

# Biofísica da Visão

**SHEILA RODRIGUES PEREIRA**

*Síntese da monografia contendo 95 páginas, apresentada ao Núcleo de Desenvolvimento de Recursos Humanos (NUDES), sob orientação do Professor Lenine Fenelon Costa, como requisito necessário à conclusão do curso de pós-graduação (Lato Sensu) em Metodologia do Ensino Superior.*

Através de uma breve revisão da anatomia e histologia do globo ocular, associada ao estudo dos mecanismos biofísicos e fisiológicos ligados à visão, procuramos explicar as condições emétrepe e amétropes do olho, bem como a sensibilização da retina, a percepção das cores e a visão binocular.

A óptica, através dos dióptros que constituem o globo ocular explica a visão dos objetos distantes e dos objetos próximos, a esta capacidade apresentada chamamos acomodação que, para um olho emétrepe, possui um valor infinito.

A emetropia, também estudada pela óptica, representa o estado de refração do olho considerado normal, pois a principal condição para que haja emetropia é que o foco principal posterior vá se formar sobre a retina.

Quando o olho encontra-se num estado de refração, no qual o foco posterior não coincide com a retina, dizemos que este é amétrepe. O olho amétrepe, quando relaxado, não vê nitidamente os objetos afastados.

A miopia e a hipermetpia são dois tipos de ametropias freqüentemente encontradas e

consideradas com anomalias de refração estática; o astigmatismo, extremamente comum entre nós, refere-se à falta de homocentricidade do feixe refratado, o que provoca distorções na formação da imagem e conseqüente perda da acuidade visual.

A hipermetropia, conhecida vulgarmente como vista cansada, durante muito tempo fez parte das ametropias, hoje, existem correntes que não a consideram mais como tal, visto que constitui um vício de refração dinâmica provocado pelo relaxamento fisiológico do poder de acomodação do olho.

Devemos lembrar que as anomalias de refração estática podem ocorrer de duas formas, ou seja, existem dois tipos: o tipo axial, o mais freqüente, relacionado ao tamanho antero-posterior do globo ocular, e o tipo isoaxial que relaciona-se à curvatura dos dióptros, ou ao índice de refração dos meios ou, ainda, a forma mista, na qual a modificação ocorre, ao mesmo tempo, na curvatura dos dióptros e nos índices de refração dos meios.

A correção da visão amétrepe pode ser feita por meios ópticos, pelo uso de lentes ou

como em alguns casos através de pequenas cirurgias na córnea.

O estudo dos fluidos intra-oculares é de importância relevante visto que não só as ametropias estão relacionadas a estes, mas diversas outras patologias, como o glaucoma, por exemplo. O glaucoma é proveniente de um aumento da pressão intra-ocular que se devidamente tratada, e, principalmente, de forma prematura, pode ter cura mas, caso contrário, fatalmente levará à cegueira.

O mecanismo da visão é amplamente explicado pela biofísica, fisiologia e histologia retiniana: membrana mais interna do globo ocular, onde estão localizadas as células fotossensíveis, ou seja, os cones e os bastonetes.

Os cones são células adaptadas às funções diurnas, que chamamos visão fotótica, onde temos luz e por isso podemos perceber todas as cores. Além de uma visão nítida, rica em detalhes, durante o dia obtemos o máximo de acuidade visual.

Os bastonetes são as células adaptadas às funções crepusculares ou noturnas, chamada visão escotópica, onde o olho torna-se sensível a pequenas luminosidades, porém, neste caso, perdemos muito a acuidade visual e a visão das cores pois, através de um processo fotoquímico chamado adaptação, o olho humano é capaz de ser sensibilizado por um limiar muito baixo de luz.

A acuidade visual é o poder separador do olho, logo, é o menor ângulo sob o qual o olho pode distinguir um objeto, isto é, a acuidade visual é determinada pela capacidade apresentada pela visão emétrepe de obter imagens nítidas, ricas em detalhes dos objetos distantes.

A visão das cores é explicada até hoje pela teoria de Thomas Young, modificada por

Helmholtz, que afirma a existência de três tipos de cones contendo substâncias fotoquímicas diferentes e sensíveis a determinadas cores. Considera ainda a existência de fibras nervosas e células corticais específicas correspondentes às três diferentes cores, que são o vermelho, o verde e o azul.

Von Kries sugeriu uma classificação para a cegueira das cores. Chamou tricromatas àqueles que podem perceber todas as cores utilizando as três cores primárias igualmente, ou tricromatas anômalos para aqueles que, apesar de empregarem as três cores primárias para a reconstituição do espectro luminoso, o fazem em proporções diferentes de verde e vermelho, por isso, apresentam certa dificuldade de reconhecer algumas cores.

Para Von Kries, aqueles que são cegos para uma das cores, são chamados de dicromatas e aqueles que não são capazes de perceber mais de uma cor de monocromatas.

A visão binocular explica através do estudo do campo visual as hemianopsias, que podem ser provocadas por um pincamento ou compressão de partes no nervo óptico.

A visão estereoscópica, explicada pelo simples fato dos olhos fornecerem de um mesmo objeto, uma imagem diferente, que ao chegar à córtex cerebral são superpostas, nos dando assim, a noção exata de relevo e profundidade.

Estudando o movimento dos olhos e seu paralelismo podemos explicar a diplopia patológica e tratá-la com brevidade a fim de evitar suas drásticas consequências.

A irritabilidade é a capacidade apresentada pelos seres vivos de responderem a

estímulos provenientes tanto do meio ambiente como do interior do próprio organismo.

Esta capacidade encontra o seu mais alto desenvolvimento no ser humano, o qual é capaz de responder a uma variedade infinita de estímulos. Por exemplo, o homem possui cinco sentidos que o colocam em perfeito contato com o mundo ao seu redor.

Pelo tato, uma pessoa pode sentir a aspereza ou a maciez dos objetos, ou saber se estão quentes ou frios; pelo paladar, tem o prazer de saborear os alimentos, podendo afirmar se são doces ou salgados; pelo olfato sente o perfume das flores; pela audição, ouve o canto dos pássaros e, pela visão toma conhecimento de tudo que o rodeia.

Por isso, a visão é, provavelmente, o mais importante dos sentidos humanos. As características mais essenciais do ambiente que nos rodeia chegam-nos através de estímulos visuais. Cerca de um décimo do córtex cerebral está destinado a servir à visão. Na retina, os estímulos visuais são convertidos em impulsos elétricos e conduzidos através dos nervo óptico. Os atuais estudos psicológicos e neurofisiológicos indicam que há um certo número de processos complexos no olho e no cérebro que operam no sentido de dar maior nitidez aos contornos, dar forma às figuras ou fechar os vazios, de tal maneira que sejamos capazes de perceber os símbolos ou imagens em cor e em profundidade. A interpretação e a compreensão das informações visuais são ajudadas pela memória fotográfica, que conserva as imagens de coisas vistas anteriormente.

A luz visível faz parte de um espectro de ondas eletromagnéticas que oscilam desde as ondas longas de rádio e da radiação

infravermelha, passando pelos raios de luz visível e ultravioleta, até as ondas curtas dos raios X, raios gama e raios cósmicos, todos diferindo quanto aos seus efeitos sobre o homem e os outros seres vivos. A luz visível ao olho humano tem comprimentos de onda que oscilam entre 7000 a 4000 angstrom.

De acordo com a teoria quântica, a luz propaga-se em pacotes de energia chamados fótons. A sensibilidade das células fotossensíveis do olho humano é tal que apenas alguns *quanta* bastam para gerar impulsos nervosos, visto que apenas 10% da luz que entra nos olhos chega até as células e, sua maior parte é refletida ou absorvida pelas outras camadas celulares que constituem a membrana retiniana. Estas células fotossensíveis são os cones e os bastonetes que encontram-se dispostos na retina.

O diâmetro do globo ocular é de, aproximadamente 24 milímetros. A córnea, o humor aquoso, o cristalino e o humor vítreo formam o sistema de dióptros, constituindo as partes ópticas do olho. Quando os raios luminosos paralelos, de um objeto passam através dos dióptros, são refratados de tal forma que a retina recebe uma imagem invertida. A retina age como uma espécie de filme sensível à luz. Os raios refratados pelos dióptros concentram-se na mácula lútea, região onde há grande concentração de cones, obtemos então, de acordo com a luminosidade o máximo de acuidade visual, a percepção das cores; é o tipo de visão diurna; mas quando há pouca luz, como à noite ou ao entardecer, as células retinianas sensibilizadas na grande maioria são os bastonetes, por serem capazes de estimularem-se com pequenas quantidades de luz. Tanto os bastonetes como os cones contêm pigmentos fotossensíveis, cuja estrutura química se altera com a presença da luz. Essas modificações são

então transformadas em impulsos elétricos nas células nervosas da retina, de onde são então transmitidos ao cérebro pelo nervo óptico.

A camada externa do olho tem o nome de esclerótica e é formada por um tecido conectivo robusto e espesso, de uma coloração branco-acinzentada. No centro, esta camada dá lugar à córnea, transparente, que se apresenta como uma ligeira protuberância. É um dos poucos tecidos do corpo que não tem vasos sanguíneos. Recebe nutrientes do humor aquoso, fluido que existe na câmara anterior do olho.

A partir do ponto onde a córnea passa para a esclerótica, há uma zona em que a coróide, segunda camada constituinte do globo ocular, encorpa-se para formar o corpo ciliar. Este é constituído por músculos lisos que junto com as membranas e fibras da zônula de Zinn sustentam o cristalino em posição. A parte anterior da coróide forma a íris, zona colorida do olho. No centro, do íris existe um orifício esférico, denominado pupila. A íris contém músculos lisos circulares e radiais que permitem a contração e a dilatação da pupila para o controle da quantidade de luz que deverá penetrar no interior do olho.

O cristalino divide o globo ocular em duas grandes câmaras, a anterior preenchida pelo humor aquoso e a posterior preenchida pelo humor vítreo, é considerado a lente do olho e, como tal, também não é vascularizado, por isso, sua nutrição também é feita pelo humor aquoso.

A membrana mais interna e complexa do globo ocular é a retina, pois abriga as células sensoriais da visão, por isso é altamente vascularizada pela coróide.

Os nossos olhos podem movimentar-se em todas as direções graças à três pares de músculos, sendo dois pares de músculos retos e um par de músculos oblíquos.

A informação visual chega ao cérebro através de impulsos elétricos levados pelos nervos ópticos. Na córtex cerebral estas informações são decodificadas de maneira que temos a noção de relevo, profundidade, cor, claridade ou obscuridade.

O sentido da visão de um modo geral é tão complexo que para podermos compreendê-lo não podemos nos ater somente aos seus estímulos e respostas é preciso estudarmos a anatomia e a histologia do globo ocular

## 1 - ANATOMIA EXTERNA

### 1.1 - O globo ocular e seus movimentos

O globo ocular é um esferóide de mais ou menos 24mm de diâmetro, que movimentase em todas as direções, e, para isso conta com três pares de músculos:

- retos interno e externo;
- retos superior e inferior;
- oblíquos superior e inferior

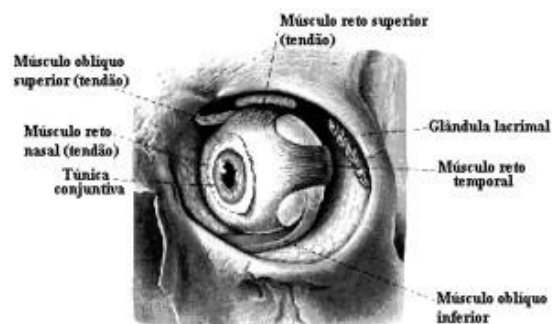


Figura 1: Globo ocular esquemático na cavidade orbitária, mostrando os três pares de músculos responsáveis por seus movimentos e, glândula lacrimal.



Figura 2: Secção da cavidade orbitária mostrando o globo ocular com seus três pares de músculos e nervo óptico.

### 1.2 - Vascularização

A vascularização do bulbo é feita pelos vasos supra oculares e infra oculares. Na figura abaixo podemos ver não só a vascularização externa, como também a irrigação arterial e venosa da coróide.

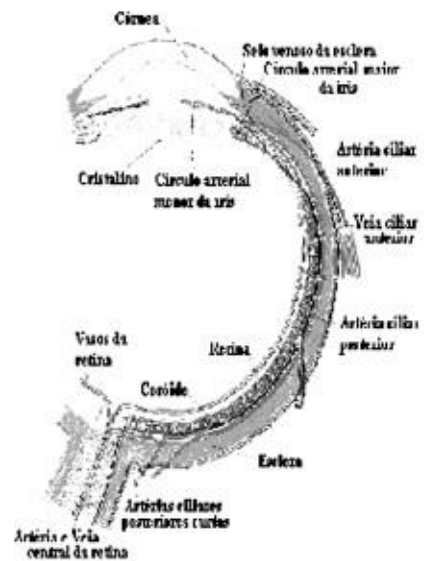


Figura 3: Corte mostrando os vasos que nutrem a esclera, coróide e retina.

### 1.3 - Glândula lacrimal

As glândulas lacrimais encontram-se alojadas no lado temporal de cada olho. A lágrima, por elas produzida tem a função de manter a umidade peculiar da córnea, assim como auxiliar sua nutrição pela diferença de concentração iônica existente entre a lágrima e humor aquoso.

Figura 4: Corte mostrando a glândula lacrimal e os canais lacrimais.

As glândulas lacrimais abrem-se em canais denominados, canais lacrimais que

## 2 - ANATOMIA INTERNA

### 2.1 - Constituição do globo ocular:

O globo ocular é constituído por três membranas:

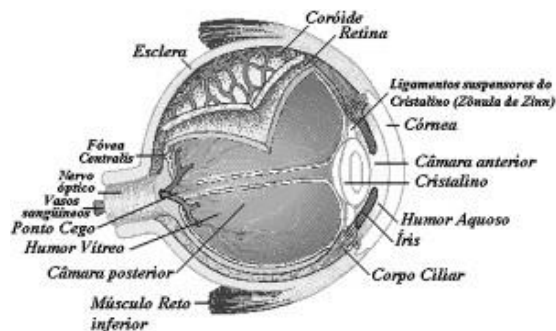


Figura 6: Corte do globo ocular mostrando sua constituição interna.

• **esclerótica ou esclera**, é uma membrana branca e a mais externa, é rígida e tem por finalidade proteger o globo. Diferencia-se na sua

disposição ao redor dos olhos e, que, por sua vez, comunicam-se com os sacos lacrimais que se localizam no lado nasal de cada olho.

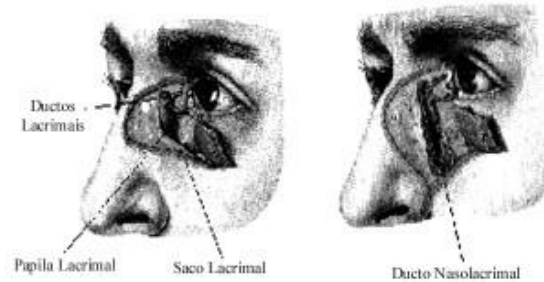


Figura 5: Corte mostrando a papila lacrimal, os ductos lacrimais e o saco lacrimal que comunica-se com as fossas nasais através do ducto nasolacrimal.

porção anterior tornando-se transparente, o que constitui a córnea;

• **corióide ou coróide**, é a segunda membrana do globo ocular, pigmentada e vascularizada, por isso nutre e mantém aquecidas as partes internas do olho;

• **retina**, é a terceira membrana do globo ocular, é a que se localiza mais internamente; é altamente vascularizada para nutrir a sua estrutura complexa, pois é nesta membrana que encontramos as células sensoriais da visão.

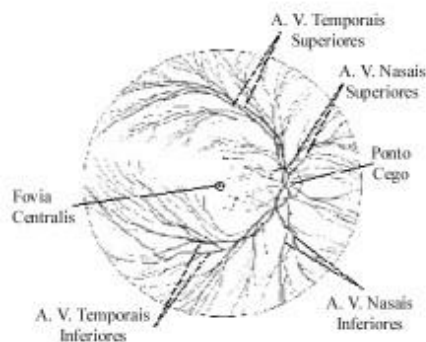


Figura 7: Esquema da vascularização retiniana.

## 2.2 - Cristalino

O cristalino é uma cápsula elástica que se encontra suspensa por ligamentos e fibras que constituem a zônula de Zinn. Na sua face anterior encontra-se um diafragma contrátil denominado Íris. Seu índice de refração aumenta da periferia para o centro e, cujo valor médio é 1,420.



Figura 8: Corte do olho mostrando o cristalino suspenso pela zônula de Zinn.

O cristalino divide o globo ocular em duas partes:

- **Anterior** - é dividida em duas câmaras, a anterior que tem como limites a face posterior da córnea e a face anterior do Íris. A câmara posterior é limitada pela face posterior do Íris e pela face anterior do cristalino. Estas duas câmaras são preenchidas por um líquido homogêneo e transparente, denominado humor aquoso, cujo índice de refração é 1,336.

- **Posterior** - é uma câmara única, limitada pela face posterior do cristalino e pela retina. É preenchida por uma geleia cristalina chamada humor vítreo ou corpo vítreo, cujo índice de refração é também 1,336.

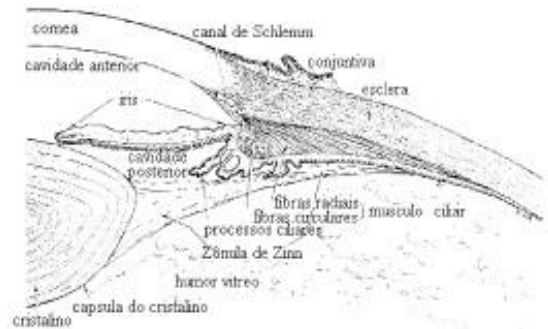


Figura 9: Corte mostrando as camadas que constituem o cristalino e sua cápsula; a zônula de Zinn; corpo ciliar e as câmaras anterior e posterior do globo ocular.

## 2.3 - Mácula Lútea

A mácula lútea, é a região da retina onde obtemos o máximo de acuidade visual, ou seja, uma visão nítida, rica em detalhes, pois, no seu centro, encontra-se a fóvea centralis, onde estão dispostos somente cones, e na periferia os bastonetes, sendo estas as células sensoriais da visão.

A mácula lútea ou mancha amarela encontra-se localizada no lado temporal de cada olho.

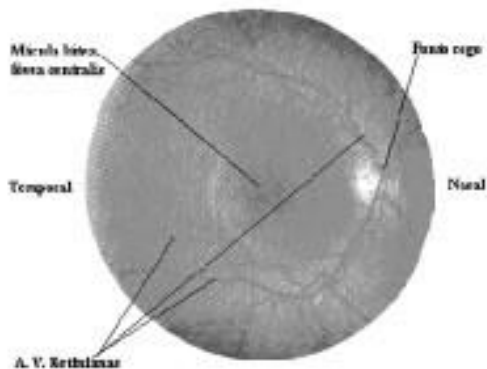


Figura 10: Fundo de olho direito mostrando a região da mácula lútea, ponto cego e vascularização retiniana.

#### 2.4 - Ponto cego

O ponto cego, é a região da retina por onde penetram ou saem os vasos sanguíneos e o feixe nervoso, que irá levar à córtex cerebral as imagens dos objetos exteriores de nosso campo visual impressionados na retina.

Com um breve estudo da anatomia do globo ocular, compreendemos a visão emétrepe, a capacidade de acomodação do olho e principalmente as ametropias. Estas, muito freqüentes entre nós, visto que podem ser de origem congênita ou hereditária. Por isso, quanto mais cedo forem descobertas, mais fácil torna-se a correção, evitando assim, maiores danos ao seu portador. (Devemos ressaltar, a importância deste conhecimento, para os alunos da área biomédica, visto que, poderão a partir daí, conduzir aos médicos competentes os possíveis portadores, o mais cedo possível.)

A compreensão da produção e sobre tudo da circulação do humor aquoso facilita não só a elucidação de uma ametropia, mas principalmente do glaucoma, que inicia prejudicando a acuidade visual do paciente. O

glaucoma pode ser curado, mas para isso deve ser diagnosticado cedo. Um aluno, jamais faria tal diagnóstico, mas ao perceber a dificuldade de ver nitidamente, apresentada por uma pessoa, pode encaminhá-la a um oftalmologista que então terá plenas condições de tratá-la.

Quando estudamos a sensibilidade da retina, passamos a entender porque algumas pessoas possuem uma certa dificuldade para a identificação de algumas cores, porque outras “trocam” as cores. São casos de daltonismo, ou discromatopsias, que não são tão raros como pensamos, podendo ser considerados até bem freqüentes. Imaginem uma criança daltônica no jardim de infância, normalmente a professora seria levada a crer que esta seria incapaz de aprender as cores. Na realidade, esta criança não é incapaz de aprender as cores, ela é incapaz de vê-las como nós devido ao seu daltonismo, o que torna ainda mais importante o conhecimento desta cegueira para as cores.

Pelo estudo da visão binocular entendemos a necessidade de um harmonioso trabalho do cérebro, que soma as imagens fornecidas por cada olho afim de que tenhamos uma visão nítida e tridimensional de cada objeto. A anatomia nos respalda quanto à movimentação dos olhos, que deverá obedecer um paralelismo; mas quando este não acontece o indivíduo constitui uma diplopia que se for patológica e não corrigida com rapidez, poderá levar à uma ambliopia, onde a pessoa poderá perder até 80% da sua acuidade visual, tornando-se praticamente cega.

O estrabismo, cria um estado de confusão mental onde seu portador inicialmente perde a noção de relevo e profundidade. Com a permanência este estado e, como o organismo busca sempre um estado de equilíbrio e conforto,



o estrábico acaba por se tornar praticamente cego.

Com base no exposto concluímos que um sentido tão importante como a visão, deve ser tratado com mais cuidado, professores da pré-escola e do primeiro grau deveriam ter algumas das noções básicas a fim de evitar que crianças amétropes, daltônicas e, principalmente estrábicas sofressem danos pela falta de uma orientação correta.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS-W; FRISBY-JP; BUCKLEY-D; GARDING-J; HIPPISEY-COX-SD; PORRILL-J. "Pooling of vertical disparities by the human visual system". Perception. 1996, AI Vision Research Unit, University of Sheffield, UK.
- ATCHISON-DA. "Calculating relative retinal image sizes of eyes". Ophthalmic-Physiol-Opt. 1996 Nov; 16(6): 532-8. Centre for Eye Research, School of Optometry, Queensland University of Technology, Red Hill, Australia.
- ATKINSON-J; BRADDICK-O; ROBIER-B; ANKER-S; EHRlich-D; KING-J; WATSON-P; MOORE-A . "Two infant vision screening programmes: prediction and prevention of strabismus and amblyopia from photo- and videorefractive screening". Eye. 1996; 10 ( Pt 2): 189-98. Visual Development Unit, London, UK.
- BRAMWELL-DI; HURLBERT-AC. "Measurements of colour constancy by using a forced-choice matching technique". Perception. 1996, Medical School, University of Newcastle-upon-Tyne, UK.
- BUCKLEY-D; FRISBY-JP; BLAKE-A . "Does the human visual system implement an ideal observer theory of slant from texture?" Vision-Res. 1996, Department of Psychology, University of Sheffield, U.K.
- COPPOLA-D; PURVES-D. "The extraordinarily rapid disappearance of entopic images". Proc-Natl-Acad-Sci-US-A. 1996, Department of Neurobiology, Duke University Medical Center, Durham, NC 27710, USA.
- CORBETT-MC; PRYDAL-JI; VERMA-S; OLIVER-KM; PANDE-M; MARSHALL-J. "An in vivo investigation of the structures responsible for corneal haze after photorefractive keratectomy and their effect on visual function". Ophthalmology. 1996 Sep; 103(9): 1366-80. Department of Ophthalmology, St. Thomas' Hospital, London, England, UK.
- DEITZ-MR; PIEBENGA-LW; MATTA-CS; TAUBER-J; ANELLO-RD; DELUCA-M. "Ablation zone centration after photorefractive keratectomy and its effect on visual outcome". J-Cataract-Refract-Surg. 1996 Jul-Aug; 22(6): 696-701. Eye Foundation of Kansas City, Missouri 64108, USA.
- FINK-W; FROHN-A; SCHIEFER-U; SCHMID-EW; WENDELSTEIN-N. "A ray tracer for ophthalmological applications". Ger-J-Ophthalmol. 1996 Mar; 5(2): 118-25. Institut fur Theoretische Physik, Universitat Tübingen, Germany.
- FRISBY-JP; BUCKLEY-D; DUKE-PA. "Evidence for good recovery of lengths of real objects seen with natural stereo viewing". Perception. 1996, Department of Psychology, University of Sheffield, UK.
- GARCIA-M; GONZALEZ-C; PASCUAL-I. "A new matrix formulation of spectacle magnification using pupil magnification. II and III: High myopia corrected with contact lenses and intraocular lenses". Ophthalmic-Physiol-Opt. 1996 Nov; 16(6): 498-506. Department of Optics, University of Alicante, Spain.
- GOSS-DA; JACKSON-TW. "Clinical findings before the onset of myopia in youth: 2. Zone of clear single binocular vision". Optom-Vis-Sci. 1996 Apr, School of Optometry, Indiana University, Bloomington, USA.
- GRÉMY, F.; PERRIN, Jean & Col. "Éléments de Biophysique". Tome II, Radiations Ionisantes et non ionisantes - Optique - Biophysique de la Circulation; 2<sup>e</sup> édition, 1977; Flammarion Médecine-Sciences, Paris, France.
- GUO-SS; SIVAK-JG; CALLENDER-MG; HERBERT-KL. "Effects of continuous light on experimental refractive errors in chicks". Ophthalmic-Physiol-Opt. 1996 Nov; 16(6): 486-90. School of Optometry, University of Waterloo, Ontario, Canada.
- GUYTON, Arthur C. "Textbook of Medical Physiology". 8th ed., 1991. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. International ISBN 0-7216-3994-1 USA.
- HARRAD-R; SENGPIEL-F; BLAKEMORE-C. "Physiology of suppression in strabismic amblyopia". Br-J-Ophthalmol. 1996 Apr, Bristol Eye Hospital.
- HARRIS-WF. "Thickness extrema at the edge of astigmatic lenses including those with straight, circular and elliptical edges". Ophthalmic-Physiol-Opt. 1996 Mar; 16(2): 163-70. Department of Optometry, Rand Afrikaans University, South Africa.
- HARRIS-WF. "Ray vector fields, prismatic effect, and thick astigmatic optical systems". Optom-Vis-Sci. 1996 Jun; 73(6): 418-23. Department of Optometry, Rand Afrikaans University, Johannesburg, South Africa.
- HOLLADAY-JT; GILLS-JP; LEIDLEIN-J; CHERCHIO-M. "Achieving emmetropia in extremely short eyes with two piggyback posterior chamber intraocular lenses". Ophthalmology. 1996 Jul; 103(7): 1118-23. Department of

- Ophthalmology, University of Texas Medical School, Houston, USA.
- JAIN-S; ARORA-I; AZAR-DT.** "Success of monovision in presbyopes: review of the literature and potential applications to refractive surgery". *Surv-Ophthalmol.* 1996 May-Jun, Wilmer Institute, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland, USA.
- JASKOWSKI-P.** "Simple reaction time and perception of temporal order: dissociations and hypotheses". *Percept-MotSkills.* 1996 Jun, Department of Biophysics, Medical Academy Poznan. jaskowsk@medinf.mu-lue.beck.de, UNITED-STATES.
- KOCH-DD; KOHNEN-T; MCDONNELL-PJ; MENEFEE-RF; BERRY-MJ.** "Hyperopia correction by noncontact holmium:YAG laser thermal keratoplasty. United States phase IIA clinical study with a 1-year follow-up". *Ophthalmology.* 1996 Oct; 103(10): 1525-35; discussion 1536. Department of Ophthalmology, Cullen Eye Institute, Baylor College of Medicine, Houston, USA.
- KUKKONEN-HT; FOSTER-DH; WOOD-JR; WAGEMANS-J; VAN-GOOL-L.** "Qualitative cues in the discrimination of affine-transformed minimal patterns". *Perception.* 1996, Department of Communication and Neuroscience, Keele University, Staffs, UK.
- LINSELL-KJ; FOSTER-DH.** "Dependence of relational colour constancy on the extraction of a transient signal". *Perception.* 1996, Department of Communication and Neuroscience, Keele University, Staffordshire, UK.
- LIVINGSTONE-MS.** "Differences between stereopsis, interocular correlation and binocularity". *Vision-Res.* 1996, Department of Neurobiology, Harvard Medical School, Boston, MA 02115, USA. livings@warren.-med.harvard.edu.
- MARTINI-P; GIRARD-P; MORRONE-MC; BURR-DC.** "Sensitivity to spatial phase at equiluminance". *Vision-Res.* 1996, Istituto di Neurofisiologia del CNR, Pisa, Italy.
- MAXWELL-JS; SCHOR-CM.** "Adaptation of vertical eye alignment in relation to head tilt". *Vision-Res.* 1996, University of California, Berkeley 94720-2020, USA.
- MIEDZIAK-A; CARTY-J.** "Chromatic visual phenomenon caused by a subluxed intraocular lens". *J-Cataract-RefractSurg.* 1996 Jun, Wills Eye Hospital, Philadelphia, Pennsylvania 19107, USA.
- MULLEN-KT; KINGDOM-FA.** "Losses in peripheral colour sensitivity predicted from "hit and miss" post-receptoral cone connections". *Vision-Res.* 1996 Jul, McGill Vision Research, Department of Ophthalmology, McGill University, Montreal, Canada. kmullen@violet.vision.mcgill.ca.
- NAWROT-M; SHANNON-E; RIZZO-M.** "The relative efficacy of cues for two-dimensional shape perception". *Vision-Res.* 1996, Department of Neurology, University of Iowa College of Medicine, Iowa City 52242, USA.
- NICOLELA-MT; DRANCE-SM.** "Various glaucomatous optic nerve appearances: clinical correlations". *Ophthalmology.* 1996 Apr; 103(4): 640-9. Department of Ophthalmology, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- PARKER-AJ; HARRIS-JM; CUMMING-BG; SUMNALL-JH.** "Binocular correspondence in stereoscopic vision". *Eye.* 1996, University Laboratory of Physiology, Oxford, UK.
- ROSENFELD-M; PORTELLO-JK; BLUSTEIN-GH; JANG-C.** "Comparison of clinical techniques to assess the near accommodative response". *Optom-Vis-Sci.* 1996 Jun, State University of New York, State College of Optometry, New York, USA.
- RUCH, Theodore C.-Ph.D; PATTON, Harry D.-Ph.D, M.D.** "Physiology and Biophysics". 13th ed. by, W. B. Saunders Company, Philadelphia and London.
- SCHALLHORN-SC; BLANTON-CL; KAUPP-SE; SUTPHIN-J; GORDON-M; GOFORTH-H JR; BUTLERFK JR.** "Preliminary results of photorefractive keratectomy in active-duty United States Navy personnel". *Ophthalmology.* 1996 Jan; 103(1): 5-22. Department of Ophthalmology and Clinical Investigation, Naval Medical Center, San Diego, CA, USA.
- SENGPIEL-F; BLAKEMORE-C.** "The neural basis of suppression and amblyopia in strabismus". *Eye.* 1996, University Laboratory of Physiology, Oxford, UK. sengpiel@physiol.ox.ac.uk.
- SCHALF-CL; MOFFETT-DF; MOFFETT-SB.** "Fisiologia humana". Copyright 1993 by, Editora Guanabara Koogan S. A., R.J. Brasil.
- SHIH-YF; CHEN-MS; HUANG-JK; LIN-LL; HUNG-PT; HOU-PK.** "The blood-aqueous barrier in anisometropia and high myopia". *Ophthalmic-Res.* 1996; 28(2): 137-40. Department of Ophthalmology, National Taiwan University Hospital, Taipei.
- VILLEGAS-ER; CARRETERO-L; FIMIA-A.** "Le Grand eye for the study of ocular chromatic aberration". *Ophthalmic-Physiol-Opt.* 1996 Nov; 16(6): 528-31. Departamento Interuniversitario de Optica, Universidad de Alicante, Spain.
- WADE-NJ; SWANSTON-MT.** "A general model for the perception of space and motion". *Perception.* 1996, Department of Psychology, University of Dundee, Scotland, UK.
- WILLIAMS-DR; ARTAL-P; NAVARRO-R; MCMAHONMJ; BRAINARD-DH.** "Off-axis optical quality and retinal sampling in the human eye". *Vision-Res.* 1996 Apr; 36(8): 1103-14. Center for Visual Science, University of Rochester, NY 14627, USA. ♦