21:183-7.
- Tielsch JM, Steinberg EP, Cassard SD *et al.* Preoperative functional expectations and postoperative outcomes among patients undergoing first eye cataract surgery. *Arch Ophthalmol.* 1995;113:1312-18.
- Verdon W, Bullimore M, Maloney RK. Visual performance after photorefractive keratectomy. *Arch Ophthalmol.* 1996;114:1465-72.
- Wolf E. Glare and age. *Arch Ophthalmol.* 1960;64:502-14.

## ANNEXE

# RELATIONSHIP BETWEEN SELF-PERCEIVED STATUS OF VISUAL FUNCTIONING (VF-14) AND INDICES OF FUNCTIONAL VISION DERIVED FROM VISUAL ACUITY MEASUREMENTS

Nicolas Fontaine

Jacques Gresset

Hélène Boisjoly

Isabelle Brunette

Michel Le François

Jean Deschênes

Richard Bazin

Patricia Laughrea

Ide Dubé

Manon Charest

Address correspondence to Jacques Gresset, Centre de recherche Guy-Bernier, Hôpital  
Maisonneuve-Rosemont, Pavillon Rosemont, 5689, boul. Rosemont, Montréal, Québec,  
Canada, H1T 2H1.

This research was supported in part by the Medical Research Council of Canada (MRC)  
through the grant MT-12869. Nicolas Fontaine was supported by a training award from the  
Fonds de la Recherche en Santé du Québec (FRSQ). Jacques Gresset and Hélène Boisjoly  
are respectively, scholars of the National Health Research and Development Program  
(NHRDP) and of the FRSQ.

Published in Vision Science and its Applications, Vol.1, 1998 OSA Technical Digests  
Series (Optical Society of America, Washington DC, 1998):128-31.

## INTRODUCTION

Many sources have advocated the use of indices of functional vision to measure the severity of visual impairment and their consequences on the quality of life. Different methods have been proposed. Traditional methods rely on monocular or binocular visual acuity (VA). The severity scale of impairment of the World Health Organization<sup>1</sup> is based on the eye with the better VA and/or on the visual field. Other methods use various combinations of monocular VA (expressed as percentages) to calculate "weighted binocular scores", as proposed by the American Medical Association<sup>2</sup> or Colenbrander.<sup>3</sup> A more recent approach, relies on the self-perceived status of visual functioning as measured by vision-related questionnaires. A variety of instruments have been devised to assess vision-targeted functional performance associated with visual impairment in subjects with cataract.<sup>4-7</sup> Of these, the Visual Function Index (VF-14) is one of the most widely used. The reliability, validity as well as the responsiveness of the VF-14 has been well documented in the case of cataract surgery.<sup>7-10</sup> In addition, this questionnaire has recently been validated for the evaluation of corneal and other ocular diseases.<sup>11,12</sup>

The assessment of the validity (extent to which an instrument measures what it is designed to measure) of the vision-related questionnaires relies, in part, on the examination of the correlation between scores and VA. The purpose of this study was to assess the correlation between various monocular and binocular measures of VA and the VF-14 score, as well as discussing the effect of different VA transformations on these correlations.

## METHOD

Subjects were recruited among patients awaiting a corneal transplant from three different hospitals of the province of Quebec: the *Maisonneuve-Rosemont* (HMR) and Royal-Victoria (RVH) hospitals in Montreal, and the *Centre Hospitalier de l'Université Laval* in Quebec city. With the patient's consent, clinical Snellen VA, reduced contrast VA (subjects from HMR and RVH), and the subject's answers to the VF-14 were recorded. Clinical VAs were gathered from hospital files. These acuities were measured with standard Snellen charts at the time of the ophthalmological examination closest to our evaluation of the subject. Acuities were recorded for each eye and later converted into logMAR VA. A value of 2.0 logMAR was assigned to "light perception", "hand movement" and "finger counting" measurements. Other measures of VA were made in our laboratory for different levels of contrast, using Regan charts. The subjects were asked to read on 96%, 25% and 11% contrast charts with both eyes monocularly and binocularly. The charts illuminance was  $85 \text{ cd/m}^2$ . Tests were administered in a randomized sequence. Reading distances ranging from 0.19 to 3m were allowed according to the subject visual potential. The number of letters read was recorded. This number was later converted into logMAR. This allowed for a continuous scale from - 0.3 to 1.9875 logMAR by increments of 0.0125. For "light perception", a 2.0 logMAR value was assigned. The best possible optical correction for the testing distance was worn. To control for subject criterion, a forced choice design was used.

All VA measurements were also transformed according to the recommendations of:

- Colenbrander, for computing the Functional Acuity Score, where a 6/3 VA correspond to 115%, 6/60 to 50% and 6/600 to 10%. The Functional Acuity Score was computed

according to the equation:  $(0.5*(\% \text{ of binocular VA})+0.25*(\% \text{ of VA in the eye with the better acuity})+0.25*(\% \text{ of VA in the eye with the worse acuity}))/4$ . In case of missing binocular VA, the following formula was used:  $(0.75*(\% \text{ of VA for the eye with the better acuity})+0.25*(\% \text{ of VA for the eye with the worse acuity}))/4$ .

- AMA, for computation of the percentage of loss of central vision where 6/6 and better corresponds to 0%, 6/30 to 50% and 6/240 to 95%. The Binocular Index of Central Vision Loss was computed according the formula:  $(0.75*(\% \text{ of loss for the eye with the better VA})+0.25*(\% \text{ of loss for the eye with the worse VA}))/4$ .
- WHO, categories of visual impairment where acuity better or equal to 6/18 correspond to 0 and VA worse than 1/60 to 4.

In addition, a weighted binocular logMAR VA was computed using a similar formula:  $(0.75*(\log\text{MAR VA for the eye with the better acuity})+0.25*(\log\text{MAR VA for the eye with the worse acuity}))/4$ .

The VF-14 questionnaire contains 14 questions about vision-related daily activities such as reading small prints, sewing, knitting, playing games, sports, watching television, driving a car, etc. The VF-14 score ranges from 0 to 100%, higher scores indicating less functional impairment.

Spearman correlation coefficients ( $R_s$ ) and their 95% confidence intervals were computed to evaluate the relationship between the VF-14 score and the results of the different measurements of visual acuity under study.

## RESULTS

Snellen acuities and VF-14 score were available for 122 subjects (83 women (68%) and 39 men (32%)). The mean age was 68.33 years (SD=15.61). Descriptive statistics of the VF-14 score and the different VA measurements expressed in logMAR or transformed as percentages are presented in table 1. Fifty-seven subjects completed the low contrast acuity measurements (table 2).

Spearman correlation coefficients between the VF-14 score and clinical VA measurements for the eye with the better acuity, the eye with the worse acuity and a binocular index are presented in the first (left) section of Figure 1. The second and third sections of the figure illustrate correlation between VF-14 and VA transformed into percentages of vision according to the AMA and Colenbrander methods respectively. The fourth section shows the correlation between the WHO classification and the VF-14 score. The highest  $R_s$  values are observed between the VF-14 and the eye with the better VA expressed either in logMAR, percentages or ordinal rank (0.542 for the three first sections and 0.459 for the fourth). VA measured on the eye with the worse acuity and its different transformations are not statistically correlated with the VF-14 score. The different weighted binocular VAs have slightly lower  $R_s$  than the VA measured on the eye with the better acuity. However, this difference is not statistically significant as shown by the overlapping confidence intervals.

The different transformations of VA do not affect the relationship between VF-14 and VA measurements in a statistically significant manner, as illustrated across the four sections of

Figure 1. Spearman correlation coefficients between the VF-14 score and Snellen VA as well as VA at various levels of contrast (96, 25 and 11%) are presented in Figure 2.

In addition, the relationships with binocular acuities are also presented for the three contrast conditions. The highest  $R_s$  values are observed between the VF-14 and the eye with the better VA or binocular VA measured with all Regan Charts. VA measured on the eye with the worse acuity is not statistically correlated with the VF-14 score in any condition. The weighted binocular VAs have slightly lower  $R_s$  than the VA measured on the eye with the better acuity or the binocular VA. These differences are not statistically significant as shown by the overlapping confidence intervals.

The colinearity of all VA measurements was examined. For example, the scattergrams for the 96% Regan chart are presented in Figure 3. VA of the eye with the better acuity is not correlated with VA measured on the eye with the worse acuity ( $R_s=0.035$ ,  $p>0.05$ , Figure 3a). VA of the eye with the better acuity and binocular VA are highly correlated ( $R_s=0.964$ ,  $p<0.001$ , Figure 3b). In addition, a paired t-test was performed between the VA of the eye with the better acuity and binocular VA, the result of which showed not statistically significant difference between both variables (mean difference=0.003,  $t=0.257$ ,  $p=0.798$ ). VA of the eye with the better acuity and weighted binocular VA are highly correlated ( $R_s=0.865$ ,  $p<0.001$ , Figure 3c).

## CONCLUSION

In patients with corneal disease, we did not observe any change of correlation between the VF-14 and clinical VA due to the transformations of VA according to the different methods cited above. No difference was expected for the monocular measurements since these transformations consisted only in a rescaling of the values. However, differences in range for the transformed values could have affected the flooring and/or ceiling effects of these variables.

Higher  $R_s$  values are observed with any of the Regan charts than with the Snellen chart. This difference may be explained by the finer and more regular graduations of the Regan charts resulting in a more continuous distribution of VA. However, none of these  $R_s$  is statistically different from those obtained with the Snellen chart.

Regarding these candidates to corneal transplant, the binocular VA may, in fact, be considered a repetition of the measurement of monocular VA on the eye with the better acuity. In addition, the weighted binocular VA does not appear to bring any more information on visual functioning than the VA of the eye with the better acuity. We should point out that comparisons were only made with regards to visual acuity and do not include the visual field and/or binocular vision components of the AMA Index of Visual Loss, or the Visual Function Score of Colenbrander.

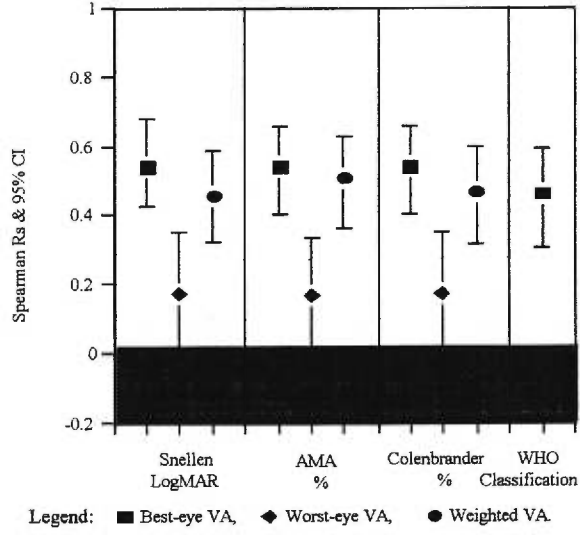


## REFERENCES:

1. World Health Organisation. *International Classification of Impairments, Disabilities, and handicaps*. WHO, Geneva, 1980.
2. American Medical Association. *Guides to the evaluation of permanent impairment*. 4th Edition. American Medical Association 1993
3. Colenbrander A. The Functional Vision Score. A coordinated scoring system for visual impairments, disabilities and handicaps. In *Low vision*. Kooijman A.C.*et al.* (Eds) IOS Press, Amsterdam 1994:552-561.
4. Bernth-Petersen P. Visual functioning in cataract patients: methods of measuring and results. *Acta Ophthalmol* (Copenh.) 1981; **59**: 198-205
5. Mangione CM, Phillips RS, Seddon JM *et al.* Development of the "Activities of Daily Vision Scale" A measure of visual functional status. *Med Care*. 1992; **30**: 1111-26
6. Sloan ME, Owsley C, Bruni JR *et al.* Visual Activities Questionnaire: developing an instrument for assessing problems in everyday visual tasks. *Tech Dig Noninvasive Assess Vis Sys*. 1992; **1**:26-9
7. Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD, *et al.* The VF-14, An index of functional Impairment in patients with cataract. *Arch Ophthalmol*, 1994; **112**: 630-38
8. Cassard SD, Patrick DL, Damiano AM *et al.* Reproducibility and Responsiveness of the VF-14: an index of functional impairment in Patients with cataracts. *Arch Ophthalmol*. 1995; **113**: 1508-13
9. Alonso J, Espallargues M, Andersen TF *et al.* International applicability of the VF-14: An index of visual function in Patients with cataracts. *Ophthalmology*. 1997; **104**: 799-807

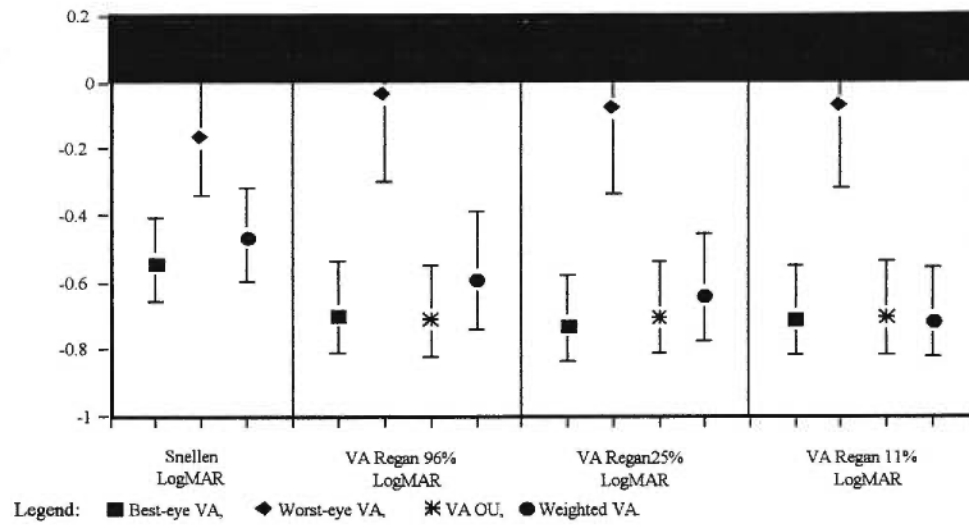
10. Gresset J, Boisjoly H, Nguyen TQT *et al.* Validation of French-language versions of the Visual Functioning Index (VF-14) and the Cataract Symptom Score. *Can J Ophthalmol.* 1997; **32**: 31-7
11. Musch D, Farjo AA, Meyer RF *et al.* Assessment of health-related quality of life after corneal transplantation. *Am J Ophthalmol* 1997;**124**:1-8
12. Gutierrez P, Wilson MR, Johnson C. *et al.* Influence of glaucoma's visual field loss on health-related quality of life. *Arch Ophthalmol.* 1997; **115**:777-84

**Figure 1.** Correlation between VF-14 score and Snellen VA or other indices of functional vision

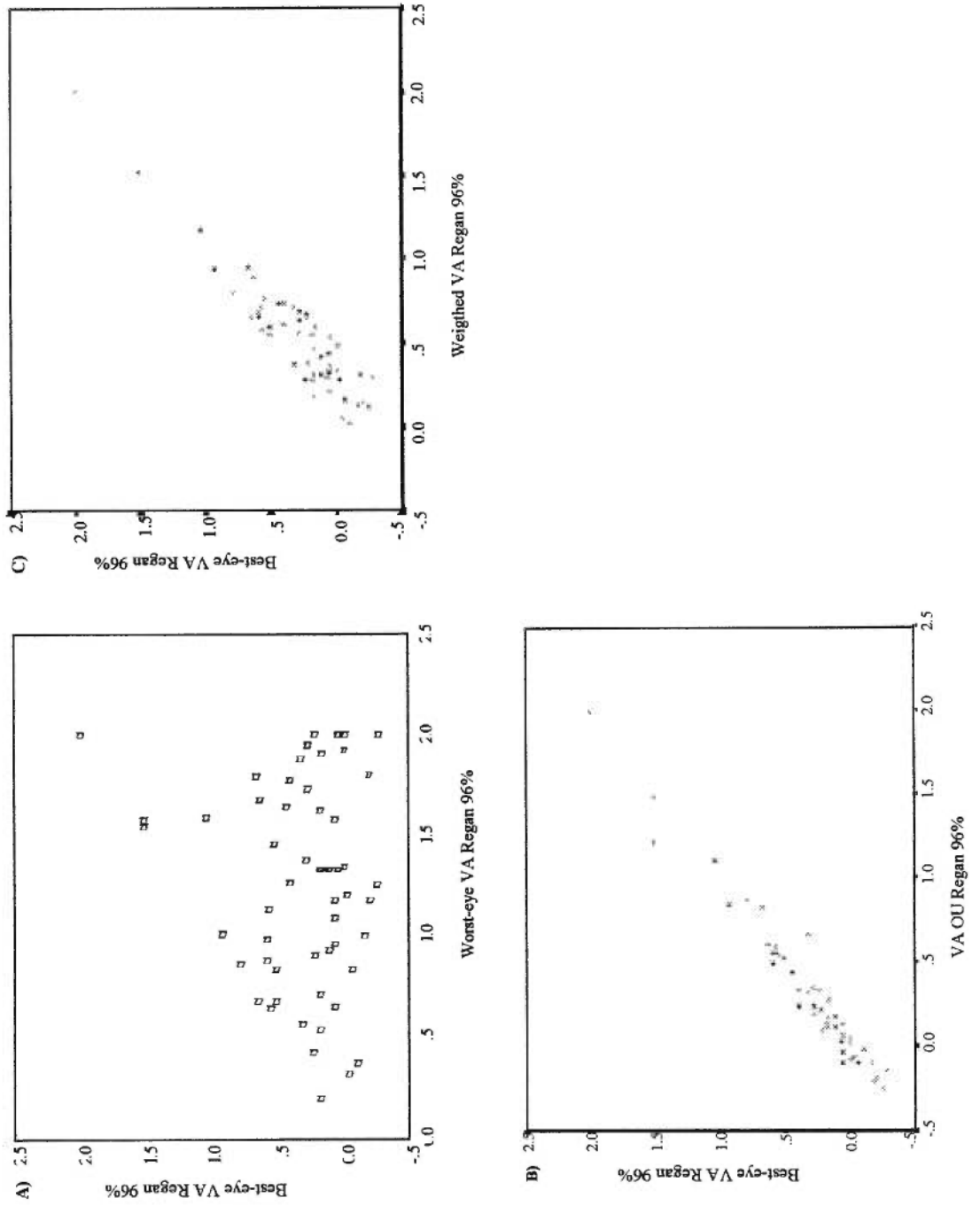


Rs are expressed in absolute value

**Figure 2.** Correlation between VF-14 score and Snellen VA or Regan low contrast VA



**Figure 3.** Relation between VA of the eye with the better acuity and of the eye with the worse VA at 96% contrast (a), binocular (b) and weighted VA (c)



**Table 1.** Descriptive statistics of VF-14 score, Snellen VA, and other indices of functional vision.

	VF-14 Score		Better-eye Snellen		Worse-eye		Weighed Snellen		AMA Binocular		Colenbrander		WHO Categories	
	(0 - 100)	(0 - 2)	VA	Snellen VA	VA	VA	Index of Central	Functional Acuity	Score	Impairment*				
	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)
Theoretical range	(0 - 100)	(0 - 2)	(0 - 2)	(0 - 2)	(0 - 2)	(0 - 2)	(0 - 100)	(0 - 100)	(0 - 100)	(0 - 5)	(0 - 5)	(0 - 100)	(0 - 5)	(0 - 5)
n	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122
Mean	72.8	0.37	0.37	1.37	0.62	0.33	38.82	69.08	18.00	72.5	0	72.5	0	0
SD	24.85	0.44	0.44	0.55	0.55	0.33	22.53	18.00	18.00	72.5	0	72.5	0	0
Median	79.55	0.30	0.30	1.78	0.55	0.33	32.31	69.08	18.00	72.5	0	72.5	0	0
Ceiling effect (%)	(13)	(1)	(1)	(14)	(1)	(1)	(3)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
	10.7%	0.8%	0.8%	11.5%	0.8%	0.8%	2.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Floor effect (%)	(1)	(19)	(19)	(0)	(0)	(0)	(0)	(1)	(94)	(1)	(94)	(1)	(94)	(94)
	0.8%	15.5%	15.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	77.0%	0.8%	77.0%	0.8%	77.0%	77.0%

\*Ordinal scale with 6 levels of impairment

**Table 2: Descriptive statistics of the different Regan low contrast VA measurements.**

	Better-eye	Worse-eye	Binocular	Weighted	Better-eye	Worse-eye	Binocular	Weighted	Better-eye	Worse-eye	Binocular	Weighted
	VA 96%	VA 96%	VA 96%	VA 96%	VA 25%	VA 25%	VA 25%	VA 25%	VA 11%	VA 11%	VA 11%	VA 11%
	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)	(logMAR)
Limits	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)	(-0.3 - 2)
n	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Mean	0.34	1.26	0.33	0.57	0.60	1.55	0.57	0.83	0.74	1.72	0.71	0.99
SD	0.45	0.53	0.45	0.38	0.53	0.45	0.53	0.38	0.53	0.38	0.53	0.45
Median	0.21	1.26	0.19	0.54	0.40	1.61	0.44	0.77	0.54	2.00	0.50	0.87
Ceiling	(2)	(8)	(2)	(2)	(3)	(19)	(3)	(3)	(3)	(32)	(3)	(3)
effect (%)	4.0%	14.4%	4.0%	4.0%	5.3%	33.3%	5.3%	5.3%	5.3%	56.1%	5.3%	5.3%
Floor	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(32)	(0)	(0)
effect (%)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	56.1%	0.0%	0.0%