

REVISTA DE LA

SLAG

Sociedad Latinoamericana de Glaucoma

Número 01 - Mayo 2023



Sociedade
Latinoamericana
de Glaucoma

Vea más con el primer microscopio digital.



ZEISS ARTEVO 800

zeiss.com/artevo800



Seeing beyond



EDITORIAL

Prólogo

Dr. Guillermo Barreto Fong

Presidente de la Sociedad
Latinoamericana de Glaucoma

En los años 460 ac. el mundo recibe al más grande de los médicos y el Padre de la Medicina de todos los tiempos, Hipócrates, quien basó su práctica médica en la observación y el estudio del cuerpo humano. Rechazó los puntos de vista de sus contemporáneos que consideraban que la enfermedad era producida por supersticiones, como la posesión por espíritus diabólicos o la caída del favor de los dioses, y sostuvo que la enfermedad tenía una explicación física y racional. Confiéndole el honor de ser el fundador de la medicina.

Hipócrates evidenció que había diferencias individuales en la severidad de los síntomas de enfermedades y que algunos individuos las resistían mejor que otros. Se

le asoció con Esculapio de Cos y un grupo de tratados conocidos colectivamente como el Corpus Hipocraticus.

La nominación de Glaucoma, figura en los anales históricos, derivada de una palabra griega "glaucos", que describe una persona con edema corneal, con desarrollo acelerado de catarata, asumieron la posible causa al incremento crónico y progresivo de la presión intraocular. En los Escritos Hipocráticos no se hace una clara distinción entre la catarata y el glaucoma.

Tomamos como referencia el legado histórico de Hipócrates y buscamos seguir su ejemplo. En la búsqueda de la explicación de los

diversos signos y síntomas que produce el glaucoma en sus diferentes etapas de la enfermedad. En la evidencia estadística que logre satisfacer nuestras dudas científicas de como la enfermedad puede tener diferentes grados de agresividad y complejidad teniendo una variabilidad inter individuos e incluso como es conocido por nosotros, una variabilidad entre los ojos de una misma persona. Estos tratados como el "Corpus Hipocraticus", plasman la evidencia científica en un documento que perdurara en el tiempo y en la historia, este aporte de generosidad académica universal es el ideal de todos los que creemos en el Juramento hipocrático.

Sociedad Latinoamericana de Glaucoma

Presidente:

Dr. Guillermo Barreto Fong

Vicepresidente:

Dra. Ana María Vasquez

Tesorera:

Dr. Alejo Peyret

Secretario:

Dr. Jair Giampani

Director Científico:

Dr. Juan José Mura

Secretarios Científicos:

Dr. Manuel José Justiniano

Dr. Marcelo Jordao

Revista de la Sociedad Latinoamericana de Glaucoma

1ra Edición 2023

Diseño:

Juan Alberto Prospero A.
albertoprosperi@gmail.com



Este primer esfuerzo de nuestra revista digital de la Sociedad Latinoamericana de Glaucoma "SLAG" está destinado, a todos los colegas oftalmólogos. Contiene una serie de artículos de investigación de nuestros miembros, que esmeradamente contribuyen en el conocimiento del Glaucoma. La razón de nuestra publicación se sostiene en el espíritu investigador de nuestros colegas autores, en el beneplácito de cubrir nuestras necesidades y curiosidades intelectuales en la búsqueda de respuestas a las diferentes preguntas que esta enfermedad nos fustiga a pesar de haber sido descrita hace varios siglos a seguir revisándola e investigándola.

Responsable de ser la primera causa irreversible y de generar millones de personas discapacitadas visuales, la lucha contra la ceguera por Glaucoma ha sido declarada y en nuestros diferentes frentes de atención como son: actividad preventiva, nuestra labor clínica y quirúrgica, el desempeño en la prevención a través de la educación de

nuestra población, nuestro rol como investigadores se hace realidad en esta publicación de SLAG, que es histórica y que nace para quedarse, para ser una de las principales revistas de investigación a nivel mundial, que contribuirá con el gremio oftalmológico y sobre todo con nuestros pacientes que son la razón de nuestra lucha constante.

Agradezco a todos los que han dedicado su valioso tiempo para imprimir este primer capítulo, a nuestros destacados miembros autores de los artículos científicos, a nuestros amigos y revisores de cada artículo, al Dr. Remo Sussana Jr. por las memorias de SLAG, al Dr. Manuel Justiniano por su dedicación y entrega como encargado de la Comisión de Edición y actividades académicas, a la Junta Directiva que viene desempeñando sus qué haceres con eficacia y eficiencia.

¡Juntos venceremos la ceguera por Glaucoma, SLAG sigamos avanzando!



I N D I C E

Vías de contacto:


Puedes contactarnos,
enviarnos tus comentarios,
y bajar la revista en formato
digital en nuestro sitio web:
www.slaglaucoma.org

o por e-mail a:
info@slaglaucoma.org

Redes Sociales:

 [SLAGlaucoma](https://www.facebook.com/SLAGlaucoma)

 [slaglaucoma](https://www.instagram.com/slaglaucoma)

 [Sociedad Latinoamericana
de Glaucoma](https://www.youtube.com/Sociedad Latinoamericana de Glaucoma)

7 **História da Sociedade Latino-Americana de Glaucoma**

Remo Susanna Jr.

12 **Glaucoma y Rendimiento en Lectura**

*Carolina P B Gracitelli, MD, PhD
and Mariana C. Ikeda, MD*

30 **Aprendizaje de Habilidades Quirúrgicas para residentes y Fellows en un Hospital privado de la ciudad de Buenos Aires**

Arturo Burchakchi

40 **Implante de Baerveldt para el Tratamiento de Glaucoma Infantil Refractario**

*García-Huerta María Magdalena,
Cortés-Osuna Sara Elena, Prado-Larrea,
Carolina Fernanda, Mora Fierro Liseth Magaly*

54 **Glaucoma Staging Application: a Visual Field Analyzer Application for Automated Classification of Glaucoma Severity**

*Renato Antunes Schiave Germano, MD1
Carlos Gustavo de Moraes, MD, MPH2
Remo Susanna Junior, MD1
Daniel Oliveira Dantas, PhD3
Edson dos Santos Neto, MD1*

Cada segundo cuenta con la OCT de alto rendimiento.



ZEISS CIRRUS 6000

www.zeiss.com/cirrus6000



Seeing beyond



istória da **Sociedade** **Latino- Americana** **de Glaucoma**

Remo Susanna Jr

Professor and Head of the Department of Ophthalmology
University of São Paulo

Em 1998, um médico acadêmico, Dr. Remo Susanna Jr, teve a ideia de reunir os mais importantes líderes da oftalmologia da América Latina e criar uma sociedade para promover a pesquisa sobre glaucoma e estimular os jovens e criar e pesquisar ideias inovadoras e promover maior intercambio de conhecimento entre seus membros . Nas palavras do próprio Dr. Susanna “Ser uma sociedade que represente todo o pensamento científico desta parte do mundo e nela ocupar um espaço, para quebrar a escravidão

intelectual que prevalecia e tristemente prevalece entre nós, na qual só o que é produzido no resto do mundo tem valor “. Foi assim que nasceu a Sociedade Latino-Americana de Glaucoma

Logo após a criação da sociedade envolvendo todos os países da América Latina, o Dr Remo foi chamado para explicar para a diretoria da Sociedade Panamericana de Glaucoma o motivo de estar criando uma nova sociedade que eventualmente competiria com a Panamericana.

Expliquei que ao contrario da Panamericana, envolvida com o ensino, a sociedade Latino Americana de Glaucoma (SLAG) tinha como objetivo desenvolver estudos multicêntricos, prospectivos e randomizados com a finalidade de desenvolver as pesquisas e pesquisadores em glaucoma nesta parte do mundo. Ao mesmo tempo desenvolver uma cultura de pesquisas na America Latina cujos trabalhos eram poucos e com poucas repercussões fora de seus países de origem. Havia um ambiente de certa forma hostil, dos diretores



da Sociedade Panamericana em relação a criação da Sociedade Latino Americana. Chegou um momento que o representante dos Estados Unidos implicou com o nome SLAG que também tem o significado de escória. Neste momento, deixei bem claro que todos os representantes dos países da America Latina tinham concordado com este nome e que para nós significava Super Latin American Guys, o que amenizou o ambiente tenso que nos encontrávamos.

Logo de inicio a SLAG produziu dois trabalhos multicentricos, prospectivos e randomizados que tiveram grande repercursão internacional, a ponto do Prof. Tom Zimmerman declarar em

um congresso Internacional, que a America Latina agora entrava no mapa de pesquisadores do mundo.

O primeiro estudo Partial Tenon's capsule resection with adjunctive mitomycin C in Ahmed glaucoma valve implant surgery publicado no Br J Ophthalmol. 2003 Aug; 87(8): 994-998. mostrou pela primeira vez que o uso de mitomicina C, mesmo em olhos tenonectomizados não melhorava os resultados cirúrgicos e aumentava as complicações. Os resultados deste trabalho pioneiro foram confirmados por vários estudos de outros autores posteriormente.

O segundo estudo, Comparison of latanoprost

with fixed-combination dorzolamide and timolol in adult patients with elevated intraocular pressure: an eight-week, randomized, open-label, parallel-group, multicenter study in Latin America publicado no Clin Ther. 2004 May; 26(5): 755-68 mostrou pela primeira vez

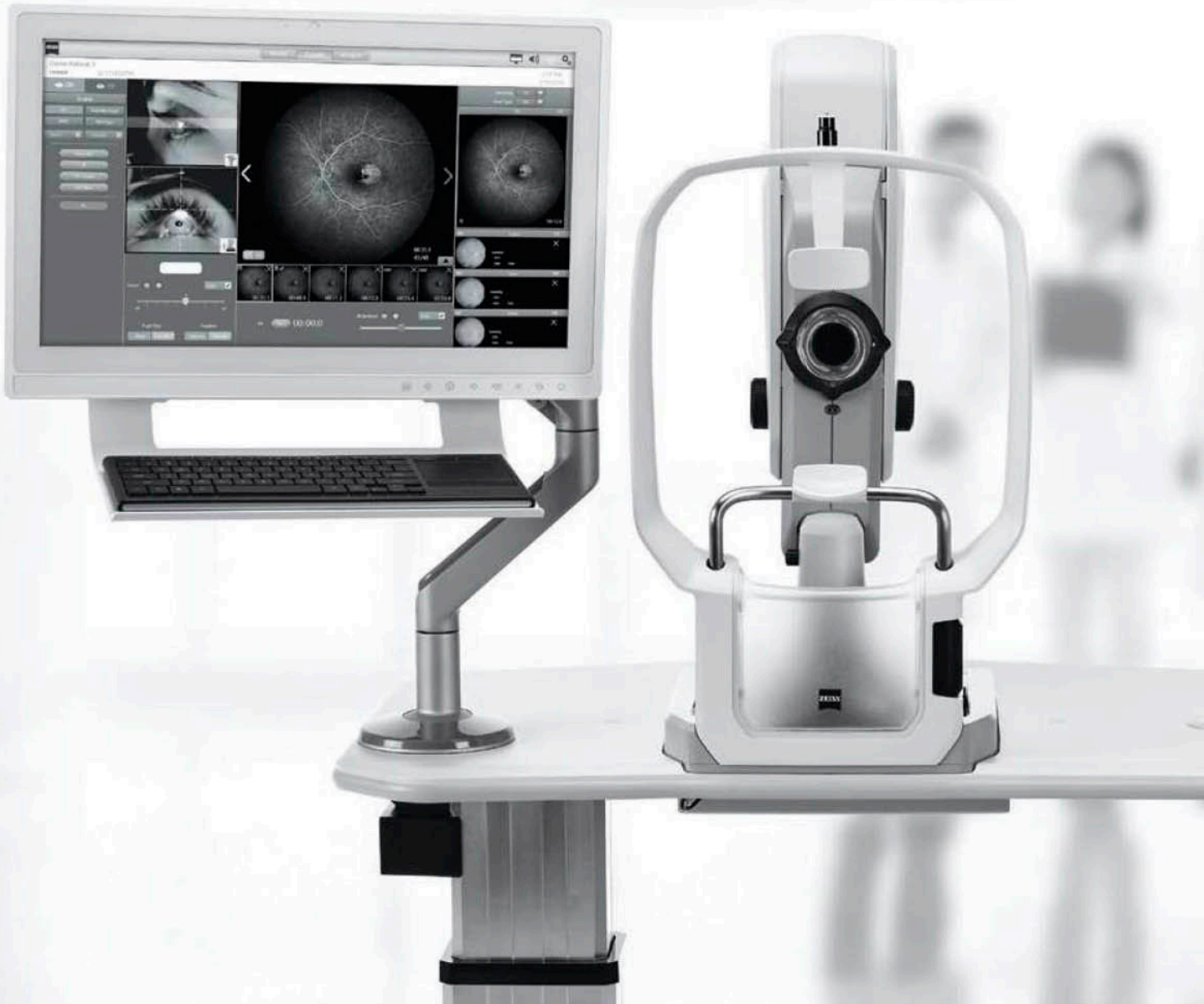


que drogas que aparentemente tem o mesmo efeito em reduzir a pressão ocular em medidas isoladas ou mesmo na média poderiam ter efeitos bastante diferentes na redução do pico pressórico. Neste estudo foi utilizado o teste de sobrecarga hídrica, teste este de estresse para avaliar o pico pressórico o qual atualmente é o fator mais importante na progressão da doença, fato este confirmado por varias publicações internacionais. Também o teste de sobrecarga hídrica (Water Drinking test) utilizado pela primeira vez com o objetivo de avaliar o efeito hipotensor de diferentes medicações, passou a ser usado também para a avaliação de eficiência das cirurgias anti-glaucomatosas.

Podemos dizer sem a menor duvida que a America Latina foi pioneira e abriu as portas para o melhor conhecimento sobre o tratamento e progressão do Glaucoma.

A SLAG que este ano comemora seus 23 anos de existência, cumpriu e continua cumprindo os objetivos de sua criação, o de promover a pesquisa sobre glaucoma e estimular os jovens a criar e pesquisar ideias inovadoras e promover maior intercambio de conhecimento entre seus membros, dentro de um ambiente de grande coleguismos.





CLARUS 700 de ZEISS

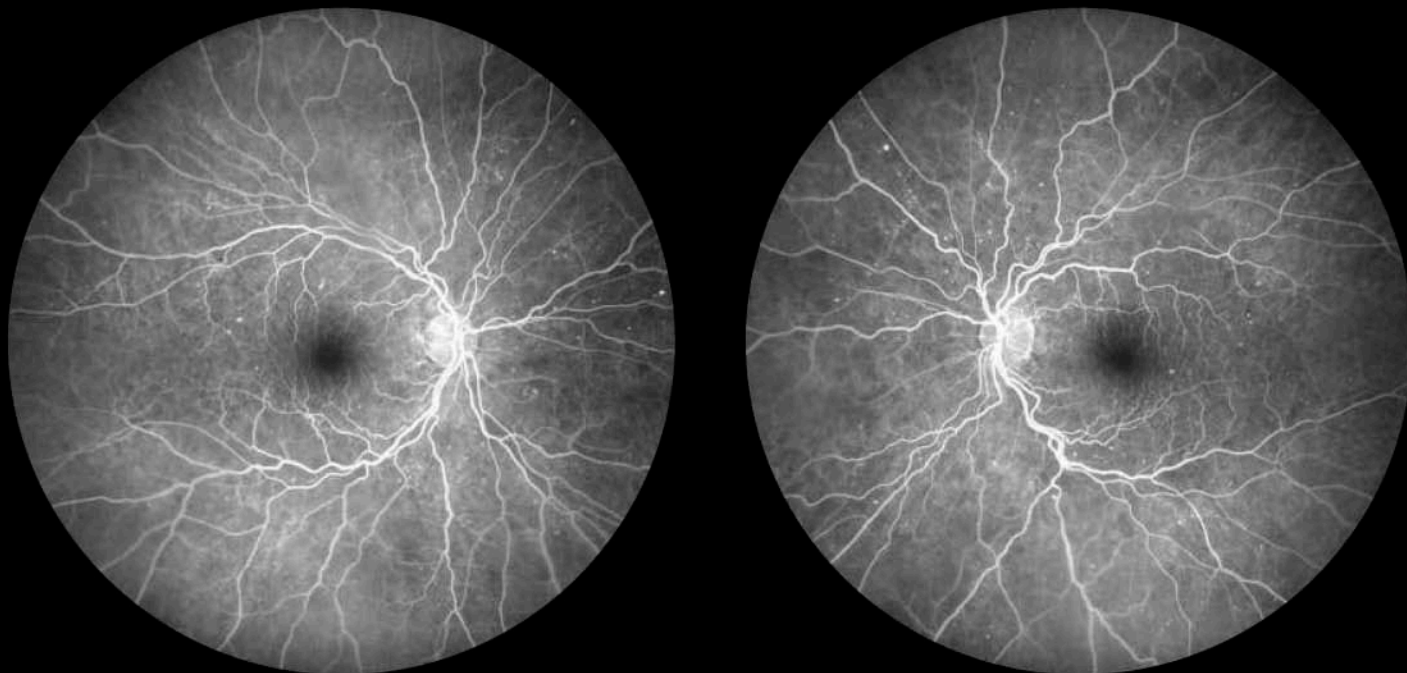
Captura de imágenes HD de ultra gran campo del fondo de ojo mediante angiografía con fluoresceína



Seeing beyond

Acérquese más a la información con la captura de imágenes de ultra gran campo

ZEISS CLARUS 700



Angiogramas con fluoresceína de retinopatía diabética no proliferativa que ilustran las dilataciones localizadas de los capilares retinianos (microaneurismas) y áreas de no perfusión periférica.

Calidad de imagen insuperable gracias a la angiografía con fluoresceína

CLARUS® 700 de ZEISS le permite capturar imágenes nítidas y precisas desde la mácula hasta la periferia lejana, todo con un solo instrumento que combina:

- Ultra gran campo de visión
- Imágenes en color verdadero gracias a exploraciones LED de amplio espectro
- Excepcional resolución de la imagen
- Angiografía con fluoresceína
- Funciones avanzadas de captura de imágenes

ZEISS CLARUS 700 es un sistema de imágenes verdaderamente exhaustivo desarrollado para especialistas en oftalmología que ayuda a proporcionar una atención vanguardista a los pacientes.



Seeing beyond



Glaucoma y Rendimiento en Lectura

Carolina P B Gracitelli, MD, PhD^{1,6} and Mariana C. Ikeda, MD¹

¹Department of Ophthalmology and Visual Science, Glaucoma Service, Federal University of São Paulo, São Paulo, Brazil.

⁶Centro de Estudos Alcides Hirai, Ver Mais Oftalmologia, Vinhedo, São Paulo, Brazil.

Comments On: Glaucoma and Reading Ability

Alberto Diniz-Filho, MD, PhD

Chief of Glaucoma Service

Federal University of Minas Gerais

Glaucoma is an optic neuropathy that has a progressive damage of retinal ganglion cells, resulting in a characteristic appearance of the optic disc and a concomitant pattern of visual field loss.¹ Loss of visual function in glaucoma is generally irreversible, and without adequate treatment the disease can progress to disability and blindness. Visual impairment caused by glaucoma can affect visual search, motion perception,

processing speed, divided attention, contrast sensitivity, and also saccadic eye movements.²⁻⁵ Another interesting question is whether glaucoma could have an effect also on top-down attentional mechanisms in the brain that could affect the visual performance. Several studies have shown atrophy of the lateral geniculate nucleus in glaucoma and evidences support that this structure is the first source of attentional regulation in the brain.⁶⁻⁸ However, it is unclear whether neuronal damage from glaucoma at the level of the lateral geniculate nucleus alters attentional mechanisms.

Vision involves sequential saccadic eye movements that bring targets into

the fovea from locations selected by peripheral vision. The mechanism of how visual field loss caused by glaucoma affects this process is not well understood. Previous study suggested that patients with peripheral visual field loss tend to make fewer eye movements (saccades) to locations where visual field defects are present.⁹ Patients with visual field loss report difficulties with daily activities that involve target detection in a visual search, such as reading, watching TV, using a computer, driving, and walking.¹⁰⁻¹⁶ Deficits in visual processing speed, divided attention, and contrast sensitivity are associated with vision-related impairment in the ability to perform these everyday tasks.¹⁷⁻²⁰ Glaucoma patients, even in the presence of mild visual field loss, are also affected in daily tasks where crowding effects are significant.²¹

Recent research has highlighted the influence of the visual impairment on everyday tasks and its impact on quality of life (QoL).²²⁻²⁵ As glaucoma can affect many aspects of QoL and can impair performance on a wide range of activities of daily living, knowing how and when glaucoma reduces QoL is very important. The impact of a progressive visual field loss on QoL may depend not only on the speed, but also on the location. Progressive sensitivity loss occurring in the central and

inferior regions of the visual field have the strongest association with decline of QoL in glaucoma patients.²⁵ However, another study showed that superior hemifield was related to difficulties in near activities and inferior hemifield impacted vision-specific role difficulties and also general and peripheral vision.²⁶ In word recognition, eyes rely more on the upper part of a letter than its lower part.

Nowadays, with growing dependence on electronic devices and smartphones, reading ability has become increasingly important. Previous studies demonstrated that patients with glaucoma have impaired reading performance compared to controls.^{27,28} One of the studies published by Dr. Gracitelli found that patients with mild-to-moderate glaucoma had worse reading performance compared with similar-age controls, despite both having preserved central vision, suggesting a more complex process involved on reading performance of glaucoma patients.²⁹ Glaucomatous optic nerve damage and loss of visual field may affect attentional reserves, explaining why glaucoma patients have more trouble reading compared to controls with the same visual acuity. The other study assessed whether changes to contrast, line spacing, or font size could improve reading performance in patients with

glaucoma. The authors showed that reading performance was improved by using text with higher contrast, but not by increments on line spacing or font size, highlighting the importance of contrast for reading in glaucoma.³⁰ Future studies using larger samples should evaluate the potential effect of different patterns of visual field loss, helping us to better understand the impact of glaucoma on reading ability.

REFERENCES

1. Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA* 2014;311(18):1901-11.
2. Edwards JD, Wadley VG, Vance DE, et al. The impact of speed of processing training on cognitive and everyday performance. *Aging Ment Health* 2005;9(3):262-71.
3. Altangerel U, Spaeth GL, Steinmann WC. Assessment of function related to vision (AFREV). *Ophthalmic Epidemiol* 2006;13(1):67-80.
4. Lahav K, Levkovitch-Verbin H, Belkin M, et al. Reduced mesopic and photopic foveal contrast sensitivity in glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2011;129(1):16-22.
5. Smith ND, Crabb DP, Garway-Heath DF. An exploratory study of visual search performance in glaucoma. *Ophthalmic Physiol Opt* 2011;31(3):225-32.
6. Yucel YH, Zhang Q, Weinreb RN, Kaufman PL, Gupta N. Effects of retinal ganglion cell loss on magno-, parvo-, koniocellular pathways in the lateral geniculate nucleus and visual cortex in glaucoma. *Prog Retin Eye Res* 2003;22:465-81.
7. Gupta N, Greenberg G, de Tilly LN, Gray B, Polemidiotis M, Yucel YH. Atrophy of the lateral geniculate nucleus in human glaucoma detected by magnetic resonance imaging. *Br J Ophthalmol* 2009;93:56-60.
8. Gracitelli CPB, Duque-Chica GL, Sanches LG, et al. Structural Analysis of Glaucoma Brain and its Association With Ocular Parameters. *J Glaucoma*. 2020;29(5):393-400.
9. Wiecek E, Pasquale LR, Fiser J, et al. Effects of peripheral visual field loss on eye movements during visual search. *Front Psychol* 2012;3:472.
10. Vargas-Martin F, Peli E. Eye movements of patients with tunnel vision while walking. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47(12):5295-302.
11. Crabb DP, Smith ND, Rauscher FG, et al. Exploring eye movements in patients with glaucoma when viewing a driving scene. *PLoS One* 2010;5(3):e9710.
12. Smith ND, Glen FC, Crabb DP. Eye movements during visual search in patients with glaucoma. *BMC Ophthalmol* 2012;12:45.
13. Lamirel C, Milea D, Cochereau I, et al. Impaired saccadic eye movement in primary open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 2014;23(1):23-32.
14. Nguyen AM, van Landingham SW, Massof RW, et al. Reading ability and reading engagement in older adults with glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2014;55(8):5284-90.
15. Sippel K, Kasneci E, Aehling K, et al. Binocular glaucomatous visual field loss and its impact on visual exploration--a supermarket study. *PLoS One* 2014;9(8):e106089.
16. Haymes SA, Leblanc RP, Nicolela MT, et al. Risk of falls and motor vehicle collisions in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(3):1149-55.
17. Tatham AJ, Boer ER, Rosen PN, et al. Glaucomatous retinal nerve fiber layer thickness loss is associated with slower reaction times under a divided attention task. *Am J Ophthalmol*. 2014;158(5):1008-17.

INTRODUCTION

Glaucoma is a progressive optic neuropathy characterized by degeneration of retinal ganglion cells and consequent loss of visual field, with the potential for blindness.¹ It is expected that by 2040, 111.8 million people will be affected by glaucoma worldwide.^{2,3} Recently, there has been growing recognition of the importance of improved understanding of the impact of glaucoma on quality of life and the ability to perform vision-related tasks of daily living such as driving, shopping for groceries and reading.⁴⁻⁶

Globally, the ability to read is becoming increasingly important as text is used more often as a method of communication. In addition, due to the prevalence of smart phones, areas of the world with historically high rates of illiteracy, which are also often areas of high glaucoma prevalence, are also becoming more text reliant. Previous studies have indicated patients with glaucoma have impaired reading

performance compared to controls,⁷⁻⁹ however, these have been predominately been conducted in English speaking populations and have not specifically examined reading performed in patients with preserved central vision.

There are two main methods to quantify reading loss in ophthalmological patients; through questionnaires¹⁰⁻¹⁵ and through reading function tests.¹⁶ Questionnaires are able to evaluate daily life reading issues from the patient's perspective but lack the objectivity of reading function tests. Several reading function tests have been described including the Bailey-Lovie Near Reading Card,¹⁷ Pepper Visual Skills for Reading Test (VSRT),¹⁸ Minnesota Low-Vision Reading Test (MNREAD),¹⁹ International Reading Test (IREST)²⁰ and Rapid Serial Visual Presentation (RSVP).²¹ These tests have already been applied with success in glaucoma patients, generally showing impaired performance in those with glaucomatous visual field loss.²²⁻²³⁻⁷⁻⁹ For example,

Ramulu and colleagues used the MNREAD to assess out-loud and silent reading in glaucoma,⁹ reporting that reading speed is slower among glaucoma patients with bilateral visual field loss, with the greatest impact present during sustained silent reading.⁹

As reading performance may be influenced by language and potential confounding factors such as age, race and education, it is important to determine whether similar results are found in different populations. A validated Portuguese version of the MNREAD is now available, providing an appropriate tool to examine reading performance in glaucoma patients in a Brazilian population.²⁴ The specific purpose of this study was to therefore to determine whether patients with glaucoma have impaired reading performance compared to controls, in the presence of preserved central vision. Additionally, the purpose of this study was also to determine the effect of altering font size, line spacing

and contrast on reading speed, assessed using the MNREAD test.

METHODS

This was a cross sectional prospective interventional study, approved by the Institutional Review Board of the Federal University of São Paulo through the CEP (1154.0089.09/2017). Written informed consent was obtained prospectively from all the participants and all study methods adhered to the tenets of the Declaration of Helsinki.

Study Participants

The study included a total of 35 patients with open angle glaucoma and 32 healthy participants as a control group. All participants were required to have a best corrected visual acuity better than 0.4 logMAR in both eyes and to be fluent in speaking, writing and reading Portuguese by self-report. All participants were refracted, and best-corrected visual acuity was measured in both eyes separately using the Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) at

4 meters. The refraction also ensured an optimal reading correction was worn during the reading assessment.

Glaucoma was defined by presence of repeatable (≥ 3 consecutive) abnormal standard automatic perimetry (SAP) test results on the 24-2 program of Humphrey Field Analyzer (Carl Zeiss Meditec, Inc) or to have progressive glaucomatous optic disc changes noted on masked examination of stereo photographs, regardless of the results of SAP testing. Abnormal SAP was defined by the presence of a pattern standard deviation (PSD) outside the 95% confidence limits of normal, or a glaucoma hemifield test (GHT) results outside the reference range.

Participants were required to have no ocular comorbidities and no ocular or neurological conditions that may affect the visual field. Other exclusion criteria included; age of less than 18 years; corneal and / or retinal diseases; orbital diseases; intracranial or paranasal sinus abnormalities;

ametropias with a spherical refractive error greater than $\pm 3D$ or cylindrical greater than $\pm 3D$; topical or systemic medications that lead to lethargy or decreased reading ability; and dyslexia.

All participants underwent a comprehensive ophthalmologic examination including review of medical history, visual acuity, slit-lamp biomicroscopy, intraocular pressure measurement (using the Goldmann tonometer), gonioscopy, dilated fundoscopic examination, visual field test and a reading performance test.

Demographic and Socioeconomic Parameters

Socioeconomic and clinical parameters were also evaluated to take account of potential confounding factors. All participants completed a questionnaire to obtain information regarding gender, ethnicity, and educational level (high school or no high school). The presence of systemic diseases was also determined by examination of medical records, medications and participant recall.

Specifically, we recorded comorbidities including systemic hypertension, diabetes mellitus, arthritis, heart disease, stroke, depression, cancers and asthma. The comorbidity index was calculated by the sum of some scores given to each item.

Reading performance test

The reading procedure was performed using reading sentences from the MNREAD-P reading performance test, translated and validated in Portuguese.²⁴ The table was displayed on a computer screen, using the online tool "Google sheets", with the MNREAD reading tables adjusted to the tool. Font proportions, standard line spacing, color, text box size and font type was matched to the MNREAD-P protocol.²³

Detailed methodology has already been published before.⁷⁻⁹⁻¹⁹ The sentences were presented on a computer monitor with a resolution of 1024x768 pixels, with a refresh rate of 60Hz.

The lighting in the experiment room was between 400 and 600 lux. The test distance between the participant and the monitor was 40 cm. The phrases in the tables were displayed in Times LT-Roman black font, with logMAR print size unit, on a white background, with a white background luminance set at 140cd / m², in Brazilian Portuguese.

Five standard texts without alterations or interventions were performed. Patients were asked to read "as if they were reading a novel or newspaper in their daily life, as quickly and accurately as possible". They were asked to read aloud using both eyes with appropriate refractive corrections. The primary outcome for the study was reading speed, quantified as words per minute (wpm).

After that, the sentences were presented according to this order: 5 standard texts without alterations between them; 5 texts of increasing order in font size; 5 texts with increasing spacing between lines; 5 texts with increasing

contrast between text and the white background. All patients were asked to read: "Please read the sentences, as if you are reading a novel or newspaper in your daily life, as quickly and accurately as possible." Patients were also asked to read aloud using both eyes with appropriate refraction corrections. A chronometer was used to record the average speed with a masked examiner.

Statistical Analysis

The descriptive analysis included the mean and standard deviation for variables with a normal distribution, while those variables that were not distributed normally were presented as the median. The skewness-kurtosis test was used to confirm for normality or not. Percentages were used to describe categorical values and achieve better comparators between the two groups. Speed-reading was assessed as the main reading performance. The t-test was used for multiple comparisons between pre and post-operative measurements, and for non-normal variables

the corresponding non-parametric test (Wilcoxon rank test) was performed. The association between reading performance and the best-corrected visual acuity (VA) and the visual field loss of the better and worse eye were investigated. Comparison between bigger and smaller size print, higher contrast and smaller contrast level and bigger and smaller line spacing was assessed using ttest. The potential impact factors (socioeconomic and comorbidities index) to reading performance of glaucoma patients were further analyzed by multiple regression analysis. All statistical analyses were performed using the available software Stata version 13 (StataCorp LP, College Station, TX). The alpha level (type I error) was set at 0.05.

RESULTS

Thirty-five patients with glaucoma and thirty-two healthy participants were enrolled. Demographic and clinical characteristics of included participants are shown in Table 1. Participants with glaucoma had an

average (\pm SD) age of 65.7 \pm 13.8 years, compared to 60.0 \pm 10.7 years in controls ($P=0.066$). There were similar proportion of males and females between groups and the number of non-ocular comorbidities were similar ($P=0.958$ and $P=0.496$, respectively). There was also no significant difference in schooling between groups, with a similar proportion completing high school education ($P=0.145$). Visual acuities in the better and

worse eyes were also similar (Table 1). Participants with glaucoma had a MD in the better eye of -6.29 ± 6.35 dB compared to -11.08 ± 8.43 dB in the worse eye. PSD was 7.77 ± 4.26 dB in the better eye and 4.84 ± 3.64 dB in the worse eye.

Reading speeds were significantly worse in patients with glaucoma compared to controls for each of the 5 MNREAD charts (**Table 1, Figure 1**). In addition,

Table 1. Demographic and clinical characteristics of included participants

	Glaucoma (n= 35)	Controls (n=32)	P-value
Age	65.71 \pm 13.80	60.03 \pm 10.67	0.066
Gender (female)	25	23	0.592
Race (1,2,3,4)	8,7,1,19	12,6,2,12	0.471
High school education (yes)	13 (37.1%)	18 (56.3%)	0.145
Comorbidities index (0,1,2,3,4,5)	9,12,10,2,2,0	11,11,7,2,0,1	0.731
Visual acuity better eye	0.11 \pm 0.13	0.06 \pm 0.11	0.053
Visual acuity worse eye	0.22 \pm 0.17	0.14 \pm 0.17	0.064
SAP MD better eye (dB)	-6.29 \pm 6.35	NA	NA
SAP MD worse eye (dB)	-11.08 \pm -0.23	NA	NA
PSD better eye (dB)	7.77 \pm 4.26	NA	NA
PSD worse eye (dB)	4.84 \pm 3.64	NA	NA
Overall average reading speed (wpm)	83.20 \pm 25.12	102.29 \pm 29.57	0.006
Average reading speed (slide 1) (wpm)	81.10 \pm 22.50	103.01 \pm 30.02	0.001
Average reading speed (slide 2) (wpm)	83.25 \pm 27.64	102.31 \pm 28.81	0.007
Average reading speed (slide 3) (wpm)	85.92 \pm 30.25	107.83 \pm 31.27	0.005
Average reading speed (slide 4) (wpm)	83.52 \pm 30.98	100.33 \pm 21.43	0.031
Average reading speed (slide 5) (wpm)	82.22 \pm 24.51	97.96 \pm 32.18	0.027

the average reading speed for patients with glaucoma was 83.20 ± 25.12 words per minute compared to 102.29 ± 29.57 words per minute for controls ($P = 0.006$).

Univariable regression analysis examining potential factors affecting reading speed showed no significant association between age, gender, race, schooling, comorbidities, SAP MD in the better and worse eyes, or SAP PSD in the better and worse eyes, and average reading speed (**Table 2**). Scatter plots showing the poor relationship between SAP MD (in better and worse eyes) and average

reading speed are shown in **Figures 2A and 2B**.

In contrast, logistic regression showed slower reading speed was significantly associated with higher odds of glaucoma using each of the 5 slides (**Table 3**). Overall, there was a 1.26-fold (95% CI 1.06 to 1.46) increased odds of glaucoma for every 10 word per minute decrease in reading speed ($P = 0.009$). **Table 4** shows that, even after accounting for the potential confounding effect of age and schooling, there remained a significant relationship between slower reading speed and increased odds of glaucoma for average

reading speed, and reading speeds for slide 1, slide 2 and slide 3, with a similar 1.26-fold increased odds of glaucoma for every 10 word per minute decrease in average reading speed.

Increased contrast was associated with significant improvement in reading speed in participants with glaucoma. In those with glaucoma, the slowest reading speed was at a contrast of 10 units at 49.4 ± 27.9 wpm, increasing to 89.5 ± 25.0 wpm when contrast was increased to 50 units ($P < 0.001$) (**Figure 1**). Reading speeds with contrasts of 20, 30 and 40

Table 2. Univariable regression analyses examining potential effects on reading speed (average of 5 slides) in patients with glaucoma.

	Coefficient / Odds ratio*	95% CI	P-value	R2 / Pseudo R2*
Age	-0.19	-0.83 to 0.45	0.549	0.011
Gender*	1.00	0.97 to 1.03	0.814	0.001
Race* (Caucasian versus non-Caucasian)	-5.90	-12.41 to 0.61	0.074	0.093
Schooling* (High school versus no high school)	1.02	1.00 to 1.05	0.097	0.065
Comorbidities index	-0.48	-8.53 to 7.56	0.904	0.001
SAP MD better eye (dB)	-0.73	0.21 to 0.65	0.288	0.034
SAP MD worse eye (dB)	-0.82	-1.84 to 0.19	0.107	0.077
PSD better eye (dB)	1.00	-1.06 to 3.06	0.331	0.029
PSD worse eye (dB)	0.18	-2.27 to 2.63	0.882	0.001

Table 3. Univariable logistic regression showing the change in odds of glaucoma associated with a 10 wpm decrease in reading speeds for average reading speed and each of the 5 MNREAD slides.

	Odds ratio	95% CI	P-value
Slide 1	1.37	1.11 to 1.68	0.003
Slide 2	1.27	1.06 to 1.52	0.011
Slide 3	1.26	1.06 to 1.50	0.008
Slide 4	1.19	1.01 to 1.40	0.036
Slide 5	1.22	1.02 to 1.46	0.032
Average	1.26	1.06 to 1.46	0.009

Table 4. Multivariable logistic regression showing the change in odds of glaucoma associated with a 10 wpm decrease in reading speeds for average reading speed and each of the 5 MNREAD slides accounting for age (per year older) and schooling (high school or no high school).

		Odds ratio	95% CI	P-value
Average	Age	0.97	0.93 to 1.01	0.124
	Schooling	0.86	0.25 to 2.99	0.812
	Reading speed	1.26	1.03 to 1.50	0.028
Slide 1	Age	0.97	0.93 to 1.01	0.168
	Schooling	0.87	0.26 to 2.88	0.817
	Reading speed	1.36	1.08 to 1.72	0.009
Slide 2	Age	0.97	0.93 to 1.01	0.127
	Schooling	0.96	0.28 to 3.23	0.943
	Reading speed	1.26	1.01 to 1.56	0.037
Slide 3	Age	0.97	0.93 to 1.01	0.116
	Schooling	0.90	0.27 to 3.02	0.864
	Reading speed	1.26	1.03 to 1.54	0.023
Slide 4	Age	0.97	0.93 to 1.01	0.106
	Schooling	1.09	0.32 to 3.67	0.895
	Reading speed	1.17	0.96 to 1.43	0.110
Slide 5	Age	0.97	0.93 to 1.01	0.126
	Schooling	1.09	0.32 to 3.69	0.893
	Reading speed	1.19	0.96 to 1.48	0.115

units were also significantly slower than reading speed with a contrast of 50 units ($P < 0.001$, $P < 0.001$ and $P = 0.002$ respectively). The relationship between change in contrast and reading speed for each participant is summarised in **Figure 2**. Regression analyses revealed that in glaucoma patients, reading speed increased by 10.6 words per minute (95% CI 7.4 to 13.8, $P < 0.001$, $R^2 = 0.211$) for each 10 unit increase in contrast. There was also a relationship between change in contrast and reading speed in healthy controls (coefficient = 7.13, 95% CI 0.338 to 1.090, $P < 0.001$), however this was significantly less than for patients with glaucoma ($P = 0.030$). When the most difficult contrast (10%) was removed from the analysis, the relationship between contrast and reading speed became insignificant for controls (coefficient = 2.73, 95% CI -2.28 to 7.73, $P = 0.283$) but remained significant for patients with glaucoma (coefficient = 6.48, 95% CI 2.34 to 10.62, $P = 0.002$).

Examination of changes in font size revealed no effect on reading speed, either in glaucoma patients or controls (**Figure 3**). Regression analysis showed no significant relationship between font size and reading speed in glaucoma patients (coefficient = 10.72, 95% CI -20.15 to 41.61, $P=0.494$) or controls (coefficient = 8.10, 95% CI -28.47 to 44.68, $P=0.662$). Similarly, there was no significant relationship between line spacing and reading speed in glaucoma patients (coefficient = -1.05, 95% CI -6.53 to 4.43) or controls (coefficient -0.61, 95% CI -7.39 to 6.18, $P=0.860$) (**Figure 4**). In univariable regression analyses, there was no association between MD in the better or worse eye and reading speed measured using any of the 15 tests. The rate of change in reading speed with reducing contrast in participants with glaucoma was not significantly affected by age, gender, race, schooling, number of systemic comorbidities or MD in the worse eye or better eyes (**Table 2**).

DISCUSSION

The results of this study demonstrate patients with glaucoma may have significantly reduced reading speed compared to similarly aged controls, with an average reading speed of 19.1 words per minute less in patients with glaucoma compared to controls. This represented an 18.7% lower average reading speed in those with glaucoma. The lower reading speed was consistent across all 5 MNREAD slides. In addition, slower reading speed was associated with higher odds of glaucoma, even after taking account of age and schooling as potential confounders (Table 4). Overall, there was a 1.26-fold increased odds of glaucoma for every 10 words per minute decrease in average reading speed. These findings strongly suggest that glaucoma can have a serious impact on reading, even in patients with preserved central visual acuity, and even after accounting for potential confounding factors.

Though there are many aspects of reading performance, we opted

to study reading speed, to allow comparison with other studies.⁸⁻²⁵ Our results are in agreement with previous work showing patients with glaucoma have worse reading speed compared to controls but are particularly interesting given the study was restricted to patients with preserved central visual acuity. As part of the Salisbury Eye Evaluation (SEE), Ramulu and colleagues reported reduced reading speed in patients with glaucoma, however this was only observed in patients with advanced bilateral visual field loss.⁸ In contrast, the present study included patients with mainly mild to moderate glaucoma, with an average MD in the better eye of only -6.29 ± 6.35 dB.

We examined the relationship between MD in the better and worse eyes and reading speed but surprisingly found no association, with R^2 values of only 0.034 and 0.077 respectively (Table 2). This was in contrast to Altangerel and colleagues who found correlation between reading speed and visual field loss, despite the findings not being

assessed in a multivariable analysis.²⁵ Ramulu and colleagues also found slower out-loud reading speeds using the MNRead and IRest, with a relationship between slower reading and worse visual field loss, however, this association was independent of visual acuity.⁸ It is possible that the present study was underpowered to detect an association between MD and reading, particularly due to the relatively few patients with advanced glaucoma in both eyes. Alternatively, a summary metric such as MD may not be a good index for assessing the component of visual field important for reading, which may be affected more by localized types of field loss. As we excluded patients with poor central acuity, glaucoma patients in this study likely had relatively preserved central visual field. Unfortunately, we were not able to examine the impact of particular patterns of visual field loss given the relatively small sample size and diversity of field loss in those included. We also did not examine the repeatability of the reading assessment, however, by using 5 slides, it

was possible to demonstrate consistent results across tests.

Swenor and colleagues have previously examined the importance of the peripheral visual field when reading with the aim of determining why patients with normal central vision may have difficulty.²⁶ During reading, attention is divided between focusing on the word being read as well as neighboring words, and therefore reading speed may be affected by attention reserves. Readers with higher levels of attentional reserves were found to have smaller decrements in reading speed with worsening visual impairment compared with readers with lower attention reserves, suggesting that higher attentional reserves may help compensate for visual loss. Glaucomatous optic nerve damage and loss of visual field may affect attentional reserves, explaining why glaucoma patients have more trouble reading compared to controls with the same visual acuity.

Reading speed is also affected by contrast, which

was not varied in the current study. Moreover, it has been demonstrated that the reading performance of patients with glaucoma is more affected by reduction in contrast sensitivity than in healthy subjects, with similar cognitive and reading ability.²⁷ Reading speed also differs depending on whether a person is reading silently or out loud and it has been found that glaucoma may affect silent reading to a greater extent.⁹ It is therefore possible that the differences between glaucoma patients and controls observed in the present study may be accentuated were the study repeated using silent reading.

This study demonstrated patients with glaucoma to have significantly slower reading speed compared to similarly aged controls, however, for patients with glaucoma, reading speed could be improved by increasing contrast. Increasing contrast, also led to increased reading speed in healthy controls, however, the rate of improvement was slower. Furthermore, when the most

challenging contrast level (10%) was removed from the analysis, there was no significant effect of further increases in contrast for controls, whereas for patients with glaucoma reading speed continued to improve with increasing contrast.

Increasing contrast was the most effective method of improving reading speed, as changes to font size and line spacing did not result in significant improvements. Increasing contrast from 10% to 50% resulted in a 81.2% improvement in average reading speed from 49.4 ± 27.8 wpm to 89.5 ± 25.0 . This was still 17.1% lower than the average reading speed for controls at a similar contrast, suggesting increase in contrast alone was not sufficient to improve reading speeds to normal levels, however we did not examine whether further improvements in reading speed may be achieved at even higher levels of contrast.

Glaucoma is well known to negatively affect contrast sensitivity, even at early stages

of disease, challenging the perception of early glaucoma as asymptomatic.²⁸⁻²⁹ Patients in the current study had a range of glaucoma severities, with an average MD in the better eye of -6.29 ± 6.35 dB, though no association was found between MD and reading speed. This demonstrates that reading performance may be affected in early to moderate glaucoma, even in patients with preserved visual acuity. It also suggests that MD may not fully reflect the functional changes in glaucoma important for reading, however it is possible that the study was underpowered to detect an association with MD and reading.

Recently, Jammal and colleagues evaluated the contrast sensitivity in patients with advanced glaucomatous visual field damage.³⁰ They included only patients with visual acuity better than 0.4 logMAR and MD worse than -15 dB and they concluded that despite preserved VA, almost all patients showed moderate to profound deficits in contrast sensitivity. In two

different tests (Pelli-Robson chart and the Freiburg Visual Acuity Contrast Test). This finding reveals how the disease may impact the daily activities, even in patients with preserved central visual acuity.³⁰

A recent study, which evaluated reading performance using the Radner Reading Chart, has shown patients with glaucoma read more slowly and with more errors than compared to controls.³¹ Decreased reading speed was observed even in patients with early glaucoma and it was proposed that this may be due to decreased contrast sensitivity; a proposal supported by the results of the current study. Further evidence for the importance of contrast for reading in glaucoma patients comes from the work of Burton and colleagues who also found an association between reduced contrast and reduction in reading speed in glaucoma, greater than that observed in similarly aged-controls.²⁷

Though many potential confounding factors may

affect reading performance, the glaucoma and control groups in the present study were well matched, with no significant difference in age, gender, race, education level, number of systemic comorbidities, and visual acuity between groups. We also found no association between these variables and the rate of change in reading speed observed with increasing contrast. There was also no significant effect of MD in the better or worse eyes on the relationship between change in reading speed and contrast, likely for similar reasons as the finding of lack of a relationship between MD and overall reading speed. Figure 2 demonstrates that the change in reading speed with changing contrast varied between individuals, however for most patients with glaucoma the correlation was positive.

A limitation of the study was that contrast sensitivity was not separately investigated, for example, using a Pelli Robson contrast sensitivity chart. It would have been interesting to examine the relationship

between measures of contrast sensitivity and reading speed, however, normal individuals can tolerate an up to 10-fold reduction in contrast sensitivity with little change in reading speed,³² which may indicate loss of contrast sensitivity is not the primary reason for reduced reading speed in glaucoma.⁸ Nevertheless, increasing contrast demonstrably improves reading speed, and is likely to be a useful tool for improving reading performance in glaucoma.

Further limitations of the study include the limited sample size, which made it difficult to analyse the potential effect of different patterns of visual field loss on reading. We also did not examine eye movement patterns, which may provide useful information regarding reading strategies in glaucoma affecting reading speed.³³⁻³⁴ In addition, reading speed was the only reading performance metric evaluated, and it is possible that other metrics such as maximum reading speed or critical print size, may be of value.³⁵ Lastly, we did

not examine the relationship between the location of the visual field damage and reading speed. Probably different locations of the visual may be more correlated to reading speed instead of the MD. Future studies should be done to elucidate the impact of visual field damage in reading performance in these patients.

In summary, this study demonstrated significantly slower reading speeds in patients with glaucoma compared to controls, despite preserved central visual acuity, similar age, and similar levels of education between groups. Further studies are needed to assess the real impact of worsened reading performance on daily tasks and to explore whether interventions may be possible to improve reading performance in such patients. Additionally, reading performance was improved by using text with higher contrast. Increasing line spacing and font size had no effect on reading speed.

REFERENCES

1. Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA*. 2014;311(18):1901-11. doi: 10.1001/jama.2014.3192. PubMed PMID: 24825645; PubMed Central PMCID: PMC4523637.
2. Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014;121(11):2081-90. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013. PubMed PMID: 24974815.
3. Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol*. 2006;90(3):262-7. doi: 10.1136/bjo.2005.081224. PubMed PMID: 16488940; PubMed Central PMCID: PMC1856963.
4. Gracitelli CP, Abe RY, Tatham AJ, Rosen PN, Zangwill LM, Boer ER, et al. Association between progressive retinal nerve fiber layer loss and longitudinal change in quality of life in glaucoma. *JAMA Ophthalmol*. 2015;133(4):384-90. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2014.5319. PubMed PMID: 25569808; PubMed Central PMCID: PMC4533995.
5. Sippel K, Kasneci E, Aehling K, Heister M, Rosenstiel W, Schiefer U, et al. Binocular glaucomatous visual field loss and its impact on visual exploration--a supermarket study. *PLoS One*. 2014;9(8):e106089. doi: 10.1371/journal.pone.0106089. PubMed PMID: 25162522; PubMed Central PMCID: PMC4146567.
6. Kasneci E, Black AA, Wood JM. Eye-Tracking as a Tool to Evaluate Functional Ability in Everyday Tasks in Glaucoma. *J Ophthalmol*. 2017;2017:6425913. doi: 10.1155/2017/6425913. PubMed PMID: 28293433; PubMed Central PMCID: PMC5331274 publication of this paper.
7. Ramulu PY, Swenor BK, Jefferys JL, Rubin GS. Description and validation of a test to evaluate sustained silent reading. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(1):673-80. doi: 10.1167/iovs.12-10617. PubMed PMID: 23258146; PubMed Central PMCID: PMC3559071.
8. Ramulu PY, West SK, Munoz B, Jampel HD, Friedman DS. Glaucoma and reading speed: the Salisbury Eye Evaluation project. *Arch Ophthalmol*. 2009;127(1):82-7. Epub 2009/01/14. doi: 10.1001/archophthalmol.2008.523. PubMed PMID: 19139345; PubMed Central PMCID: PMC2728116.
9. Ramulu PY, Swenor BK, Jefferys JL, Friedman DS, Rubin GS. Difficulty with out-loud and silent reading in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013;54(1):666-72. doi: 10.1167/iovs.12-10618. PubMed PMID: 23074207; PubMed Central PMCID: PMC3559070.
10. Mangione CM, Phillips RS, Seddon JM, Lawrence MG, Cook EF, Dailey R, et al. Development of the 'Activities of Daily Vision Scale'. A measure of visual functional status. *Med Care*. 1992;30(12):1111-26. doi: 10.1097/00005650-199212000-00004. PubMed PMID: 1453816.
11. Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD, Javitt JC, Sharkey P, Cassard SD, et al. The VF-14. An index of functional impairment in patients with cataract. *Arch Ophthalmol*. 1994;112(5):630-8. doi: 10.1001/archophth.1994.01090170074026. PubMed PMID: 8185520.
12. Mangione CM, Lee PP, Pitts J, Gutierrez P, Berry S, Hays RD. Psychometric properties of the National Eye Institute Visual Function Questionnaire (NEI-VFQ). NEI-VFQ Field Test Investigators. *Arch Ophthalmol*. 1998;116(11):1496-504. doi: 10.1001/archophth.116.11.1496. PubMed PMID: 9823352.
13. Hazel CA, Petre KL, Armstrong RA, Benson MT, Frost NA. Visual function and subjective quality of life compared in subjects with acquired macular disease. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2000;41(6):1309-15. PubMed PMID: 10798645.
14. Sumi I, Shirato S, Matsumoto S, Araie M. The relationship between visual disability and visual field in patients with glaucoma. *Ophthalmology*. 2003;110(2):332-9. doi: 10.1016/S0161-6420(02)01742-6. PubMed PMID: 12578777.
15. Massof RW, Ahmadian L, Grover LL, Deremeik JT, Goldstein JE, Rainey C, et al. The Activity Inventory: an adaptive visual function questionnaire. *Optom Vis Sci*. 2007;84(8):763-74. doi: 10.1097/OPX.0b013e3181339efd. PubMed PMID: 17700339; PubMed Central PMCID: PMC6742517.
16. Rubin GS. Measuring reading performance. *Vision Res*. 2013;90:43-51. doi: 10.1016/j.visres.2013.02.015. PubMed PMID: 23506967.
17. Bailey IL, Lovie JE. The design and use of a new near-vision chart. *Am J Optom Physiol Opt*. 1980;57(6):378-87. doi: 10.1097/00006324-198006000-00011. PubMed PMID: 7406006.

18. Lott LA, Schneck ME, Haegerström-Portnoy G, Brabyn JA, Gildengorin GL, West CG. Reading performance in older adults with good acuity. *Optom Vis Sci.* 2001;78(5):316-24. Epub 2001/06/01. doi: 10.1097/00006324-200105000-00015. PubMed PMID: 11384009.
19. Legge GE, Ross JA, Luebker A, LaMay JM. Psychophysics of reading. VIII. The Minnesota Low-Vision Reading Test. *Optom Vis Sci.* 1989;66(12):843-53. doi: 10.1097/00006324-198912000-00008. PubMed PMID: 2626251.
20. Hahn GA, Penka D, Gehrlich C, Messias A, Weismann M, Hyvarinen L, et al. New standardised texts for assessing reading performance in four European languages. *Br J Ophthalmol.* 2006;90(4):480-4. doi: 10.1136/bjo.2005.087379. PubMed PMID: 16547331; PubMed Central PMCID: PMC1857021.
21. Zhou L, Ding J, Zhou K. Categorical similarity modulates temporal integration in the attentional blink. *J Vis.* 2020;20(4):9. doi: 10.1167/jov.20.4.9. PubMed PMID: 32315406.
22. Fujita K, Yasuda N, Oda K, Yuzawa M. [Reading performance in patients with central visual field disturbance due to glaucoma]. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi.* 2006;110(11):914-8. PubMed PMID: 17134038.
23. Ishii M, Seki M, Harigai R, Abe H, Fukuchi T. Reading performance in patients with glaucoma evaluated using the MNREAD charts. *Jpn J Ophthalmol.* 2013;57(5):471-4. doi: 10.1007/s10384-013-0259-3. PubMed PMID: 23835566.
24. Castro CT, Kallie CS, Salomao SR. [Development and validation of the MNREAD reading acuity chart in Portuguese]. *Arq Bras Oftalmol.* 2005;68(6):777-83. doi: 10.1590/s0004-27492005000600013. PubMed PMID: 17344979.
25. Altangerel U, Spaeth GL, Steinmann WC. Assessment of function related to vision (AFREV). *Ophthalmic Epidemiol.* 2006;13(1):67-80. doi: 10.1080/09286580500428500. PubMed PMID: 16510349.
26. Swenor BK, Varadaraj V, Dave P, West SK, Rubin GS, Ramulu PY. Impact of the Ability to Divide Attention on Reading Performance in Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2017;58(5):2456-62. doi: 10.1167/iovs.17-21520. PubMed PMID: 28460047; PubMed Central PMCID: PMC5413216.
27. Burton R, Crabb DP, Smith ND, Glen FC, Garway-Heath DF. Glaucoma and reading: exploring the effects of contrast lowering of text. *Optom Vis Sci.* 2012;89(9):1282-7. doi: 10.1097/OPX.0b013e3182686165. PubMed PMID: 22885786.
28. McKendrick AM, Sampson GP, Walland MJ, Badcock DR. Contrast sensitivity changes due to glaucoma and normal aging: low-spatial-frequency losses in both magnocellular and parvocellular pathways. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007;48(5):2115-22. Epub 2007/04/27. doi: 10.1167/iovs.06-1208. PubMed PMID: 17460269.
29. Enoch J, Jones L, Taylor DJ, Bronze C, Kirwan JF, Jones PR, et al. How do different lighting conditions affect the vision and quality of life of people with glaucoma? A systematic review. *Eye (Lond).* 2020;34(1):138-54. Epub 2019/12/12. doi: 10.1038/s41433-019-0679-5. PubMed PMID: 31822854; PubMed Central PMCID: PMC7002549.
30. Jammal AA, Ferreira BG, Zangalli CS, Vianna JR, Thompson AC, Artes PH, et al. Evaluation of contrast sensitivity in patients with advanced glaucoma: comparison of two tests. *Br J Ophthalmol.* 2020. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-315273. PubMed PMID: 31974085.
31. Rolle T, Dallorto L, Cafasso R, Mazzocca R, Curto D, Nuzzi R. Reading Ability in Primary Open-angle Glaucoma: Evaluation with Radner Reading Charts. *Optom Vis Sci.* 2019;96(1):55-61. Epub 2018/12/21. doi: 10.1097/OPX.0000000000001319. PubMed PMID: 30570594.
32. Legge GE, Rubin GS, Luebker A. Psychophysics of reading--V. The role of contrast in normal vision. *Vision Res.* 1987;27(7):1165-77. Epub 1987/01/01. doi: 10.1016/0042-6989(87)90028-9. PubMed PMID: 3660667.
33. Burton R, Smith ND, Crabb DP. Eye movements and reading in glaucoma: observations on patients with advanced visual field loss. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2014;52(10):1621-30. Epub 2014/07/31. doi: 10.1007/s00417-014-2752-x. PubMed PMID: 25074043.
34. Cerulli A, Cesareo M, Ciuffoletti E, Montanaro ML, Mancino R, Mirisola C, et al. Evaluation of eye movements pattern during reading process in patients with glaucoma: a microperimeter study. *Eur J Ophthalmol.* 2014;24(3):358-63. Epub 2013/12/18. doi: 10.5301/ejo.5000397. PubMed PMID: 24338580.
35. Patel PJ, Chen FK, Da Cruz L, Rubin GS, Tufail A. Test-retest variability of reading performance metrics using MNREAD in patients with age-related macular degeneration. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(6):3854-9. Epub 2011/03/23. doi: 10.1167/iovs.10-6601. PubMed PMID: 21421873.

Ofrezca a sus pacientes un rango focal más amplio



Familia ZEISS AT LARA

LIO de foco extendido



www.zeiss.com/lara



Seeing beyond

Un equilibrio perfecto entre mayor independencia de las gafas...

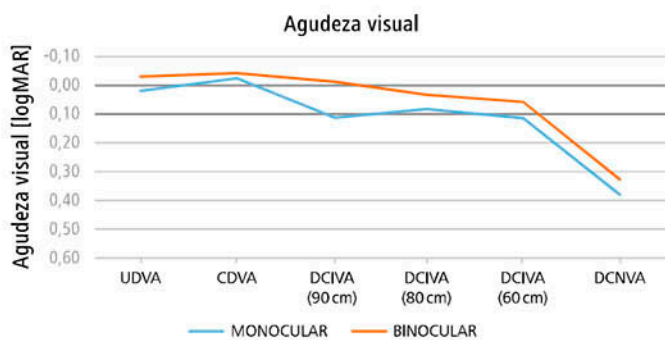


Mayor independencia de las gafas

Las nuevas LIO AT LARA de ZEISS se han diseñado para proporcionar una gran independencia de las gafas, sobre todo en distancias intermedias.

Agudeza visual y curva de desenfoco 3 meses después de la operación

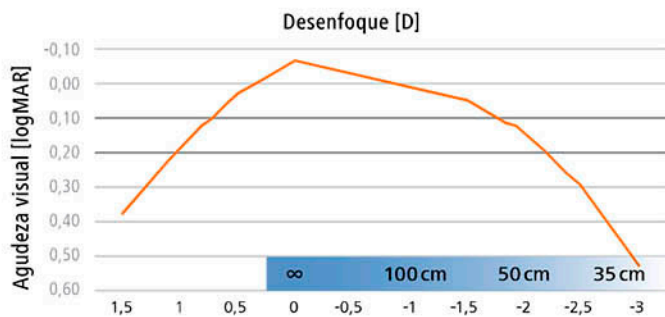
Media de n = 14 ojos/7 pacientes



Los resultados clínicos confirman una agudeza visual excelente en un amplio rango focal²

Resultados:

La agudeza visual binocular fue superior a 0,0 logMAR (20/20, resp. 1,0 decimal) de lejos y superior a 0,1 logMAR (20/25, resp. 0,8 decimal) a distancias intermedias de 80 cm y 60 cm.



La curva de desenfoco muestra un rango focal continuo entre distancias lejanas e intermedias: la agudeza visual es superior a 0,1 logMAR (20/25, resp. 0,8 decimal) hasta unos 55 cm, y superior a 0,2 logMAR (20/32, resp. 0,63 decimal) hasta aproximadamente 45 cm.

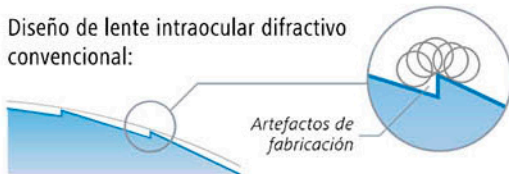
² Datos de archivo.

...y menos efectos visuales indeseados

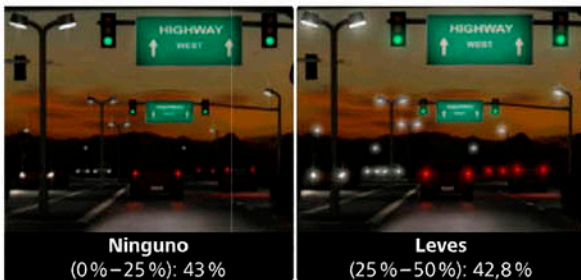
El diseño óptico de ZEISS AT LARA y la tecnología patentada Smooth Microphase (SMP) minimizan la dispersión de la luz y, por tanto, los posibles efectos visuales indeseados, proporcionando a los pacientes mayor confort visual nocturno.

En los diseños difractivos convencionales, la superficie ideal contiene zonas con ángulos agudos (véase la imagen de la izquierda), pero esto queda fuera del alcance de la tecnología de fabricación (los círculos en el diagrama representan el movimiento de la herramienta de torneado). La imprecisión de fabricación resultante hace que una cantidad determinada de luz se disperse en direcciones indefinidas. Para superar esta limitación, la tecnología patentada SMP incorpora las denominadas "zonas de fase" en su diseño óptico, lo que permite obtener un diseño de la superficie con ángulos mucho menos agudos (véase la imagen en la derecha). El resultado es una mayor precisión en la fabricación y menor dispersión de luz.

Diseño de lente intraocular difractivo convencional:



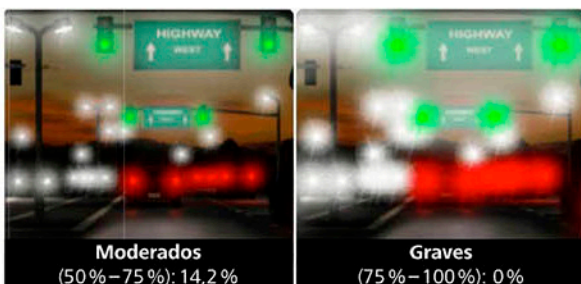
Diseño patentado ZEISS SMP:



Los resultados clínicos confirman que se producen pocos efectos visuales indeseados³

Resultados:

El **86 %** de los pacientes indica que **no** hay efectos indeseados o que estos son **leves**



El 14 % de los pacientes indica efectos indeseados **moderados**

El **0 %** de los pacientes indica efectos indeseados **graves**

³ De: Tarib, I. et al.: Postoperative Results in Patients Implanted with a Novel Enhanced Depth of Focus Intraocular Lens. EC Ophthalmology. Marzo de 2018



Aprendizaje de habilidades quirúrgicas para Residentes y Fellows en un Hospital privado de la ciudad de Buenos Aires.

Arturo Burchakchi

Hospital Italiano de Buenos Aires.

Comentarios

Dr. S. Fabián Lerner

Profesor Titular de Oftalmología

Departamento de Cirugía. Facultad de Ciencias Médicas

Universidad Favaloro

Buenos Aires, Argentina.

www.fabianlerner.com

El aprendizaje de destrezas quirúrgicas constituye uno de los elementos más

importantes en la formación de una especialidad clínico-quirúrgica como la oftalmología. Lógicamente, los primeros pasos de ese aprendizaje ocurren durante la residencia. La realización de un fellowship ayuda a mejorar específicamente un área de aprendizaje.

Al ser la cirugía de catarata el procedimiento más frecuente de la especialidad, la mayoría de los esfuerzos suelen tender a lograr destrezas en dicho

procedimiento. La cirugía de glaucoma recibe menos atención, particularmente durante la residencia.

EL Dr. Burchakchi presenta la experiencia en el aprendizaje de habilidades quirúrgicas para la trabeculectomía en residentes y fellows en el servicio de glaucoma del Hospital Italiano de Buenos Aires. Describe la realización de práctica en wetlab lo que, lógicamente, prepara al aprendiz para el procedimiento sobre el ojo del paciente. Los resultados fueron evaluados con una planilla de cotejo

para mejorar los resultados. Finalmente expone los resultados en la vida real, esto es, en el quirófano y con pacientes. Como señala en la discusión de su trabajo, hubiera sido bueno tener las estadísticas previas a la aplicación de este programa de enseñanza/aprendizaje para poder evaluar mejor los resultados.

Felicito al Dr Burchakchi y a sus colaboradores por incorporar un método a la enseñanza de la destreza quirúrgica en glaucoma.

INTRODUCCIÓN

Glaucoma es un grupo de Neuropatías Ópticas, con deterioro progresivo de las células ganglionares de la retina, cuyos axones forman parte de la estructura del nervio óptico. Su deterioro genera una apariencia característica en el mismo (cupping) y una consecuente pérdida visual.¹⁻²

El principal factor de riesgo modificable, es la presión intraocular, ya sea con medicamentos o con cirugías. El estudio OHTS (Ocular Hypertension Treatment Study) y el EGPS (European

Glaucoma Prevention Study) evalúan como el descenso de la presión Intraocular, puede prevenir o retardar el desarrollo de glaucoma de ángulo abierto (OAG).³

Así se desarrollaron a lo largo de los años, distintos tratamientos más o menos efectivos, dentro de los cuales están los tratamientos quirúrgicos.

El aprendizaje quirúrgico de las cirugías de glaucoma tiene características propias, con respecto a las demás cirugías oftalmológicas. Un perioperatorio y

postoperatorio tardío que se relaciona en muchas ocasiones con las características de la intervención realizada.

Es de gran interés para los oftalmólogos en aprendizaje de esta disciplina, encontrar marcos de contención, para evitar o limitar al máximo las posibilidades de complicaciones quirúrgicas, potencialmente graves; que sabemos pueden ocurrir con cierta frecuencia.⁴ Sobre todo en caso de cirujanos en proceso de aprendizaje de nuevas técnicas, que necesitan lograr los mejores

resultados postoperatorios posibles en sus pacientes.⁵

Los errores quirúrgicos pueden no ser siempre graves, pero sí pueden ser difíciles de resolver en ciertas ocasiones.

Los ojos con daño muy severo tienen también más riesgo ante fallas en los procedimientos, ya que el remanente visual es bajo y tienen poco margen de maniobra, necesitando presiones target más bajas.⁶

En nuestra institución los residentes cuando empiezan el entrenamiento de cirugía de glaucoma, ya están habituados a la cirugía de catarata, que aprendieron en años previos. Así se enfoca el proceso enseñanza-aprendizaje sobre una base de conocimientos quirúrgicos previos necesarios para avanzar con el programa. Los Fellowships que vienen de otras instituciones deben tener entrenamiento quirúrgico en cirugía de catarata previa como condición para realizar el programa.

Las cirugías de glaucoma son menos frecuentes que la cirugía de cataratas en nuestra institución, completando entre 50 a 100 procedimientos quirúrgicos de glaucoma por año aproximadamente. Esto genera la necesidad de aprovechar al máximo las oportunidades de participación por parte de los cirujanos en aprendizaje.

Desarrollar un modelo de aprendizaje en ojos de animales en laboratorio, surge como una muy buena alternativa para realizar los primeros pasos de la cirugía de glaucoma de manera segura y controlada, para luego pasar a las prácticas con pacientes cuando las competencias ya se encuentren desarrolladas.⁷⁻⁸⁻⁹

Es así que el objetivo del trabajo fue maximizar el aprendizaje quirúrgico en médicos en formación para minimizar las complicaciones en un modelo de laboratorio con ojos de animales.

MATERIAL Y MÉTODOS:

Se desarrolló un protocolo modelo para el entrenamiento

de los estudiantes previo a realizar intervenciones quirúrgicas en pacientes reales.

El estudio fue realizado en el Hospital Italiano de Buenos Aires desde junio de 2017 hasta octubre de 2021. Se incluyeron 17 residentes / fellows.

El laboratorio se equipó con el instrumental quirúrgico necesario y microscopio con doble ocular para supervisión simultánea, en un lugar específico para tal fin.

El entrenamiento se diseñó para médicos con hábito quirúrgico, residentes en Oftalmología de tercer año y Fellows de especialización en Glaucoma, que ya poseen las competencias para realizar cirugías de cataratas en forma completa.

Se organizó un tiempo protegido en las agendas de los residentes y fellows para poder realizar el entrenamiento sin interrupciones. El alumno concurre una vez por semana, habitualmente 5

sesiones, a menos que algún paso no se haya realizado correctamente y no se haya aprobado por el instructor. En esta situación se organizaron visitas adicionales al laboratorio.

Las competencias se adquirieron por los cirujanos, paso a paso, secuencialmente en ojos de cerdo, bajo supervisión de los responsables docentes.

En el caso de la Trabeculectomía, las competencias a conseguir fueron: en primera instancia, el reconocimiento del instrumental para la cirugía de Glaucoma. Se debieron reconocer en orden todos los pasos de la cirugía. Luego se comenzó el entrenamiento, realizando 20 peritomías conjuntivales. En segundo lugar, el tallado de las tapas esclerales, se realizó generando tapas de diferente tamaño y formas, cortas, largas, finas, y de diferentes espesores, con el objeto de que el médico incorpore en

su memoria las maniobras de corrección necesarias para una cirugía adecuadamente realizada. Fue necesario que, como complejidad mayor el

estudiante realice tapas finas y alargadas y se evaluaron 10 tallados de las mismas. Se debieron evaluar también la realización de 20 tallados de tapas esclerales de 2 x 4 mm.

Las trabeculectomias se realizaron con bisturí de 15 grados y con tijera de Vannas, y se necesitaron 15 aprobadas para completar el entrenamiento.

Se suturaron los flaps con 2 suturas con Nylon 9.0, debiendo aprobar suturando adecuadamente, con la

tensión necesaria de la sutura, 20 tapas de trabeculectomía. Todo esto se documentó con una lista de Cotejo:

Fig. 2 Development of structured practices

Checklist	Achieved	Not Achieved	Corrections	Achieved
Surgery Steps Quiz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Knowledge of instruments used in surgery	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
20 conjunctivoplasty performed successfully	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
10 long thin scleral flaps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
15 trabeculectomies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
20 scleral flap sutures	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Observations:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Se controlaron y evaluaron individualmente los resultados e inconvenientes suscitados, se documentaron los pasos que tuvieran alguna dificultad con fotografías y videos, y se realizaron nuevamente, luego de las devoluciones pertinentes por parte del instructor, hasta que se pudieron reproducir sin correcciones.

En una planilla de aprendizaje, se documentaron el número de intervenciones y los resultados de las evaluaciones y correcciones.

Cuando el instructor hubo aprobado la realización de todos los pasos se dió por completado el aprendizaje.

Todos los 17 estudiantes: 13 residentes y 4 fellows completaron las planillas de aprendizaje y fue aprobada su práctica previo a poder realizar cirugías en pacientes reales.

Se analizaron número de cirugías, tiempo efectivo de participación del estudiante por cirugía, número de cirugías completadas, número de cambios quirúrgicos con el instructor.

Todas las planillas de aprendizaje con sus listas de

cotejo se volcaron a un excel donde se realizó el análisis de los resultados.

RESULTADOS

En cuanto al número total de cirugías que participaron en el año siguiente al entrenamiento: Los residentes participaron en un promedio de 8,5 cirugías, con un DS de 1,8. La varianza de la tabla fue de 3,3. Los Fellows participaron en 93,5 intervenciones en promedio con DS de 7. La varianza 49,7. Los resultados del tiempo de participación efectiva, que se refiere al tiempo en el cual el médico con el protocolo aprobado, está realizando las maniobras quirúrgicas, fueron

para los residentes: de 36,9 min, con DS de 8,4 y varianza de 70,4. Para los Fellows, el promedio del tiempo fue de 46,3 min, con DS de 2,8 y varianza de 7,6. El número de cirugías completadas fueron para el grupo de residentes de 1,8 en promedio con una DS de 1,2 y una varianza de 1,5; mientras en el grupo de Fellows fueron 78,3 cirugías en promedio, con un DS de 10,9 y varianza de 118,3. El número de cambios de cirujano, es decir cuando el instructor cambia de lugar con el instruido, fueron en promedio para el grupo de residentes de 2,2 veces con DS de 0,6 y varianza de 0,3. Para el grupo de los Fellows, fueron 0,4

Trabeculectomy Surgical Skill Training Program for Residents and Fellows. Author: Burchakchi A. Co Authors: de Gainza A, Hernández F. 15th EGC Congress, Athens 4-8 June 2022.

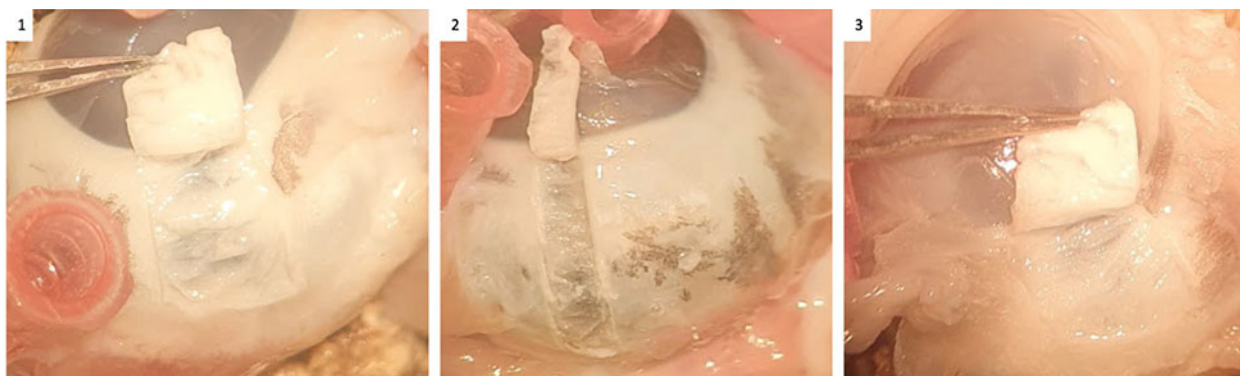


Fig 1. Example of a challenge met and resolved by a resident prior to human-eye surgical intervention, thanks to wet lab practice, with the guidance of a surgical instructor.

- 1- Irregular flap, with different depths and an irregular flap-bed.
- 2- Mentor instructed the creation of long, thin flaps, aiming to target the specific challenge met by the surgical mentee.
- 3- Flap creation after the instructed practice.

cambios en promedio con DS de 0,1 y varianza de 0,02.

Estos datos se mostraron superiores a cuando se realizaba la instrucción sin el apoyo previo del laboratorio, sobre todo en el grupo de residentes en el cual solo 2 de los 13 no completaron la cirugía de principio a fin, aunque todos pudieron completar la totalidad de los pasos quirúrgicos individualmente in vivo. En los años previos pocos residentes lograron terminar una cirugía de trabeculectomía.

Se contabilizaron las siguientes complicaciones intraquirúrgicas: Ojales conjuntivales que debieron resuturarse, fallas en la tapa, y dificultades para realizar ostium e Iridectomía periférica quirúrgica. En el grupo de residentes, se encontraron 1,7 complicaciones intraquirúrgicas en promedio, con DS de 0,8 y varianza de 0,6. En el grupo de Fellows se encontraron 15,3 en promedio, con DS de 2,2 y varianza de 4,9. En porcentajes el grupo de residentes tuvo 9,9 % de las

complicaciones descritas y el de Fellows tuvo 10,7 %.

Las características basales de la población se observan en la tabla 1.

DISCUSIÓN

Las cirugías de Glaucoma son menos frecuentes que las de catarata, esto hace necesario desarrollar herramientas de aprendizaje para poder sacar el mayor provecho posible a cada potencial intervención del cirujano que está en el proceso de instrucción. El laboratorio genera confianza y soltura en los movimientos, sirve para reconocer y realizar las maniobras finas en tiempo real y los pasos quirúrgicos necesarios para mejorar el desenvolvimiento futuro.⁷

Las curvas de aprendizaje, al tener menos intervenciones, necesitan de alguna manera ser eficientizadas, potenciadas para poder llegar a los objetivos, sobre todo en las residencias oftalmológicas.

Las potenciales complicaciones quirúrgicas por una técnica o maniobras imperfectas, pueden generar

Tabla 1: Características de la población de estudio:

Participantes (n:17)	Residentes (n:13)	Fellows (n:4)
Cirugías	111	374
Promedio individual	8,5 DS 1,8	93,5 DS 7
Cirugías completadas	23	313
Promedio cirugías completadas	1,8 DS 1,2	78,3 DS 10,9
Tiempo de participación efectiva	36,9 min DS 8,4	46,3 min DS 2,8
Cambio de asiento promedio	2,2 veces DS 0,6	0,4 veces DS 0,1
Complicaciones intraquirúrgicas totales	11	40
Promedio complicaciones totales	1,7 DS 0,8	15,3 DS 2,2
Complicaciones en %	9,9	10,7

malas evoluciones en los pacientes, lo que también inclina la balanza a desarrollar herramientas, que generen las competencias quirúrgicas en tiempo breves para evitar estas malas evoluciones.

Los modelos con ojos de animales son un método convalidado para mejorar las habilidades quirúrgicas en los cirujanos en formación.

Si se cuentan las practicas quirurgicas en laboratorio, sumadas a las prácticas con pacientes que los hospitales escuela poseen, podemos fácilmente ver cómo se incrementa el número de las participaciones de los médicos en instrucción, generando una fuente más de posibilidades de aprender, sin el peligro de las potenciales complicaciones que se pueden dar en cirugias in vivo. Consideramos, de esta manera esta práctica como necesaria hoy en día dentro de las currículas de los centros de formación.

En nuestra experiencia, observamos que sobre todo

en el grupo de residentes, se logró completar al menos una cirugía de trabeculectomía, en el 85% de los casos, solo 2 de 13 no pudieron realizar todos los pasos de manera concatenada, pero sí pudieron todos, realizar de manera aislada los mismos de manera correcta.

Las participaciones y los tiempos que fueron aprovechados fueron en nuestro parecer adecuados a los objetivos planteados, generando mejoras en las participaciones efectivas y baja tasa de complicaciones intraquirúrgicas.

Como debilidades podemos decir que no se midieron todas las complicaciones postoperatorias tempranas y tardías, lo que hace necesario nuevos estudios para determinar el peso de los entrenamientos comparando grupos, con laboratorio y otro grupo sin el mismo. No tenemos medición completa de las estadísticas previas a la aplicación del programa de enseñanza de laboratorio, siendo necesario

eventualmente ampliar la búsqueda de las mediciones de parámetros sin la aplicación del entrenamiento de laboratorio.

El número de procedimientos en el grupo de fellows fue mucho mayor, como cabe de esperarse, a su vez, los pacientes abordados por fellows, son muchas veces más complejos, a nivel ocular o sistémico, pueden ser reoperaciones, tener más comorbilidades, etc, que pueden sesgar los resultados si se comparan con grupo de residentes. El residente por lo tanto tiene menos posibilidades de operar glaucomas y sus casos son en general menos complejos que los que abordan los fellows.

Así se deduce, de la discusión, que se necesitarán más datos, en estudios futuros para contestar las nuevas preguntas que seguro surgirán para seguir con estas líneas de investigación.

CONCLUSIONES:

El proceso de enseñanza aprendizaje de habilidades quirúrgicas, es una rama

importante para los hospitales escuela, donde hoy en día se hace necesario una sistematización por medio de protocolos, con objetivos a alcanzar, metodologías y sistemas de retroalimentación con devoluciones de los instructores, para poder sacar el máximo provecho a las plataformas educativas disponibles. Modernizar los procesos, nos asegura que los alumnos puedan alcanzar las competencias necesarias, ya no libradas al azar o a la voluntad de los maestros, sino que la enseñanza descansa en una sistemática, que ayude a lograr las metas.

Las prácticas en ojos cadavéricos antes de entrenar en pacientes in vivo, genera muchas ventajas en cuanto a la prevención de complicaciones y a la seguridad con la que los cirujanos jóvenes pueden abordar las cirugías, da soltura a los movimientos y aporta conocimiento del instrumental quirúrgico y su uso. De esta manera las maniobras serán más seguras y los tiempos quirúrgicos se reducirán, al lograr mayor fluidez por parte de un cirujano habituado a las maniobras.

La seguridad del paciente es en nuestro caso esencial y por lo tanto, se debe priorizar por sobre todas las cosas. Todos los esfuerzos que se hagan en pos de mejorar resultados quirúrgicos, consideramos son fundamentales.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Weinreb R, Aung T, Medeiros F. The Pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *Jama* 2014. May 14;311(18):1901-11
2. European Glaucoma Society (2014) Terminology and guidelines for glaucoma, 4 edn. PubliComm, Savona
3. Coleman A, Miglior S. *Surv Ophthalmol*. 2008 nov. 53 suppl1:S3-10.
4. I. Riva, G Roberti, F Oddone et al. Ahmed Glaucoma Valve implants: Surgical technique and complications. *Clin Ophthalmol*. 2017; 11:357-367.
5. Stringa F, Kastner A, et al. Postoperative complication in glaucoma surgery: Literature review-based recommendations to improve reporting consistency. *Br J Ophthalmol*. 2022. 106: 1696-1702
6. Migdal C, Thygesen J. Target Pressure is now an accepted part of standard glaucoma care. *European Glaucoma Society. Tip of the month*. Dec 2006. https://www.eugs.org/eng/tips_showtip.asp?id=2747
7. Selvan, Pujari, Kishan, et al. Trabeculectomy on Animal Eye Model for Resident Skill Training: The need of the Hour. *Curr Eye Res*. 2021; 46:78-82
8. Lee, Chiang, Shah. Pig eye trabeculectomy-a wet-lab teaching model. *Eye Lond*. 2006;20:32-7
9. Gedde, Vinod. Resident surgical training in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2016; 27:151-7



Humphrey Field Analyzer 3 de ZEISS

Para una mayor eficiencia clínica en el diagnóstico
y tratamiento del glaucoma



Con HFA3 los exámenes de campo visual son más rápidos y sencillos que nunca

Funcionamiento sencillo

- 1 La tecnología Liquid Trial Lens** reduce el tiempo de configuración cargando automáticamente la corrección refractiva de cada paciente a partir de los exámenes previos.
- 2 La alineación automatizada del ojo** centra el ojo del paciente en la lente de prueba y la ajusta al paciente durante el examen para obtener una configuración rápida y los mejores resultados.
- 3 Con la interfaz intuitiva SmartTouch** basta con seleccionar el nombre del paciente y pulsar el botón de inicio para comenzar con el examen.



Mejore el flujo de trabajo desde el examen del paciente hasta la revisión del informe



El nuevo software de evaluación proporciona un análisis exhaustivo y mejora el flujo de trabajo digital.

- **Acceda rápidamente** a los informes HFA en cada consulta.
- **Modifique los informes sobre la marcha** para incluir y excluir pruebas, restablecer las líneas de base y realizar un seguimiento de los exámenes.
- **Los informes visuales sencillos** facilitan una clara comunicación con el paciente, lo que puede ayudar a mejorar la adhesión al tratamiento por parte del paciente.

La sincronización de datos actualiza e integra automáticamente exámenes de pacientes desde cualquier HFA3 conectado. HFA-III transfiere los exámenes a HFA3, lo que le permite usar dispositivos HFA-III existentes para ampliar la capacidad de los exámenes.

Implante de Baerveldt para el Tratamiento de Glaucoma Infantil Refractario

García-Huerta María Magdalena*
Cortés-Osuna Sara Elena*
Prado-Larrea Carolina Fernanda*
Mora Fierro

Comentarios

Jair Giampani Junior

*Doutor em Ciências Médicas pela
Universidade de São Paulo (USP-SP), Brasil.
Chefe do Serviço de Oftalmologia da
Universidade Federal de Mato Grosso
(UFMT), Brasil.*

*Endereço para correspondência:
jairgiampanijr@gmail.com*

O glaucoma infantil representa um grupo heterogêneo de condições oculares caracterizadas pelo desenvolvimento de neuropatia óptica glaucomatosa, secundária à elevação da pressão ocular. Pode ser classificado como primário ou secundário e, este último, associado a condições sistêmicas ou causas externas.

Assim, tais condições incluem o glaucoma congênito primário e o juvenil, bem

como causas secundárias associadas a disgenesias do segmento anterior (como a síndrome de Axenfeld-Rieger, anomalia de Peters e aniridia). Dentre as principais doenças sistêmicas associadas, podemos citar a síndrome de Sturge-Weber, a neurofibromatose, as doenças inflamatórias e os tumores. As causas externas mais comuns são o uso de corticosteróides, os traumas oculares e após a cirurgia da catarata.

O tratamento do glaucoma infantil é, na maioria das vezes, cirúrgico, não sendo incomum a necessidade de múltiplos procedimentos, visando a redução da pressão ocular e a preservação da função visual.

Por acometer uma faixa etária precoce, traz profundos impactos sociais e psicológicos, tanto para os portadores como para pais e familiares.

Os implantes de drenagem fazem parte do arsenal cirúrgico destes casos, em especial quando cirurgias primárias como a trabeculotomia, goniotomia e trabeculectomia não lograram êxito.

O objetivo deste artigo foi descrever os resultados e a eficácia do implante Baerveldt® em pacientes pediátricos com glaucoma refratário.

Trata-se de um estudo descritivo, retrospectivo, transversal e observacional. Foram revisados os prontuários de pacientes pediátricos com glaucoma refratário, operados com implante Baerveldt®, no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2021, na Associação para Evitar a Cegueira no México. Todos os pacientes tiveram seguimento mínimo de 6 meses, sendo a redução da pressão ocular, do número de colírios e as eventuais complicações cirúrgicas os desfechos principais.

Foram incluídos 38 olhos de 28 pacientes com glaucoma infantil refratário, submetidos à colocação de implantes Baerveldt. A maioria era do sexo feminino (64,29%). A média de idade foi de $8,44 \pm 1,98$ anos (variando de 6 meses a 17 anos). A redução da pressão intraocular foi estatisticamente significativa, de uma média pré-cirúrgica de 30,11 mmHg para 13,87 mmHg aos 6 meses de acompanhamento (53,94%), e aos 12 meses uma redução de 52,74% (14,23 mmHg). A taxa de sucesso completo (PIO < 21 mm Hg sem uso de colírios) aos 6 meses de seguimento foi de 50% (19 olhos), de sucesso qualificado (PIO < 21 com colírios hipotensores) de 44,77% (17 olhos) e de insucesso 5,26% (2 olhos). Observou-se redução

significativa no número de colírios hipotensores a partir da sexta semana de pós-operatório, com um número médio de medicamentos de 2,52 na sexta semana, 1 medicamento aos 6 meses e 1,11 aos 12 meses.

As curvas de sobrevida mostraram índices de sucesso de 0,95, 0,93, 0,87 e 0,84 respectivamente aos 2, 4, 6 e 12 meses de seguimento.

As complicações pós-operatórias, a despeito das dificuldades técnicas envolvidas nestes olhos, foram baixas. Foram descritos um caso de câmara anterior rasa, dois reposicionamentos de tubo por toque endotelial e uma revisão para liberação de sutura de vycril por oclusão do lúmen. O tempo de seguimento de apenas 12 meses não permitiu, provavelmente, a observação de complicações caracteristicamente mais tardias dos implantes de drenagem, como a descompensação endotelial, o encapsulamento do prato, extrusão do implante e endoftalmite.

Este estudo apresenta algumas limitações. Trata-se de um trabalho retrospectivo, não randomizado, sem grupo controle, com tempo de seguimento limitado e amostra reduzida. Ademais, não são citados os

critérios utilizados para reintrodução de colírios hipotensores ou o número de cirurgiões participantes. Também não há relato das técnicas adotadas para mensuração da PIO, se foi utilizada ou não a sedação ou mesmo o modelo de tonômetro adotado. Sabemos que nesta faixa etária, a aferição correta da PIO sem sedação é muitas vezes um desafio, assim como as irregularidades corneais dos olhos buftálmicos tornam falha a tonometria de aplanção de Goldmann.

Todos estes aspectos, porém, não invalidam os achados deste trabalho. Sabemos que felizmente os casos de glaucoma infantil são menos comuns que os glaucomas do adulto. Assim, uma amostra como a deste estudo deve ser valorizada. Os índices de sucesso descritos são semelhantes aos já publicados. Tai e Song publicaram em 2014 estudo com 45 olhos portadores de glaucoma pediátrico submetidos a implante de Baerveldt, não controlados clinicamente, com ou sem cirurgia angular prévia. Os autores descreveram índice de sucesso de 86,7% com 12 e 24 meses de seguimento, corroborando o uso do implante de Baerveldt nestes pacientes.

Conforme mencionado pelos autores,

um maior tempo de seguimento da amostra poderá trazer ainda mais informações relevantes sobre o papel

do implante de Baerveldt em pacientes portadores de glaucoma infantil refratário.

INTRODUCCIÓN

El glaucoma sigue siendo una de las principales causas de ceguera irreversible en el mundo. El aumento de la presión intraocular (PIO) conduce a una tensión mecánica directa sobre las estructuras oculares; en la cabeza del nervio óptico produce interferencia con el transporte axonal y el flujo vascular que se traduce en daño celular que conduce a muerte de la célula ganglionar. La PIO es el único factor de riesgo modificable por lo que existen en la actualidad distintos métodos para disminuirla, como medicamentos hipotensores, procedimientos con láser y procedimientos quirúrgicos.¹⁻²

El manejo del glaucoma infantil, primario o secundario, es quirúrgico principalmente, debido a que la mayoría presenta anomalías

anatómicas relacionadas con la malla trabecular y el canal de Schlemm. El tratamiento médico generalmente es poco efectivo, y la mayoría de los medicamentos tienen efectos secundarios importantes, y severos en los pacientes pediátricos.²

Los implantes derivadores de humor acuoso han ido ganando popularidad entre los oftalmólogos, especialmente porque son una alternativa razonable cuando se trata de operar un paciente que tiene características clínicas que no lo hacen candidato para una trabeculectomía, cirugía angular o presenta un tipo de glaucoma de difícil control.

Los dispositivos de drenaje se clasifican en dos tipos: valvulados y no valvulados. El principal representante de los dispositivos valvulados

es el implante de Ahmed® y de los no valvulados es el implante de Baerveldt® (BGI por sus siglas en inglés). El BGI fue aprobado por la FDA en el año 1991, siendo de los primeros dispositivos de este tipo³. Funciona drenando el humor acuoso a través de un tubo de silicón no valvulado de 0,64 mm de diámetro externo y 0,30 mm de diámetro interno, pegado a una placa de 250 mm² o 350 mm² de superficie, sin sistema valvulado. El humor acuoso fluye desde la cámara anterior hasta el espacio encapsulado alrededor del dispositivo.

Las indicaciones para este dispositivo son: glaucomas de difícil control o refractarios, como el glaucoma uveítico, neovascular o de la afaquia, antecedente de un trabeculectomía fallida, entre otras.

La técnica quirúrgica es similar a la del implante de otros dispositivos con algunas variaciones específicas: se realiza una incisión conjuntival perilímbica, generalmente en el cuadrante temporal superior, se divulsiona la cápsula de Tenon hasta liberar el espacio que será ocupado por el implante. Se identifican y referencian los músculos rectos con la ayuda de ganchos de estrabismo, y se coloca el plato debajo del vientre muscular. Se fija el plato hacia la esclera con nylon 8/0 o 9/0 verificando que máximo se localicen a 9 o 10 mm del limbo, con puntos separados. Se liga el tubo con Vycryl 7-0 y se constata la impermeabilidad del mismo. Se realiza un túnel episcleral con una aguja 23G, hasta penetrar la cámara anterior, en un plano paralelo al eje del iris. Recortamos el tubo dos milímetros después del limbo anatómico y se corta de manera biselada para posterior introducirlo por el túnel. Se sutura la conjuntiva y Tenon por con puntos invertidos de vicryl 7/0 para tener una herida hermética.³

Las complicaciones reportadas después de la cirugía son hipotonía ocular, cámara plana, maculopatía hipotónica, desprendimiento coroideo seroso o hemorrágico, daño del endotelio, formación de catarata, endoftalmitis, oclusión o extrusión del tubo, entre los más importantes.²

La ventaja de este dispositivo es que, al ser de segunda generación, se requiere de un cuadrante para su implantación, tiene una mayor área para la difusión pasiva del humor acuoso, es flexible y esto permite una buena adaptación a la superficie del globo ocular, así como agujeros más alargados anteriormente para la fijación.

Uno de los primeros estudios que incluyó el IGB fue realizado por Netland et al., quienes evaluaron los resultados de la implantación de Molteno y BGI en 20 pacientes con glaucoma infantil refractario.⁴

El análisis retrospectivo de Budenz et al⁵, la tasa de éxito (PIO \leq 21 mmHg con o sin

medicamentos) tuvo del 85 % a los 6 meses de seguimiento, al 67 % a los 2 años de seguimiento y al 60 % a los 28 meses de seguimiento.⁵

En el estudio realizado por De Moura et al,⁶ con una tasa de éxito (PIO \leq 21 mmHg con o sin medicación) del 95 % a los 6 meses de seguimiento, del 90 % a los 12 meses de seguimiento y del 58 % a los 48 meses de seguimiento.⁶

Esfandiari et al,⁹ compararon los resultados entre implante válvula de Ahmed® (IVA) versus IGB en pacientes pediátricos con antecedente de cirugía de catarata. Recolectaron 28 ojos, 16 con IVA, 12 con IGB. La duración media entre la extracción de cataratas y el diagnóstico de glaucoma fue de 3.6 años. 3 pacientes (10.8%) estaban pseudofáquicos en el momento de la cirugía de glaucoma. Las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier indicaron una duración media del éxito de 42.8 meses en IVA y de 41.2 meses de BGI. El número de medicamentos para el glaucoma al inicio fue de 3.1 y posteriormente de 2.1.

MÉTODOS

Se trata de un estudio descriptivo, retrospectivo, transversal y observacional. Se revisaron los expedientes de pacientes pediátricos con glaucoma refractario, operados de implante de Baerveldt® en el período comprendido entre enero 2020 a diciembre 2021, en la Asociación Para Evitar la Ceguera en México. Todos los pacientes tuvieron un período mínimo de seguimiento de 6 meses. La agudeza visual prequirúrgica y postquirúrgica, así como el número de medicamentos prequirúrgica y postquirúrgica, presión intraocular y complicaciones fueron recolectados, en algunos casos como en pacientes muy pequeños en quienes era complejo obtener la agudeza visual se omitió este dato.

Evaluamos la tasa de éxito a 6 meses de seguimiento, considerando que es un tiempo razonable para determinarlo una vez que se degrada la sutura que oblitera el tubo del implante y se puede apreciar el

funcionamiento del mismo; utilizamos los criterios de éxito completo a los pacientes que alcancen una disminución de la PIO por debajo de 21mmHg sin necesidad de medicamento hipotensor. Éxito calificado a los pacientes que alcancen una disminución de la PIO por debajo de 21mmHg con uso de medicamento hipotensor. Falla a los pacientes que no alcancen una disminución de la PIO menor a 21 mmHg del uso de medicamentos hipotensores, PIO por debajo de 6mmHg, pacientes que requieran una segunda intervención quirúrgica por mal control de la PIO, Ptisis bulbi o pacientes que terminen en no percepción de Luz.

Se incluyeron todos los pacientes menores de 18 años operados de implante de Baerveldt con glaucoma de la infancia primarios o secundarios, de difícil control, con cualquier tipo de daño glaucomatoso con un seguimiento mínimo de 6 meses en el Servicio de Glaucoma.

Se obtuvieron datos clínicos mediante la revisión de los expedientes clínicos electrónicos. Las variables que se analizaron fueron recolectadas en un formato de Excel (SISTEMA SPSS v.25).

El análisis estadístico se realizó mediante pruebas no paramétricas para comparar las variables. Se realizó estadística descriptiva, presentando las variables con medidas de resumen de tendencia central y de dispersión para variables cuantitativas, y frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas. Se utilizó la prueba estadística de Friedman (para realizar la prueba de grupos de distribución libre relacionados). Para la tasa de supervivencia del implante se utilizó el método de Kaplan Meyer.

RESULTADOS

Se incluyeron 38 ojos de 28 pacientes, con glaucoma infantil refractario operados de implante de Baerveldt®. La mayoría fueron del sexo femenino, 18 (64.29%) y 10 (35.71%) masculino. Con una

edad promedio 8.44 años \pm 1.98 años. (rango 6 meses a 17 años). Las características demográficas y clínicas basales según grupo de estudio se detallan en la tabla 1.

La reducción de la presión intraocular fue estadísticamente significativa, obteniendo un basal prequirúrgico promedio de 30.11 mmHg, y una reducción del 53.9% a 6 meses de seguimiento (13.87 mmHg). A los 12 meses de seguimiento encontramos una reducción de 52.74% (14.23 mmHg).

Gráfico 1

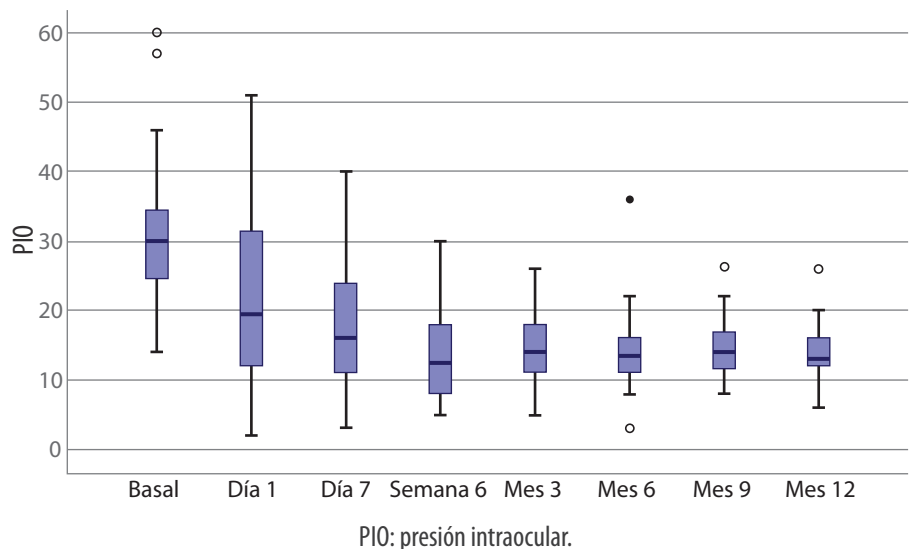
Se evaluó la tasa de éxito a 6 meses de seguimiento, donde encontramos éxito

Tabla 1. Características demográficas y clínicas basales de los casos (n=28 pacientes, n=38 ojos)

Variables		n= 28
Edad (años), Media \pm DE (rango)		8.44 \pm 1.98 (0.50-17)
Sexo, n (%)	Femenino	18 (64.29)
	Masculino	10 (35.71)
		n= 38
Diagnóstico, n (%)	GCP	16 (42.11)
	GJ	2 (21.8)
	GSU	5 (6.4)
	GSCC	5 (1.3)
	GST	2 (6.4)
	GSDSA	4
	GAESNA	1
Ojo operado, n (%)	Ojo derecho	17 (44.74)
	Ojo izquierdo	21 (55.26)
Agudeza visual prequirúrgica (logMar), Mediana (Rango)		1.34 (0.2 - 2.7)
Presión intraocular prequirúrgica (mmHg), Mediana (Rango)		30.11 (14 - 57)
N° medicamentos, Mediana (Rango)		3.66 (0-5)

Abreviaturas: GCP: Glaucoma congénito primario, GJ: Glaucoma juvenil, GSU: Glaucoma secundario a uveítis, GSCC: Glaucoma secundario a catarata congénita. GST: Glaucoma secundario a trauma, GSDSA: Glaucoma secundario a disgenesia de segmento anterior, GAESNA: Glaucoma asociado a enfermedades sistémicas no adquiridas, DE: desviación estándar, PIO: presión intraocular

Gráfico 1. Cambios en la presión intraocular a 12 meses de seguimiento



completo en el 50% (19 ojos), éxito calificado 44.77% (17 ojos) y falla en el 21.4% (6 ojos). [Gráfico 2]. Dos ojos que presentaron falla fue en el mismo paciente con diagnóstico de glaucoma secundario a uveítis y que seguía utilizando antiinflamatorio esteroideo tópico, tenía presiones intraoculares >21 mmHg con tratamiento tópico máximo (PIO de 22 y 36 mmHg). Los otros cuatro ojos (de 3 pacientes) fueron falla por la siguiente causa: uno tuvo ruptura de cápsula posterior transquirúrgica, posteriormente

desprendimiento de retina y evolucionó hacia ptisis bulbi. Otro paciente presentó escleritis en el sitio del dispositivo y por riesgo de blebitis se decidió retirar y un paciente con implante en ambos ojos dejó de acudir a sus citas y estas fallas se consideran como muertes en el análisis de Kaplan-Meier.

Se observó una reducción estadísticamente significativa de el número de medicamentos hipotensores a partir de la sexta semana postoperatoria. Obteniendo una media de fármacos de 3.66 (r= de 0 a 5), a la sexta

semana de 2.52 (r= 0 a 4), a los 6 meses de 1 (r= 0 a 4), a los 12 meses 1.11 (r= de 0 a 3) [Gráfico 2].

La tasa de supervivencia se evaluó con el método de Kaplan – Meier [Gráfico 3]. reveló una probabilidad acumulada media general de éxito de 0,95 (IC del 95 %: 0,87 a 1,00) a los 2 meses y 0,93 (IC del 95 %: 0,78 a 0,97) a los 4 meses. Después de 6 meses, la probabilidad acumulada media de éxito disminuyó a 0,87 (IC del 95 %: 0, 73 a 0,94), a partir de los 7 a los 12 meses a 0,84 (IC del 95 %: 0,63 a 0,90).

Gráfico 2. Cambios en el número de hipotensores a 12 meses de seguimiento

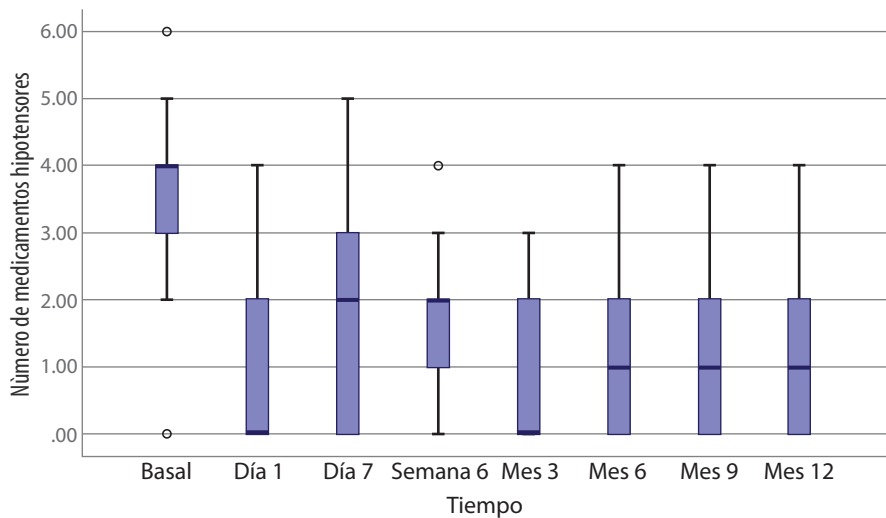
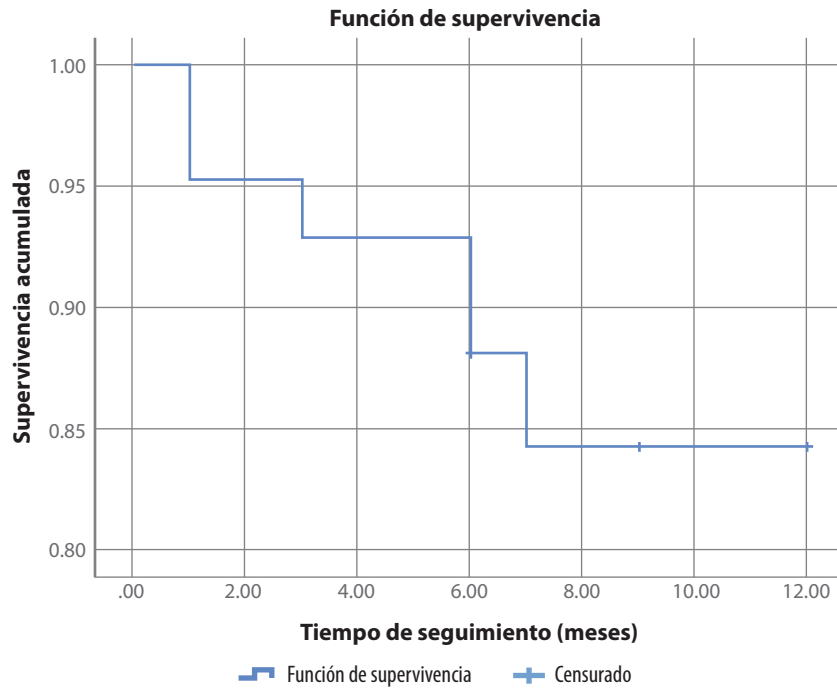


Gráfico 3. Función de supervivencia a 12 meses de implante de Baerveldt



Dentro de las complicaciones que presentamos se incluyen: un paciente con cámara plana el primer día postoperatorio que se resolvió de manera conservadora, dos pacientes requirieron recolocación de la posición de los tubos por toque al endotelio corneal y una revisión prematura y liberación de la sutura que obliteraba el tubo de otro paciente por hipertensión severa y persistente que además se relacionó con la presencia de un fragmento de triamcinolona en las fenestraciones del mismo.

DISCUSIÓN

El manejo del glaucoma pediátrico es quirúrgico en la mayoría de los casos. La complejidad de los casos y la larga evolución de la enfermedad está fuertemente relacionada con la necesidad de efectuar más de un procedimiento quirúrgico a lo largo de la vida de los pacientes de forma que varios casos pueden convertirse en glaucomas considerados como de difícil control o refractarios.

Nuestras probabilidades acumuladas medias de

éxito a los 2, 4 y 6 meses fueron de 95%, 93% y 87% respectivamente. A los 12 meses de seguimiento fue de 84%. Beck et al¹⁰ encontraron probabilidades acumuladas de éxito a los 12 meses del 87 % para el grupo de derivación del humor acuoso, comparado contra trabeculectomía con el 53%. Van Overdam et al⁷ obtuvieron probabilidades acumuladas medias de éxito a los 12, 24 y 36 meses del 94 %, 94 % y 85 % respectivamente. En nuestro estudio se aprecia disminución significativa en la curva de análisis de supervivencia de Kaplan-Meier; y creemos

que la razón que explica este comportamiento está relacionada con la pérdida de datos por expedientes incompletos y en otros casos relacionado a falla por las razones previamente expuestas. Así mismo consideramos que al tener un seguimiento mayor podremos apreciar mejor el comportamiento de nuestros pacientes. Estudios previos sugieren que un seguimiento más largo casi siempre conduce a disminución del éxito quirúrgico, independientemente del procedimiento quirúrgico (implante de glaucoma, trabeculectomía o cicloablación).

La tasa de complicaciones en nuestro estudio fue baja, con 4 ojos (10.5%). Una cámara plana el primer día postoperatorio. Dos recolocaciones de tubo por toque endotelial y una revisión de tubo y liberación de sutura de vyrcril por oclusión de lumen con triamcinolona. En el estudio de Van Overdam⁷ las complicaciones más frecuentes fueron

relacionadas a la posición del tubo (20%). Otros estudios informaron de 6.5 a 39.1 % de complicaciones relacionadas con la posición del tubo.^{5,6,10} Los cambios en la esclera, que suele ser delgada y elástica en los ojos buftálmicos puede predisponer a migración, retracción o dirección anterior del tubo en la cámara anterior lo que predispone a daño endotelial corneal, por lo que en estos pacientes hay que poner mayor énfasis en la posición del mismo durante el acto quirúrgico. Los reportes de hipotonía y/o cámara plana en pacientes pediátricos varía del 0 al 57 % después de un implante Baerveldt.⁴⁻⁵⁻⁶⁻¹⁰⁻¹¹⁻¹²

En nuestros pacientes no se detectó cámara plana al momento de la apertura del tubo y postulamos que está altamente relacionado a la técnica quirúrgica; puesto que al obliterar completamente el flujo de la cámara anterior hacia el reservorio permite la formación limitada del tamaño de la zona de filtración, lo que a su vez ofrece la ventaja de tener un área controlada para evitar este tipo de complicación.

Rai et al⁸, en el año 2017 compararon la cirugía combinada de catarata con implante de Ahmed® versus implante de Baerveldt; los resultados fueron similares en cuanto a complicaciones, PIO o medicamentos antiglaucomatosos requeridos como adyuvantes. Reportaron que el implante de Baerveldt fue seleccionado en aquellos casos mayor riesgo de falla y tuvieron una menor tasa de fracaso, aunque requirieron un mayor número de intervenciones menores, la mayoría de las cuales se pudieron realizar en la lámpara de hendidura.⁸

En el 50% de nuestros pacientes no se requirió de tratamiento hipotensor adicional para el control de la PIO al menos hasta la última visita de seguimiento. Los porcentajes previamente reportados en otros estudios publicados de pacientes sin tratamientos hipotensores en el último seguimiento varían del 17 % al 53 %.^{4,11,12,13} En junio del 2020, Abdelrahman y VanderVeen hicieron una revisión sistémica de los diferentes dispositivos de

drenaje, usados en glaucomas de la infancia, resultando el Implante de Baerveldt especialmente exitoso en casos refractarios avanzados y glaucomas secundarios.² Algo que ocurre de manera similar en nuestro estudio.

CONCLUSIÓN

La principal debilidad de éste estudio es que requiere un seguimiento más largo que nos permita conocer mejor el comportamiento en el control de este tipo de glaucomas y la inclusión de un número mayor de pacientes. Sin

embargo, durante el período de seguimiento de nuestros pacientes hemos encontrado que el implante de Baerveldt puede ser una estrategia quirúrgica segura y efectiva en el tratamiento de glaucomas refractarios o de difícil control en pacientes pediátricos.

REFERENCES

1. Nichani P, Popovic MM, Schlenker MB, Park J, Ahmed IK. Micro-Invasive Glaucoma Surgery: A Review of 3476 Eyes. *Surv. Ophthalmol.* 1–29 (2020).
2. Elhusseiny AM, VanderVeen DK. Outcomes of Glaucoma Drainage Devices in Childhood Glaucoma. *Semin Ophthalmol.* 2020 Apr 2;35(3):194-204.
3. Lloyd MA, Baerveldt G, Heuer DK, Minckler DS, Martone JF. Initial clinical experience with the baerveldt implant in complicated glaucomas. *Ophthalmology.* 1994 Apr;101(4):640-50.
4. Netland PA, Walton DS. Glaucoma drainage implants in pediatric patients. *Ophthalmic Surg.* 1993;24:723–729.
5. Budenz DL, Gedde SJ, Brandt JD, Kira D, Feuer W, Larson E. Baerveldt glaucoma implant in the management of refractory childhood glaucomas. *Ophthalmology.* 2004;111(12):2204–2210. doi:10.1016/j.ophtha.2004.05.017.
6. Rolim de Moura C, Fraser-Bell S, Stout A, Labree L, Nilfors M, Varma R. Experience with the baerveldt glaucoma implant in the management of pediatric glaucoma. *Am J Ophthalmol.* 2005;139 (5):847–854. doi:10.1016/j.ajo.2004.12.028.
7. van Overdam KA, de Faber JT, Lemij HG, de Waard PW. Baerveldt glaucoma implant in paediatric patients. *Br J Ophthalmol.* 2006 Mar;90(3):328-32. doi: 10.1136/bjo.2005.078832. PMID: 16488956; PMCID: PMC1856948.
8. Rai AS, Shoham-Hazon N, Christakis PG, Rai AS, Ahmed IK. Comparison of the Ahmed and Baerveldt glaucoma shunts with combined cataract extraction. *Can J Ophthalmol.* 2018 Apr;53(2):124-130. doi: 10.1016/j.jcjo.2017.08.017. Epub 2017 Nov 27. PMID: 29631822.
9. Esfandiari H, Kurup SP, Torkian P, Mets MB, Rahmani B, Tanna AP. Long-term Clinical Outcomes of Ahmed and Baerveldt Drainage Device Surgery for Pediatric Glaucoma Following Cataract Surgery. *J Glaucoma.* 2019 Oct;28(10):865-870. doi: 10.1097/IJG.0000000000001335. PMID: 31368916.
10. Beck AD, Freedman S, Kammer J, et al. Aqueous shunt devices compared with trabeculectomy with mitomycin-C for children in the first two years of life. *Am J Ophthalmol* 2003;136:994–1000.
11. Donahue SP, Keech RV, Munden P, et al. Baerveldt implant surgery in the treatment of advanced childhood glaucoma. *J AAPOS* 1997;1:41–5.
12. Fellenbaum PS, Sidoti PA, Heuer DK, et al. Experience with the Baerveldt implant in young patients with complicated glaucomas. *J Glaucoma* 1994;4:91–97.
13. Morad Y, Donaldson CE, Kim YM, et al. The Ahmed drainage implant in the treatment of pediatric glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2003;135:821–9.

Captar los detalles gracias a una óptica brillante



ZEISS SL 800

www.zeiss.com/sl800



Seeing beyond

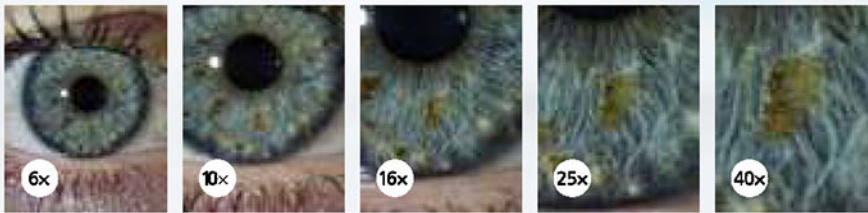
Lámpara de hendidura ZEISS SL 800

Calidad óptica de primera categoría con un elevado nivel de confort

La SL 800 de ZEISS pone de manifiesto detalles útiles para el diagnóstico y optimiza el flujo de trabajo gracias a la óptica de ZEISS perfectamente equilibrada, a una amplia gama de opciones de iluminación y a un diseño intuitivo de manejo realmente sencillo. Además, el concepto modular y la amplia variedad de componentes y accesorios opcionales se adaptan a sus necesidades personales en cualquier momento.

Una óptica de nivel superior que proporciona una imagen de calidad y alta definición

Las lentes ZEISS son más grandes, por lo que permiten que pase más luz. En combinación con el recubrimiento antirreflectante proporcionan una imagen de alta definición con colores reales y un marcado contraste, incluso con un superaumento de 40x. Además, la optimización apocromática reduce en gran medida las aberraciones cromática y esférica, favoreciendo la visualización de detalles estructurales.



Los aumentos progresivos ponen de manifiesto las estructuras detalladas.

Un diseño innovador para el operador que permite enfocar mejor a los pacientes

El nuevo AutoView permite cambiar de aumento con facilidad gracias al mecanismo motorizado con dos botones. El freno electrónico QuickStop es opcional y también se activa sin necesidad de soltar la palanca de mando. El modo stand-by inteligente EcoMode ahorra energía al apagar automáticamente el dispositivo cuando no se utiliza, y la lámpara de hendidura se enciende de nuevo con solo tocar la palanca de mando. En resumen, la SL 800 es la nueva generación de lámparas de hendidura de ZEISS y proporciona un rendimiento demostrado con un diseño moderno.



AutoView y QuickStop están cómodamente situados junto a la palanca de mando.



Descentrar la hendidura es muy cómodo, ya que basta con recolocar la base del espejo.

Óptica TrueView

Las lentes apocromáticas ZEISS con recubrimiento antirreflectante proporcionan colores reales con un marcado contraste.

AutoView

Un botón convexo y otro cóncavo situados junto a la palanca de mando permiten cambiar de aumento con facilidad.





VarioLight

La fuente de luz LED dispone de un filtro halógeno que proporciona las ventajas de ambos tipos de iluminación.

Amplia variedad de opciones de iluminación y filtros

La característica VarioLight permite seleccionar la luz que prefiera para el reconocimiento: blanca fría o blanca cálida. Esto le permite obtener una imagen más nítida y clara, así como una impresión más natural del fondo de ojo. En combinación con el difusor y los filtros opcionales integrados le dota de un equipo versátil para observar los segmentos anterior y posterior.¹

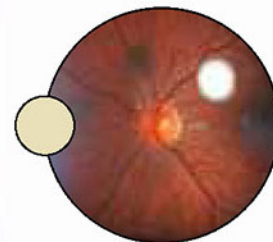
VarioLight blanca fría

Una iluminación levemente azulada facilita la dispersión y ayuda a identificar irregularidades en el segmento anterior.



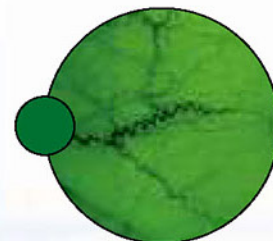
VarioLight blanca cálida

La temperatura de color cálida, similar a la del halógeno, permite una impresión más natural del fondo de ojo.



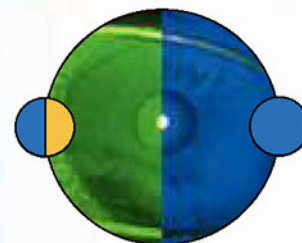
Filtro verde ("sin tonos rojos")

Las características rediseñadas de este filtro proporcionan una imagen sin tonos rojos y con un marcado contraste, con el fin de mejorar la visualización de los vasos sanguíneos.



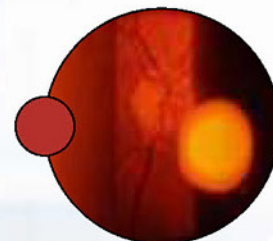
Filtro azul

En combinación con el filtro amarillo (opcional) proporciona un mejor contraste durante el análisis de fluorescencia, lo cual permite visualizar los defectos corneales y ajustar la colocación de lentes de contacto.



Filtro rojo

Para observar las diferentes capas de la retina.



¹ Requiere un equipo opcional.



Glaucoma Staging Application: a Visual Field Analyzer Application for Automated Classification of Glaucoma Severity

Renato Antunes Schiave Germano, MD¹

Carlos Gustavo de Moraes, MD, MPH²

Remo Susanna Junior, MD¹

Daniel Oliveira Dantas, PhD³

Edson dos Santos Neto, MD¹

¹Department of Ophthalmology, University of Sao Paulo School of Medicine. Sao Paulo, SP, Brazil

²Department of Ophthalmology, Columbia University Medical Center, New York, NY, USA

³Department of Computer Science, Federal University of Sergipe (UFS), Brazil

Disclosures: The authors have no financial interests related to the content of this manuscript.

Support: University of Sao Paulo Department of Ophthalmology Research Fund (RAG; RSJ) and Research to Prevent Blindness, New York, NY (CGM).

Comments

Dr. Marcelo Hatanaka

Professor Orientador da Pós-Graduação

Departamento de Oftalmologia do HC-FMUSP

In this article, Dr. Renato Germano describes the Glaucoma Staging Application (GSA), a software to be used in association with the Humphrey Field Analyzer (HFA, Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, CA). This application uses the University of Sao Paulo Glaucoma Visual

Field Staging System (USP-GVFSS) criteria to automatically classify each visual field (VF) exported from the Field Analyzer hard disk.

The USP-GVFSS classifies VF tests not only based on Mean Deviation (MD) or Visual Field Index (VFI) values, as in most conventional staging systems. Differently, this method considers the severity of VF loss (based on VFI), the location of the defect, and the extension of topographic damage by hemifields.

As soon as the GSA application is launched, the computer starts scanning all the stored VF tests, to automatically generate and save the USP-GVFSS classification for

each test. To validate this software, Dr. Renato Germano exported a dataset of 612 VF tests from 32 patients which were processed by the application. It took about 20 seconds for the computer to complete the task, with 100% repeatability (a retest was performed one week later) and 100% agreement with the manual classification of each test, performed by one of the investigators.

The authors conclude that the GSA software may be used to automatically classify multiple tests of Humphrey perimetry. It may also locate patients with specific VF classification criteria, therefore being useful for both clinicians and researchers.

INTRODUCTION

Glaucoma is an optic neuropathy characterized by progressive loss of retinal ganglion cells (RGCs)¹. Structural changes can be accompanied by functional loss, which may lead to a decrease in patients' vision-related quality of life². Staging the severity of glaucomatous damage is essential for the appropriate medical management of the disease, and for estimating future

outcomes. It is expected that a patient with advanced glaucomatous damage may need to be treated more aggressively than a patient with mild damage. Moreover, staging systems can be used to monitor disease progression over time and to evaluate treatment efficacy. In addition, they can be used to record and store clinical data electronically in a simplified and objective format and to provide a more standard

communication for both clinical and research purposes. Finally, the classification of different patterns of visual field loss can help estimate the likelihood and rate of progression for each type of visual field damage.

Glaucomatous damage can be quantified using structural or functional measures of loss, or a combination of the two. For instance, it is possible to diagnose and stage glaucoma

using clinical parameters of structural change before functional loss is detected. Recently, Kuang et al³ showed that the assessment of retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness with optical coherence tomography (OCT) was able to detect glaucomatous damage before the appearance of visual field defects on standard automated perimetry (SAP). Nevertheless, the most commonly used method to stage glaucoma severity is SAP, which is the benchmark for testing visual function in glaucoma and has been used to define endpoints in the major randomized clinical trials⁴⁻⁷. SAP visual field defects have been shown to be associated with RGC loss⁸ and functional loss detected with SAP has a significant, quantitative relationship with structural change in the optic disc⁹, RNFL¹⁰, and RGC layer thickness¹¹. Upon initial patient evaluation, SAP can be used to detect and quantify visual field damage, and during follow-up it can be used as an aid to evaluate functional progression.

Numerous parameters have been used for clinical staging of SAP visual field loss, such as the number and depth of abnormal test locations, mean deviation (MD), and the visual field index (VFI), in the case of the Humphrey Field Analyzer (HFA, Carl Zeiss Meditec, Inc., Dublin, CA). Several different classification systems have been proposed^{6,12-15} but none has yet obtained widespread acceptance. Some of the reasons are the need of mathematical calculations, time-consuming analyses and procedures, in addition to some degree of subjective interpretation. For example, the Hodapp-Parrish-Anderson¹² is one of the most commonly used staging systems in clinical studies. It is a clinically useful method, however, one of the disadvantages of this system is that the three-stage subdivision is too simplified, and make it inappropriate for a fine topographical categorization of visual field defects. Also it requires an accurate and time-consuming analysis of the visual fields¹⁶.

The University of São Paulo Glaucoma Visual Field Staging System (USP-GVFSS)¹⁷ is among the first staging systems to include both qualitative and quantitative characteristics of the visual field. The USP-GVFSS has been reported to be reproducible, easily comprehensible, and includes a description of severity, pattern, and hemifield involvement¹⁷. The Glaucoma Staging Application (GSA) is an experimental application created based upon the USP-GVFSS and can be easily connected to Humphrey perimeters to provide an automated, quick, and objective classification of visual field severity with the location and extension of the defect.

The present study aims to (i) describe a new application for automated classification of visual field severity using the USP-GSS, and (ii) test and validate its performance in staging glaucomatous visual field defects.

MATERIALS AND METHODS

The Modified University of São Paulo Glaucoma Visual Field Staging System (mUSP-GVFSS):

Visual field defects were defined if any of the two following criteria were met: a) Presence of a cluster of three or more non-edge test points (i.e.: excluding the outer-most test locations) located in parts of the field where glaucomatous defects typically occur, all depressed on the pattern deviation (PD) plot at $p < 5\%$, with at least one of those points depressed at $p < 1\%$; or b) at least one non-edge point on the PD plot that is significantly depressed at $p < 0.5\%$ ¹⁷.

The Modified USP-GVFSS (mUSP-GVFSS) classification approach consists of three sections separated by slashes, such as in the following format: A / B / C. Section A describes the severity based upon the Visual Field Index (VFI); section B determines the location of the defect based upon the eccentricity in degrees; and section C displays the topographic

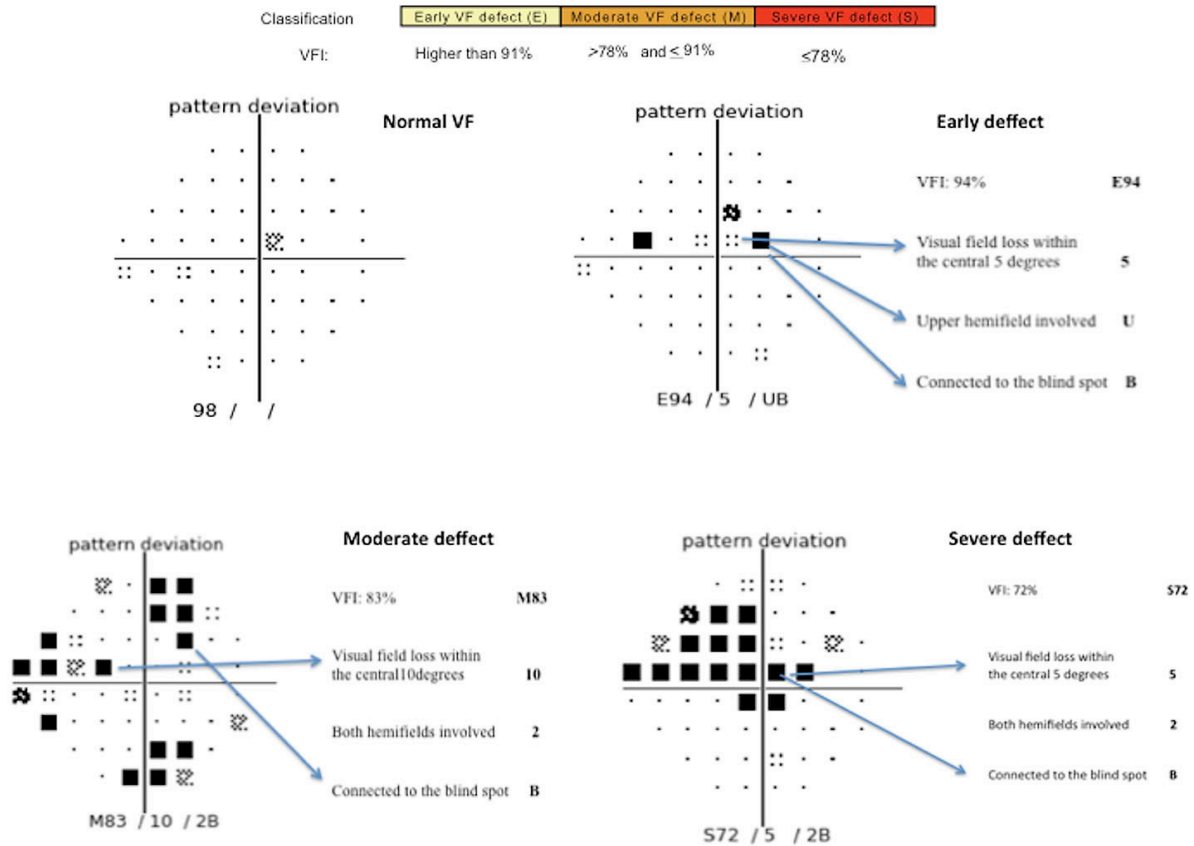
extent of damage based upon the hemifield involved and the connection to the blind spot. A PD plot with two or more adjacent points, all of which depressed at $p < 5\%$, with at least one of those points depressed at $p < 1\%$, or one non-edge point on the pattern deviation plot depressed at $p < 0.5\%$ are used to determine the location and number of hemifields involved. Test points adjacent to the blind spot are only considered abnormal if they are statistically significant at the $p < 0.5\%$ on the pattern deviation plot.

The VFI is a parameter recently introduced to the HFA¹⁸ and aids in the determination of severity of the USP staging method. The VFI is less affected by media opacity (such as cataract) than the MD and takes into consideration the presence of damage in the probability map of the PD plots to help identify local damage¹⁸. The USP-GVFSS classifies a visual field result as “Early” (designated as **E**) when VFI values are better than 91%; “Moderate” (**M**) when better

than 78% but equal or worse than 91%; and “Severe” (**S**) when equal or worse than 78% (Figure 1)¹⁷.

Location is defined based upon 3 categories: visual field defects within 5 degrees of fixation (designated by the number **5**); defects within the central 10 degrees but outside the central 5 degrees (designated as **10**); defects outside the central 10 degrees (designated as 10+). The continuity with the blind spot is based upon test locations depressed at $p < 0.5\%$ on the PD plot and is designated as **A** if the scotoma does not connect to the blind spot, or **B**, if it does. Hemifield involvement is designated as **U** (upper), **L** (lower) or **2** (both), depending on which hemifield is involved (Figures 1 and 2). If there are no significant abnormalities in the visual field, the application defaults the severity, location, number of hemifields and relationship with the blind spot to “blank” spaces (**Figure 1**).

Figure 1: Examples of normal VF, early, moderate and severe visual field loss using the Modified University of São Paulo Glaucoma Visual Field Staging System (USP-GVFSS). On the normal VF, note that there are no significant clusters on the pattern deviation plot, therefore the application defaults to the blank spaces.



The Glaucoma Staging Application (GSA):

The GSA consists of:

1 - The interface:

The application's main screen has a simple interface with three panels:

- List of patients, including name, ID and date of birth.
- List of tests performed by the selected patient and their classification (as defined above)
- Bottom panel, which gives

access to the application features described further.

The main analytic features are related to search and visualization. A USP indicator range is a set of severities, locations, hemifields, connection to the blind spot, and VFI range. With the search and visualization features it is possible to:

- View all the tests results of a patient as a time series of VFI results, one for each eye

when applicable (analogous to that displayed in the GPA, Carl Zeiss Meditec, Inc). For each eye's time series, a straight line is fitted based on the Minimum Mean Square Error (MMSE) (**Figure 2**).

- Overview of each eye's test results. The interface shows a sequence of PD plots based upon pre-specified search criteria for a given patient and eye.

The application allows searching patients by ID, name, or date of birth, time and dates of follow-up exams, VFI, stage of the disease, location, and extent of the defect.

The application also allows choosing a USP classification range for any category and severity and searches all the patients matching that range. It is possible to export the list of patients found to a CSV file.

2 - The database:

The database has two tables:

- Person: stores the ID, name and date of birth of each patient.
- Test: stores all the test results of each patient. Each table record stores left and right eyes' visual field results taken on the same day. A table record is composed by the test date, patient ID and, for each eye, the respective USP classification, VFI value, PD plot, total deviation (TD) plot, number of false negatives, false positives, fixation trials and fixation errors.

3 - Data import:

The data import process starts with exporting all the files from the Field Analyzer into a computer's hard disk. About 530.000 DICOM files were processed in this work. DICOM files store all the visual field information and the following data: patient's name, sex, date of birth, test date, eye side, VFI, fixation trials and errors, TD and PD probabilities. The visual fields captured are then stored in a CSV file, which is imported to a temporary table in an SQL database. The next step is to find left and right eye tests taken on the same day and store them together in a record inside the test table. Then, a list of unique patients is extracted and stored in a table. In the end of the process, two tables are displayed: one with tests results and one with patients data.

4 - Staging algorithm:

The USP staging algorithm uses the same definition of a significant perimetric defect as the Hodapp-Parrish-Anderson system¹². Please refer to the definition above.

For the definition of adjacency we used the so-called '8-adjacency'¹⁹. It considers as adjacent points those above, below, diagonal, and on both sides. Hence, a test location can have at most eight adjacent points.

Data Analyses:

Patients included in this study were selected from the database of Humphrey perimeters of the Glaucoma Service of the Department of Ophthalmology of the University of Sao Paulo. We included all test results from patients diagnosed at the time of their initial visual fields as glaucomatous, ocular hypertension, and glaucoma suspects. Of note, the application is functional only with data from the 24-2 SITA-Standard algorithm.

To restrict the number of tests analyzed, we used the aforementioned tools to search for all the patients meeting pre-specified criteria. We selected four groups of visual field results to test the ability of the UGSA to correct classify visual field defects based upon the mUSP-GSS:

1- S₅/2B (Severe with damage within 5 degrees affecting both hemifields and connected to the blind spot); 2- M₁₀/UA (Moderate with damage within 10 degrees affecting superior hemifield and not connected to the blind spot); 3- E₁₀+/LA (Early with damage outside 10 degrees affecting inferior hemifield and not connected to the blind spot); 4- “___/___/___” (for those with no visual field defect). These 4 categories were chosen due to their differences in location and severity and extension as well as the fact that they reflect common presentations of visual field defects in clinical practice. We analyzed 612 visual fields of 32 patients with the application. The first eight consecutive patients from each of the 4 groups displayed by the application

were selected, totalizing 32 patients.

One experienced ophthalmologist (RASG), who was masked from the results of the application, analyzed all 612 visual fields individually and then compared with the output of the GSA. The VFI, modified USP-GVFSS classification, and PD plots were analyzed and, in order to consider that the classification

provided by the application was correct, the results from the analysis by the glaucoma expert had to be exactly the same as the output of the GSA. In cases of disagreement, the visual field result was reassessed to find whether source of the mistake was the expert or the software.

RESULTS

Table 1 shows demographic data and **Table 2** shows

Table 1. Demographic characteristics:

Number of patients/ percentage	32
Number of visual fields	612
Visual fields/person	19.12 ± 4.14
Sex	20 Female (62.50%) 12 Male (37.50%)
Mean Age	71.18 ± 14.76 years
Mean follow-up duration	8.72 ± 3.63 years

Table 2. Results of the automated classification system:

A- Visual field severity

B. Hemifield involvement

C. Connection to the blind spot

D. Location of the defects

	Number and % of visual fields
Early (VFI > 91)	178 (29.08%)
Moderate (78 < VFI ≤ 91)	148 (24.18%)
Severe (VFI ≤ 78)	156 (25.49%)
Blank	130 (21.24%)

specific characteristics of the analyzed visual fields. 612 visual fields of 64 eyes from 32 patients were analyzed. The mean age at the time of the study (2016) was 71.18 ± 14.76 years (range 33-94).

The application classified all 612 visual fields exactly the same way as the expert grader. Out of 612 visual fields analyzed, 178 (29%) corresponded to early damage, 148 (24%) to moderate damage, and 156 (25%) to severe damage. 130 (21%) did not present any significant damage. **Tables 2.A, 2.B, 2.C and 2.D** show that some visual fields did not present any significant damage based upon our classification system and in these cases the application shows blank spaces in the output.

After the search button is pressed, the application takes approximately 20 seconds to show the results of any given search criteria. It

also takes the same amount of time to display a patient's entire series of exams (depending, of course, of how many tests the patient underwent).

DISCUSSION

Numerous SAP staging systems have been proposed^{6, 12-15, 20, 21}. The most common criteria used to stage glaucoma is the HPA system¹². This method is based upon 2 criteria: (i) the overall extent of damage, which is calculated based on the MD value and the number of defective points on the Statpac-2

pattern deviation probability map; and (ii) the proximity to fixation. The visual field result is then classified into 3 stages: early, moderate, or severe (**Table 3**). However, a more detailed description of the location of damage is not provided.

Mills and co-workers²⁰ later modified the HPA criteria to establish the Bascom Palmer Glaucoma Staging System (GSS), which classifies defects into six stages. It is a conventional system that considers both general visual field defects and local

Table 3: Hoddap-Parrish-Anderson criteria of visual field severity in glaucoma.

Criteria for early defect:

- Mean deviation no worse than -6 dB on pattern deviation plot;
- $<25\%$ of points depressed below the 5% level and $<15\%$ of points depressed below the 1% level;
- no point within central 5° with sensitivity <15 dB.

Criteria for moderate defect:

- Mean deviation worse than -6 dB but no worse than -12 dB on pattern deviation plot;
- $<50\%$ of points depressed below the 5% level and $<25\%$ of points depressed below the 1% level;
- no point within central 5° with sensitivity < 0 dB;
- only 1 hemifield containing a point with sensitivity <15 dB within 5° of fixation.

Criteria for severe defect:

- Mean deviation worse than -12 dB On pattern deviation plot,
- $>50\%$ of points depressed below the 5% level or $>25\%$ of points depressed below the 1% level;
- any point within central 5° with sensitivity ≤ 0 dB;
- both hemifields containing point(s) with sensitivity <15 dB within 5° of fixation.

defects near fixation, using both the MD and central retinal sensitivity. However, the usefulness of this system on practice is also time-consuming given multiple criteria and decision rules. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS)⁶ and the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study (CIGTS)²¹ also proposed their own glaucoma staging systems for classifying glaucoma based on visual field scores. Although these scoring systems can be used effectively to evaluate study or treatment outcomes, their application in clinical practice is challenging since they require complicated calculations and following lengthy decision rules.

Brusini's Glaucoma Staging System²² is based on global SAP indices, namely the MD and PSD (and corresponding metrics for the Octopus perimeter). Brusini and co-workers used these indices to obtain information not only related to the severity of the defects, but also regarding the type of damage. The method is useful for staging damage

severity, for separating the different components of visual field loss (generalized, localized, and mixed) and for monitoring progression over time. The lines that separate the different stages were mathematically determined and the system is comparable with the AGIS and HPA methods^{6,12}.

The wide range of visual field severity classified by the application illustrates the capacity of the GSA to identify different types of glaucomatous visual field defects. The development of the GSA allows analysis of multiple consecutive visual fields of all patient data stored in a Humphrey perimeter though limited to the 24-2 SITA algorithm. We are currently working to extending its capabilities to 10-2 visual fields given the recent importance assigned to this test recently in patients with early macular damage²³. Reassured, it is the only classification that gives the location and extent of the visual field defect. It also allows studying the longitudinal changes of

specific patterns of visual field loss, such as nasal steps, superior, inferior or arcuate defects. Establishing the rate and risk of progression for each subtype of glaucomatous visual field loss may help with the management of glaucoma, as it may provide a more objective prognosis and help tailor treatment on a more individualized fashion.

The purpose of this paper was to describe a technique, and its practical applications. In this sense, our study is a proof-of-concept that, if accepted by clinicians and researchers, could become a useful tool to objectively analyze visual fields. It is our intent to make this application widely available so it can be translated into practical usefulness in clinical and research settings. In future studies, we plan to assess the validity of this application while investigating risk factors and treatment effects on rates of glaucomatous visual field progression.

REFERENCES

1. Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic Evaluation of the Optic Nerve Head. *Surv Ophthalmol* 1999;43(4):293-320.
2. Gutierrez P, Wilson MR, Johnson C, et al. Influence of glaucomatous visual field loss on health-related quality of life. *Arch Ophthalmol* 1997;115(6):777-84.
3. Kuang TM, Zhang C, Zangwill LM, et al. Estimating the Lead Time Gained by Optical Coherence Tomography in Detecting Glaucoma before Development of Visual Field Defects. *Ophthalmology* 2015;122(10):2002-2009.
4. Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, et al; Early Manifest Glaucoma Trial Group. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol* 2002;120(10):1268-1279.
5. Gillespie BW, Musch DC, Guire KE, et al; CIGTS (Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study) Study Group. The collaborative initial glaucoma treatment study: baseline visual field and test-retest variability. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44(6):2613-2620.
6. The AGIS Investigators. Advanced glaucoma intervention study 2. Visual field test scoring and reliability. *Ophthalmology* 1994;101(8):1445-1455.
7. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. Comparison of glaucomatous progression between untreated patients with normal-tension glaucoma and patients with therapeutically reduced intraocular pressures. *Am J Ophthalmol* 1998;126(4):487-497.
8. Harwerth RS, Wheat JL, Fredette MJ, et al. Linking structure and function in glaucoma. *Progress in Retinal and Eye Research* 2010;29(4),249–271.
9. Garway-Heath DF, Poinoosawmy D, Fitzke FW, et al. Mapping the visual field to the optic disc in normal tension glaucoma eyes. *Ophthalmology* 2000;107(10):1809-15.
10. Harwerth RS, Vilupuru AS, Rangaswamy NV, et al. The relationship between nerve fiber layer and perimetry measurements. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48(2):763–773
11. Harwerth RS, Carter-Dawson L, Smith EL, et al. Scaling the structure–function relationship for clinical perimetry. *Acta Ophthalmol Scand* 2005;83(4):448–455.
12. Hodapp E, Parrish RK II, Anderson DR. *Clinical decisions in glaucoma*. CV Mosby: St. Louis; 1993:52-61
13. Gandolfo E. Functional quantification of the visual field: a new scoring method. *Doc Ophthalmol Proc Ser* 1987;49:537-540.
14. Brusini P. Clinical use of a new method for visual field damage classification in glaucoma. *Eur J Ophthalmol* 1996;6(4):402-407.
15. Shin YS, Suzumura H, Furuno F, et al. Classification of glaucomatous visual field defects using the Humphrey Field Analyzer box plots. In: Mills RP, Heijl A (eds). *Perimetry Update 1990/91*. Kugler Publ: Amsterdam, New York;1991:235-243.
16. Brusini P, Johnson CA. Staging functional damage in glaucoma: review of different classification methods. *Surv Ophthalmol* 2007;52(2):156-79.
17. Susanna R Jr, Vessani RM. Staging glaucoma patient: why and how? *Open Ophthalmol J* 2009;17(3):59-64.
18. Bengtsson B, Heijl A. A visual field index for calculation of glaucoma rate of progression. *Am J Ophthalmol* 2008;145(2):343-353.
19. Gonzalez, RC, Woods, RE. *Digital Image Processing*, 3rd Edition, Prentice-Hall, Inc. 2002.
20. Mills RP, Budenz DL, Lee PP, et al. Categorizing the stage of glaucoma from pre-diagnosis to end-stage disease. *Am J Ophthalmol* 2006;141(1):24-30.
21. Musch DC, Lichter PR, Guire KE, et al. The collaborative initial glaucoma treatment study: study design, methods, and baseline characteristics of enrolled patients. *Ophthalmology* 1999;106(4):653–662.
22. Brusini P, Filacorda S. Enhanced Glaucoma Staging System (GSS 2) for Classifying Functional Damage in Glaucoma. *J Glaucoma* 2006;15(1):40–46.
23. Traynis I, De Moraes CG, Raza AS, et al. Prevalence and nature of early glaucomatous defects in the central 10° of the visual field. *JAMA Ophthalmol* 2014;132(3):291-297.

Óptica de primera clase para un rendimiento diario



Lámparas de hendidura ZEISS



zeiss.com/slitlamps

Seeing beyond

Nueva solución
de captura de
imágenes para
lámparas de
hendidura de
ZEISS¹



Documentación digital

La exportación de datos con un solo clic permite incorporar fácilmente informes, imágenes y vídeos al registro electrónico del paciente, agilizando así el flujo de trabajo cotidiano. Comparta registros clínicos con los pacientes y con las revistas, con los estudiantes para fines didácticos o con la comunidad oftalmológica con fines académicos o para facilitar segundas opiniones.

- Diseños de informe individuales
- Informes que se cumplimentan automáticamente con imágenes, incluida una función de comentario directo
- Exportación de imágenes a FORUM® de ZEISS y sistemas DICOM
- Exportación al disco duro en formatos JPEG y MP4

¹Disponible para ZEISS SL 800, ZEISS SL 130, ZEISS SL 220, ZEISS SL 120, ZEISS SL 115 Classic



Seeing beyond

REVISTA DE LA

SLAG

Sociedad Latinoamericana de Glaucoma



Sociedade
Latinoamericana
de Glaucoma