

OPTOMETRIA FUNCIONAL

Docente: António Filipe Macedo

Licenciatura em Optometria e Ciências da Visão

Macedo@fisica.uminho.pt

PARTE 1

OPTOMETRIA FUNCIONAL: COMPARAÇÃO COM A OPTOMETRIA CLÁSSICA

Introdução as diferentes correntes da Optometria, clássica vs funcional, bem como aos problemas visuais em que se propõem intervir, nomeadamente: terapia visual para a leitura, prevenção da miopia, terapia para tratamento de ambliopia e estrabismo, neuro-reabilitação visual, efeito das baixas adições no sistema nervoso simpático e parassimpático, prismas conjugados para correcção de postura e de problemas de visão binocular.

PARTE 2

FUNÇÃO VISUAL: PADRÕES TÍPICOS DE UM SISTEMA VISUAL COM E SEM ALTERAÇÕES

Discussão clinicamente orientada das formas mais comuns de avaliação da função visual, nomeadamente: acuidade visual, sensibilidade ao contraste e campos visuais. Serão revistas as técnicas de observação das estruturas oculares para inspeção da saúde ocular quando a função visual está alterada e existe suspeita de alteração morfológica visível. Serão discutidas as diferenças entre alterações visuais provocadas por problemas refractivos e por alterações da fisiologia/morfologia do sistema visual.

PARTE 3

DA RETINA ATÉ AO CORTEX: INTEGRAÇÃO DA INFORMAÇÃO VISUAL, PLASTICIDADE E APRENDIZAGEM PERCEPTUAL

A organização das vias ópticas e o córtex visual primário. Dominância sensorial, mecanismos de organização da visão binocular e correspondência retinotópica. A enervação para a motilidade ocular, vias aferentes e eferentes para controlo da resposta do sistema oculomotor, sistema acomodativo e a sua interação com a percepção visual. A interação da informação visual com outra informação sensorial. Períodos críticos da plasticidade do sistema visual, a capacidade de aprendizagem perceptual: relevância para a prática clínica.

PARTE 4

AMBLIOPIA

Nesta unidade serão estudados os principais tipos e causas de ambliopia. No final desta unidade deve ser capaz de descrever ambliopia de não ambliopia. Deve saber distinguir diferentes tipos de ambliopia, enumerar factores de risco e descrever o princípio fundamental do seu tratamento. Deve ainda ter noções concretas sobre o valor do erro refractivo que pode conduzir à ambliopia.

PARTE 5

ESTRABISMOS

Revisão anatómica e fisiológica sobre os músculos externos oculares. A nomenclatura usada na descrição dos movimentos oculares, as leis fundamentais da inervação e a interpretação. A motilidade ocular fisiológica e anómala à luz dos conhecimentos acima requeridos.

Revisão dos períodos críticos de desenvolvimento das capacidades visuais com especial destaque para os que envolvem a visão binocular. Os diferentes graus de visão binocular, os vários tipos de fusão, disparidade de fixação, horoptero e áreas de Panun. Os mecanismos de correspondência retiniana anómala e supressão e relação com a existência de diplopia nos casos de estrabismo.

Termos de classificação de estrabismos (alunos são recordados dos conceitos já estudados). Técnicas de avaliação de crianças ou adultos com estrabismos (as técnicas e testes já foram abordados noutra UCs). Definição de algumas entidades (tipos) de estrabismos.

Classificação e análise do estrabismo baseado em vídeos. Revisões sobre o teste de Hirschberg e o ângulo K.

UNIDADE 1

O QUE É A OPTOMETRIA FUNCIONAL?

Docente

António Filipe Macedo

Licenciatura

Optometria e Ciências da
Visão

email:

macedo@fisica.uminho.pt

UNIDADE 1

UNIDADE 1	7	I. Terapia visual p/ problemas acomodativos e vergências ...	32
A origem da Optometria Funcional.....	9	II. Terapia visual p/ crianças com problemas de	
A visão da optometria segundo os defensores da teoria		aprendizagem/leitura	33
funcional	10	III. Prismas conjugados 1	35
Organizações mundiais da Optometria Funcional 1.....	11	III. Prismas conjugados 2	36
Organizações mundiais da Optometria Funcional 2.....	12	III. Prismas conjugados 3	37
Organizações mundiais da Optometria Funcional 3.....	14	III. Prismas conjugados 4	39
Jornais mundiais da Optometria Funcional 1	15	III. Prismas conjugados 5	40
Jornais mundiais da Optometria Funcional 2	16	III. Prismas conjugados 6	42
Jornais mundiais da Optometria Funcional 3	17	IV. Ponto próximo de stress e as baixas adições para perto 1	
Skeffington e os 21 Pontos.....	18	43
O Ponto próximo de stress 1	19	IV. Ponto próximo de stress e as baixas adições para perto 2	
O Ponto próximo de stress 2	20	44
Terapia visual p/ problemas acomodativos e de vergência...	21	IV. Ponto próximo de stress e as baixas adições para perto 3	
Problemas de aprendizagem 1.1.....	22	45
Problemas de aprendizagem 1.2.....	23	IV. Ponto próximo de stress e as baixas adições para perto 4	
Problemas de aprendizagem 2.1.....	24	46
Problemas de aprendizagem 2.2.....	25	V. Baixas adições para controlo da miopia 1	47
Problemas de aprendizagem 2.3.....	26	V. Baixas adições para controlo da miopia 2.....	48
Problemas de aprendizagem 3.1.....	27	V. Baixas adições para controlo da miopia 3.....	49
Problemas de aprendizagem 3.2.....	28	V. Baixas adições para controlo da miopia 4.....	50
Problemas de aprendizagem 3.3.....	29	V. Baixas adições para controlo da miopia 5.....	52
Problemas de aprendizagem 3.4.....	30	VI. Terapia para redução da miopia 1	53
Fase de evidência para se validar uma teoria.....	31	VI. Terapia para redução da miopia 2	54

A origem da Optometria Funcional

A Optometria Funcional (OF) é uma corrente diferente da ensinada convencionalmente nas academias. A OF ou comportamental desenvolveu-se ao longo dos últimos 70/80 anos largamente baseada na “evidência”

A visão da optometria segundo os defensores da teoria funcional

it is stated that *‘Optometry, as a clinical profession, made its great leap forward when its direction shifted from aiding and reducing asthenopia to the enhancement of perception, performance and problem-solving through the more efficient operation of the visual process’*. Thus, in the behavioural approach, the role of the optometrist is considered to extend far beyond the provision of optimal refractive correction and the screening/referral for ocular and systemic disease. In short, behavioural optometrists believe that optometrists can influence the visual process in ways that are not taught as part of traditional UK optometric education programmes.

Organizações mundiais da Optometria Funcional 1

In the UK, the practice of behavioural optometry is advocated by the British Association of Behavioural Optometrists (BABO) which has approximately 75 members (Paul Adler, personal communication). The BABO Chair is Mrs Caroline Hurst (contact details available at: <http://www.babo.co.uk/>). As well as repre-

Organizações mundiais da Optometria Funcional 2

The Optometric Extension Programme (OEP) Foundation is an organisation based in the USA (1921, E. Carnegie Ave., Suite 3-L, Santa Ana, CA 92705-5510, USA, <http://www.oepf.org>) that provides information about vision from a behavioural optometry perspective to patients, practitioners and educators. It describes itself as ‘an international organisation dedicated to the advancement of the discipline of optometry through the gathering and dissemination of information on vision and the visual process’. It offers a number of training courses to optometrists.

Organizações mundiais da Optometria Funcional 3

The College of Optometrists in Vision Development (COVD) is also a USA-based organisation (College of Optometrists in Vision Development, 215 West Garfield Road, Suite 210 Aurora, OH 44202, USA) that was established in 1971 and which describes its mission as being to ‘serve as an advocate for comprehensive vision care emphasising a developmental and behavioural approach’. The website also states that ‘COVD certifies professional competency in vision therapy, serves as an informational and educational resource, and advances research and clinical care in vision development and therapy.’ The web address for the College of Optometrists in Vision Development is: <http://www.covd.org/>.

Jornais mundiais da Optometria Funcional 1

The journal *Optometry* (ISSN: 1529-1839) (Editor-in-Chief: Paul B. Freeman), formerly known as the *Journal of the American Optometric Association* (J. Am. Optom. Assoc. ISSN: 0003-0244; the journal's name changed in 2000) also publishes journal articles in the area of behavioural optometry. It is now published by Elsevier and details can be found online at: http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/705659/description#description. Both the *J. Am. Optom.*

Jornais mundiais da Optometria Funcional 2

The journal '*Optometry & Vision Development*' (Optom. Vis. Dev., ISSN: 1557-4113) (Dominick M. Maino, Editor) is the official quarterly publication of the College of Optometrists in Vision Development, and was known as the 'Journal of Optometric Vision Development' (ISSN 0149-886X). It can be located at: <http://www.covd.org/Home/OVDJournal/tabid/104/Default.aspx>.

Jornais mundiais da Optometria Funcional 3

The '*Journal of Behavioural Optometry*' (J. Behav. Optom., ISSN: 1045-8395) (Irwin B. Suchoff, Editor-In-Chief) publishes articles that are of interest to the membership of its sponsoring organisation, the Optometric Extension Program Foundation (OEPF).

The journal '*Behavioural Optometry*' (ISSN 1035-7637) is published by the Australasian College of Behavioural Optometrists (ACBO). It may also appear under the name of the '*Journal of the Australasian College of Behavioural Optometrists*'. It is abstracted at VisionCite and Visionet. Cardiff University holds issues between 1992 and 1995.

Skeffington e os 21 Pontos



Os 21 pontos do exame optométrico são propostos por uma organização chamada Optometric Extension Program (OEP)

Skeffington propunha uma serie de regras que passavam pela análise de 18 pontos, inicialmente, ou 21 pontos, mais tarde, em qq exame optométrico que seriam testados de forma sequencial

O Ponto próximo de stress 1



A OEP e algumas escolas americanas utilizaram a análise visual gráfica como forma de representar os resultados do exame visual para retirar conclusões acerca do equilíbrio forico do paciente

Diferenças entre as duas correntes: (1) na Op. Convencional a foria é vista como um desequilíbrio dos mecanismos fusoriais na OEP a foria indica o grau de adaptação ao ponto próximos de stress

O Ponto próximo de stress 2

Na OEP, contrariamente à Op convencional, as consequências da foria são avaliadas de acordo com o desvio que apresentam para o valor normal e não em função das reservas fusoriais

Segundo Skeffington e a OEP a leitura e o trabalho de perto são tarefas que fazemos compulsivamente, demasiado focadas na visão de perto e biologicamente inaceitáveis que levam ao surgimento de desequilíbrio entre convergência e acomodação

Terapia visual p/ problemas acomodativos e de vergência

Although a considerable volume of research into the treatment of convergence insufficiency is ongoing, it is now safe to conclude that this condition is amenable to treatment. Unfortunately, the treatment of accommodation disorders and other vergence disorders has not been subjected to the same level of attention in the recent scientific/clinical literature. It is true to say, however, that some controlled trials of therapy for accommodative dysfunction have appeared in the literature. Weisz (1979) reported improved accommodative

Problemas de aprendizagem 1.1

* Dispraxia: Dificuldade em executar movimentos voluntários coordenados sem relação com uma paresia ou com a ataxia

DCD. Another research theme in this area concerns the question of what perceptual (i.e. sensory) problems might exist in these children. A relatively recently published meta-analysis of research findings suggested that perceptual problems, particularly in the visual modality, are associated with difficulties in motor coordination (Wilson and McKenzie, 1998). This work

Problemas de aprendizagem 1.2

However, while there is evidence that perceptual problems may exist in children with dyspraxia, there is a paucity of evidence to show that they play a causal role in dyspraxia, or that vision training can lead to an improvement in signs/symptoms. A single case study published in the ophthalmic literature in 2006 (Hurst *et al.*, 2006) represents the only report I could find advocating vision therapy as a means of treatment for dyspraxia. Therefore, very little concrete evidence exists to support the role of vision therapy in the management of this condition.

Problemas de aprendizagem 2.1

* Deficite de Atenção e Hiperactividade

support these claims. A small-scale, questionnaire study conducted by Farrar *et al.* (2001) found that ADD/ADHD children undergoing medical treatment exhibit more visual and quality of life symptoms than do a similar group of non-ADD/ADHD children. More

Problemas de aprendizagem 2.2

*** Deficite de Atenção e Hiperactividade**

recently, the results of a study by Borsting *et al.* (2005) suggested that school-aged children with symptomatic accommodative dysfunction or convergence insufficiency have a higher frequency of ADHD behaviors compared with a control sample, and, in the USA, Granet *et al.* (2005) have reported that the prevalence of convergence insufficiency in the ADHD population may be three times higher than in the population at large.

Problemas de aprendizagem 2.3

*** Deficite de Atenção e Hiperactividade**

However, Granet *et al.* (2005) acknowledge that this may simply represent an association rather than a causative relationship. In other words, it is not known if the ADHD is the cause of visual anomalies, or vice-versa. It is also possible, of course, that ADHD and

Problemas de aprendizagem 3.1

* Deslexia

Specifically, this document states that ‘People with learning problems require help from many disciplines to meet the learning challenges they face. Optometric involvement constitutes one aspect of the multidisciplinary management approach required to prepare the individual for lifelong learning.’

Problemas de aprendizagem 3.2

difficulties. The report by the American Academy of Optometry and the American Optometric Association (1997) states that vision therapy '*does not directly treat learning disabilities or dyslexia*', but rather '*is a treatment to improve visual efficiency and visual processing, thereby allowing the person to be more responsive to educational instruction*'. The ability to enhance reading/

Problemas de aprendizagem 3.3

dyslexia and vision (American Academy of Paediatrics, 1998) which was jointly published by the American Academy of Pediatrics in association with the American Academy of Ophthalmology and the American Association for Pediatric Ophthalmology & Strabismus. This report concluded that *'no scientific evidence exists for the efficacy of eye exercises in the remediation of these complex paediatric developmental and neurologic conditions'*. A statement of re-affirmation for this policy was

Problemas de aprendizagem 3.4

the American Academy of Ophthalmology (2001) concluded that *'to date there appears to be no consistent scientific evidence that supports behavioural vision therapy, orthoptic vision therapy, coloured overlays or lenses as effective treatments for learning disabilities'*. The report summarised the available literature on eye movements and visual perception in individuals with dyslexia as follows: *'...several studies in the literature demonstrate that eye movements and visual perception are not critical factors in the reading impairment found in dyslexia, but that brain processing of language plays a greater role'*. The report also bemoaned the lack of 'well-

Fase de evidência para se validar uma teoria

Fase 1. Opinião dos especialistas sem validação crítica

Fase 2. Estudo de casos

Fase 3. Revisão sistemática de séries de casos

Fase 4. Ensaio controlado (estudos de cohort) não randomizados ou não “cegos”

Fase 5. Ensaio clínico randomizado e “cego”

Fase 6. Ensaio clínico “duplamente-cego”

Fase 7. Revisão sistemática dos ensaios clínicos

I. Terapia visual p/ problemas acomodativos e vergências

Estudos (fase 4) mostram que pode funcionar

II. Terapia visual p/ crianças com problemas de aprendizagem/leitura

As evidências apontam para a coexistência de alterações na percepção visual, alterações das vergências, alterações na acomodação e os problemas de aprendizagem

Na dislexia, p. ex., a Academia Americana de Oftalmologia defende que os movimentos oculares e a percepção visual não são factores críticos

Carece de ensaios clínicos! (não terá passado da fase 1/2)

III. Prismas conjugados 1

- **Objectivo**

São prescritos para resolução de problemas de binocularidade e para correção da postura

- **Fundamento**

Problemas de percepção, particularmente visual, estão associados as dificuldades de coordenação motora/visuo-motora

III. Prismas conjugados 2

Aplicação: problemas de postura

Prismas de potência semelhante (prismas conjugados) cujo objectivo é criar uma alteração da percepção do espaço

*Base superior: olhos desviam p/ baixo *Base inferior: o olho desvia p/cima

Carece de comprovação! A evidência não passou da Fase 1

III. Prismas conjugados 3

- **Aplicação: problemas de visão binocular ao perto**

Pequenas quantidades prismáticas: 3[▲] base inferior ou 2[▲] de base superior.

BASE INFERIOR: endoforia ou deficit de divergência

- **Princípio**

Criam um deslocamento p/cima dos olhos estimulando a divergência e o alerta periférico aumentando a distância do ponto próximo de convergência

III. Prismas conjugados 4

BASE SUPERIOR: exoforia ou deficit de convergência

- **Princípio**

Criam um deslocamento p/baixo dos olhos estimulando a convergência e o reduzindo a distância do ponto próximo de convergência

III. Prismas conjugados 5

- **Ligação: entre a postura e os problemas refractivos**

Esta corrente defende que as anomalias na posição do centro de gravidade (postura mais direita ou mais curva) levam ao surgimento de, por exemplo, miopia!

O prisma (base superior/base inferior) é prescrito para alterar o centro de gravidade. A base prescrita é decidida depois de testar várias posições da base e ver o efeito que estas têm na esteriopsia

Para já não passa de uma teoria!

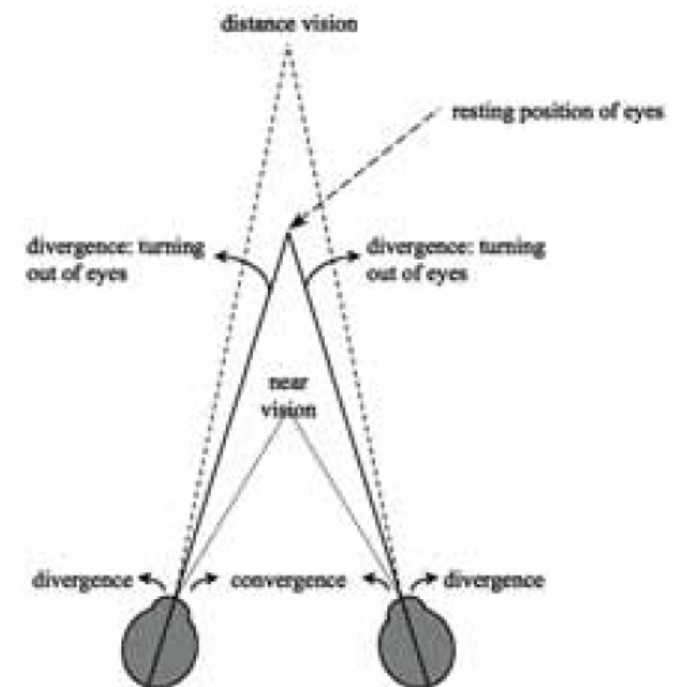
III. Prismas conjugados 6

Para tratamento de problemas de visão binocular ao perto e/ou redução de cansaço ocular e postura

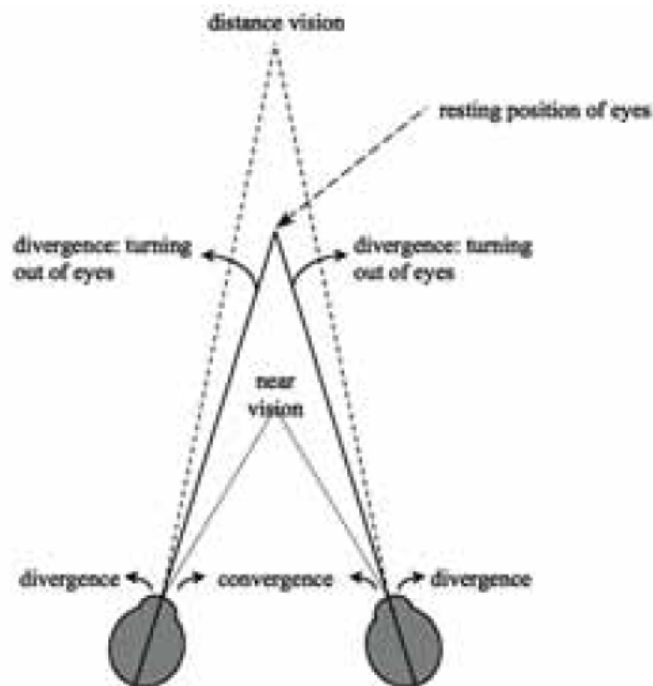
Não existem estudos que comprovem que estes prismas funcionem, a maior parte dos estudos reportados são sempre do mesmo autor ou grupo de autores! (não terá passado da Fase 1!)

IV. Ponto próximo de stress e as baixas adições para perto 1

Segundo este modelo a visão de perto contraria o estado repouso do sistema visual causando um estímulo de convergência para uma distância mais próxima do que aquela para o qual o olho está a acomodar



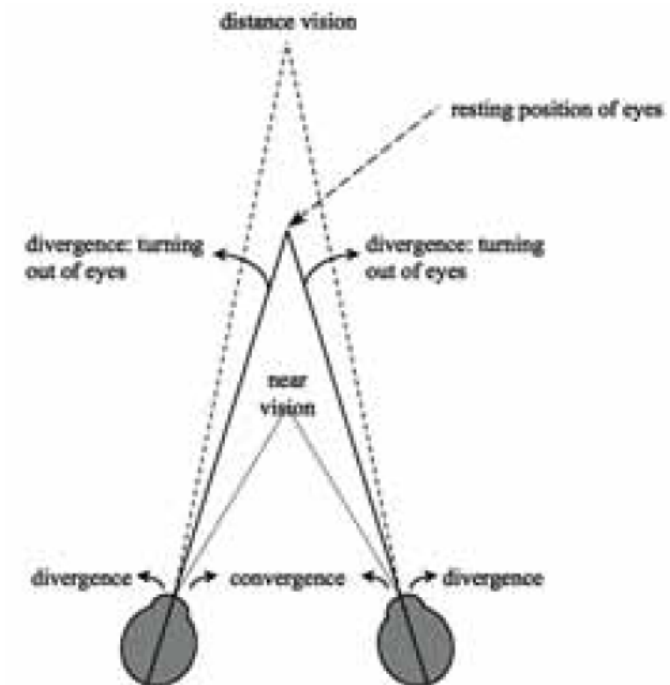
IV. Ponto próximo de stress e as baixas adições para perto 2



Segundo Birnbaum e Skeffington a diferença entre a Optometria Convencional e a Funcional é que na Optometria Funcional os problemas refractivos, de visão binocular e de acomodação não são causas mas sim consequências do ponto próximo de stress

IV. Ponto próximo de stress e as baixas adições para perto 3

A prescrição de lentes positivas de baixo valor (independentemente de existirem sintomas) aliviam a acomodação diminuindo o estímulo de convergência



IV. Ponto próximo de stress e as baixas adições para perto 4

CONFLITO COM A FILOSOFIA CONVENCIONAL!

- **Não se prescrevem lentes quando não há um problema (sintomas)**
- **Não existe fundamento científico**
- **(não passou da Fase 1!)**

V. Baixas adições para controlo da miopia 1

- **Principio**

Segundo a Optometria funcional a Miopia corresponde a uma adaptação que resolve o “conflito” entre convergência e acomodação, referido em IV, modificando a óptica interna do olho de forma a que o olho não precise de acomodar.

Assim, segundo esta filosofia , a prescrição de lentes positivas diminui a progressão da miopia porque evita que o individuo tenha que acomodar e logo o olho não altera a óptica interna.

V. Baixas adições para controlo da miopia 2

- **Funcional vs Convencional**

Toda (quase toda) a comunidade científica aceita que a miopia tem origem numa mistura de factores genéticos e ambientais (trabalho de perto)

- **O efeito das adições na miopia**

Estudos provaram que pode existir uma redução na **progressão** com adições de leitura de $\sim +2.00$ D, o que é significativamente mais do que o previsto pela Optometria Funcional $\sim +0.50$ D

IMPORTANTE: A diferença de progressão na miopia é muito pequena

V. Baixas adições para controlo da miopia 3

Four-hundred sixty-nine ethnically diverse children aged 6 to 11 years with myopia between -1.25 and -4.50 D were recruited at four U.S. schools and colleges of optometry. Children were randomly assigned to wear PALs with a $+2.00$ D addition ($n = 235$) or single vision lenses ($n = 234$) and were followed for 3 years. More than 98% of the children completed the 3-year visit, an achievement of which the authors should be very proud. The mean increase in myopia, as determined by autorefraction under cycloplegia, was -1.28 D in the PAL group compared with -1.48 D in the control group. This 3-year difference in progression of 0.20 D between the two groups was statistically significant ($p = 0.004$). Interestingly, nearly all of this difference occurred during the first year of the trial (mean difference = 0.18 D). This difference persisted but did not increase during the next 2 years.

Gwiazda J, Hyman L, Hussein M, Everett D, Norton TT, Kurtz D, Leske MC, Manny R, Marsh-Tootle W, Scheiman M. A Randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44:1492-500.

V. Baixas adições para controlo da miopia 4

ESOFORIA VS PROGRESSÃO DA MIOPIA

A optometria funcional prediz que indivíduos com esoforia terão maior tendência a miopia: os ensaios clínicos não o confirmam

Myopia progression (change from baseline in spherical equivalent averaged over both eyes) at each visit by treatment group.

Study month	Bifocal			Single Vision		
	N	Mean (D)	±SD	N	Mean (D)	±SD
6	37	0.34	±0.24	39	0.38	±0.24
12	37	0.40	±0.35	39	0.50	±0.33
18	38	0.69	±0.47	40	0.83	±0.46
24	34	0.76	±0.55	37	1.02	±0.56
30	36	0.99	±0.68	39	1.24	±0.65

Fulk GW, Cyert LA, Parker DE. A randomized trial of the effect of single-vision vs. bifocal lenses on myopia progression in children with esophoria. *Optom Vis Sci* 2000;77:395-401.

V. Baixas adições para controlo da miopia 5

CONCLUSÃO

Não há evidências suficientes de que o uso de lentes positivas ou adições tenha um efeito significativo na redução ou controlo da miopia

VI. Terapia para redução da miopia 1

- **Contexto**

Vários estudos comprovam que quando os míopes tiram os óculos por um período de tempo a acuidade visual e a sensibilidade ao contraste podem aumentar

- **Princípio**

Existe uma adaptação do sistema visual à desfocagem mas não uma redução da miopia

CONCLUSÃO: A literatura mostra que não existe “terapia” efectiva para a redução da miopia

VI. Terapia para redução da miopia 2

Rosenfield, M., Hong, S. E. and George, S. (2004) Blur adaptation in myopes. *Optom. Vis. Sci.* **81**, 657–662.

ABSTRACT: It has been suggested that when subjects with myopia remove their refractive correction, blur adaptation develops to produce an improvement in their visual resolution. The present study measured visual acuity (VA) using high contrast letters and gratings with contrast levels between 2.5% and 40% at 30-minute intervals over the course of a 3-h period during which the subjects remained uncorrected. Twenty-two young subjects with moderate degrees of myopia (mean refractive error, -1.85 D) participated in the study. Immediately after a 1-h period of full correction, subjects spent 3 h without any refractive correction, during which time they watched television and videos at a viewing distance of 5 m. A significant change in letter and grating VA was observed during the course of the 3-h period of sustained blur, with the mean uncorrected letter VA improving from 0.76 (SD, ± 0.26) to 0.53 (SD, ± 0.23) logarithm of the minimum angle of resolution (logMAR). The Snellen equivalent to this change is from 6/35 to 6/20. A significant improvement in grating acuity was also observed. However, no significant change in refractive error, measured using noncycloplegic autorefractometry, was found. These results demonstrate significant blur adaptation in subjects with uncorrected myopia, which does not result from a change in refractive state. We hypothesize that the improvement in visual resolution results from perceptual adaptation to the blurred image, which may occur at central sites within the visual cortex. (*Optom Vis Sci* 2004;81:657–662)

O QUE É A OPTOMETRIA FUNCIONAL?

Objectivo: Continuar a estabelecer paralelos entre a Optometria Funcional e a Optometria Convencional. Para cada área de atuação são discutidas as sobreposições e as diferenças destas duas linhas de pensamento

O que é a optometria Funcional	55
VI. Terapia para redução da miopia 2 (ultimo slide da aula 1)	57
VII. Tratamento Funcional do Estrabismo 1	58
VII. Tratamento Funcional do Estrabismo 2	59
VII. Tratamento Funcional do Estrabismo 3	60
VIII. Tratamento Funcional da Ambliopia 1	61
VIII. Tratamento Funcional da Ambliopia 2	62
IX. Treino da atenção central e periférica e “syntonics”	63
X. Terapia visual para o desporto 1.....	64
X. Terapia visual para o desporto 2.....	65
XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 1	66
XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 2	67
XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 3	68
XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 4	69
XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 5	70
XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 6	71
XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 7	72

VI. Terapia para redução da miopia 2 (ultimo slide da aula 1)

Rosenfield, M., Hong, S. E. and George, S. (2004) Blur adaptation in myopes. *Optom. Vis. Sci.* **81**, 657–662.

ABSTRACT: It has been suggested that when subjects with myopia remove their refractive correction, blur adaptation develops to produce an improvement in their visual resolution. The present study measured visual acuity (VA) using high contrast letters and gratings with contrast levels between 2.5% and 40% at 30-minute intervals over the course of a 3-h period during which the subjects remained uncorrected. Twenty-two young subjects with moderate degrees of myopia (mean refractive error, -1.85 D) participated in the study. Immediately after a 1-h period of full correction, subjects spent 3 h without any refractive correction, during which time they watched television and videos at a viewing distance of 5 m. A significant change in letter and grating VA was observed during the course of the 3-h period of sustained blur, with the mean uncorrected letter VA improving from 0.76 (SD, ± 0.26) to 0.53 (SD, ± 0.23) logarithm of the minimum angle of resolution (logMAR). The Snellen equivalent to this change is from 6/35 to 6/20. A significant improvement in grating acuity was also observed. However, no significant change in refractive error, measured using noncycloplegic autorefraction, was found. These results demonstrate significant blur adaptation in subjects with uncorrected myopia, which does not result from a change in refractive state. We hypothesize that the improvement in visual resolution results from perceptual adaptation to the blurred image, which may occur at central sites within the visual cortex. (*Optom Vis Sci* 2004;81:657–662)

VII. Tratamento Funcional do Estrabismo 1

- **Perspectiva funcional**

O estrabismo corresponde ao limite da adaptação do sistema visual para lidar com o stress visual do ponto próximo

- **Abordagem funcional**

Defende que a cirurgia deve ser evitada a todo o custo. Problemas de exotropia (pequena), por exemplo, poder-se-ão resolver com exercícios de fusão e lentes negativas

VII. Tratamento Funcional do Estrabismo 2

- **Conclusão**

Não existem evidências suficientes para suportar uma abordagem **puramente funcional** ao tratamento do estrabismo. A literatura não é suficientemente clara acerca das possíveis formas de resolver não-cirurgicamente os estrabismos

VII. Tratamento Funcional do Estrabismo 3

- **Curiosamente ...**

Não existem ensaios clínicos que confirmem a melhor forma de tratar um estrabismo. Nomeadamente, a literatura prova que muitas vezes a cirurgia para tratar exotropia intermitente conduz a diplopia permanente!

VIII. Tratamento Funcional da Ambliopia 1

- **Prespectiva funcional**

A diferença entre a Optometria funcional e a clássica é que na funcional para além da correcção óptima e eventual oclusão e/ou penalização do olho dominante de forma “passiva”, defende um treino activo da visão

- **Conclusão**

A bibliografia mostra que quanto mais activa for a estimulação melhor serão os resultados. Aqui a ***filosofia Funcional*** pode ser a mais indicada!

VIII. Tratamento Funcional da Ambliopia 2

Objective: To evaluate the effectiveness of treatment of amblyopia in children aged 7 to 17 years.

Methods: At 49 clinical sites, 507 patients with amblyopic eye visual acuity ranging from 20/40 to 20/400 were provided with optimal optical correction and then randomized to a treatment group (2-6 hours per day of prescribed patching combined with near visual activities for all patients plus atropine sulfate for children aged 7 to 12 years) or an optical correction group (optical correction alone). Patients whose amblyopic eye acuity improved 10 or more letters (≥ 2 lines) by 24 weeks were considered responders.

Results: In the 7- to 12-year-olds ($n=404$), 53% of the treatment group were responders compared with 25% of the optical correction group ($P<.001$). In the 13- to 17-year-olds ($n=103$), the responder rates were 25% and 23%, respectively, overall (adjusted $P=.22$) but 47% and 20%, respectively, among patients not previously treated with patching and/or atropine for amblyopia (adjusted $P=.03$). Most patients, including responders, were left with a residual visual acuity deficit.

Conclusions: Amblyopia improves with optical correction alone in about one fourth of patients aged 7 to 17 years, although most patients who are initially treated with optical correction alone will require additional treatment for amblyopia. For patients aged 7 to 12 years, prescribing 2 to 6 hours per day of patching with near visual activities and atropine can improve visual acuity even if the amblyopia has been previously treated. For patients 13 to 17 years, prescribing patching 2 to 6 hours per day with near visual activities may improve visual acuity when amblyopia has not been previously treated but appears to be of little benefit if amblyopia was previously treated with patching. We do not yet know whether visual acuity improvement will be sustained once treatment is discontinued; therefore, conclusions regarding the long-term benefit of treatment and the development of treatment recommendations for amblyopia in children 7 years and older await the results of a follow-up study we are conducting on the patients who responded to treatment.

Arch Ophthalmol. 2005;123:437-447

IX. Treino da atenção central e periférica e “syntonics”

- **Princípio do treino da visão central e periférica**

Pretende “aumentar” o campo visual e resolver, por exemplo, problemas de aprendizagem

- **Princípio da “syntonic phototherapy”**

Consiste no uso de lâmpadas coloridas a preencher o campo visual que se encontraria de outra forma vazio.

Atualmente estas abordagens da Optometria Funcional não têm qualquer suporte científico

X. Terapia visual para o desporto 1

- **Objectivo**

A terapia para o desporto pretende aumentar o desempenho visual e motor através de exercícios visuais

- **Conclusão**

Existe um número **muito limitado** de estudos que associam o treino visual com a melhoria do desempenho nas tarefas visuais e motoras

X. Terapia visual para o desporto 2

Destes estudos ainda não ficou claro que as melhorias observadas são o resultado do treino

- **Curiosamente ...**

Existe um grande interesse e intensa pesquisa para se perceber se os movimentos oculares e os movimentos dos braços estão ligados e se são mutuamente dependentes (dependem uns dos outros)

XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 1

- **Âmbito**

Existe um grande interesse em perceber se a reabilitação visual pode ser benéfica para problemas neurológicos sejam estes de desenvolvimento ou adquiridos

Este é um campo que está normalmente no domínio da terapia ocupacional, mas parece existir evidência que a interdisciplinaridade pode trazer benefícios para os pacientes

XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 2

Treino para hemianopsia devido a acidente vascular cerebral

Br J Ophthalmol 2005;**89**:30–35. doi: 10.1136/bjo.2003.040543

Aim: To examine whether visual restitution training (VRT) is able to change absolute homonymous field defect, assessed with fundus controlled microperimetry, in patients with hemianopia.

Methods: 17 patients with stable homonymous visual field defects before and after a 6 month VRT period were investigated with a specialised microperimetric method using a scanning laser ophthalmoscope (SLO). Fixation was controlled by SLO fundus monitoring. The size of the field defect was quantified by calculating the ratio of the number of absolute defects and the number of test points; the training effect E was defined as the difference between these two ratios before and after training. A shift of the entire vertical visual field border by 1° would result in an E value of 0.14.

Results: The mean training effect of all right eyes was $E=0.025$ (SD 0.052) and all left eyes $E=0.008$ (SD 0.034). In one eye, a slight non-homonymous improvement along the horizontal meridian occurred.

Conclusions: In one patient, a slight improvement along the horizontal meridian was found in one eye. In none of the patients was an explicit homonymous change of the absolute field defect border observed after training.

XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 3

Prismas conjugados no Autismo 1

Autismo: a criança autista pode apresentar postura anormal do corpo, inclinação da cabeça e distúrbios dos movimentos e forma de andar

- **Potencial**

Alguns estudos defendem que os prismas podem reduzir o ângulo de inclinação da cabeça melhorando a interacção social e o contacto olhos nos olhos

XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 4

Prismas conjugados no Autismo 2 -- Estudo de Kaplan et. 1998

Child Psychiatry and Human Development, Vol. 29(1), Fall 1998
© 1998 Human Sciences Press, Inc.

ABSTRACT: A double-blind crossover design was used to assess the efficacy of wearing ambient lenses to reduce the behavioral symptoms of autism. Eighteen autistic individuals, ranging in age from 7 to 18 years, participated in the study. Behavior, attention, and orientation were evaluated at 1 1/2 months, 2 months, 3 months, and 4 months. Compared to the placebo condition, the results showed a decrease in behavior problems at the 1 1/2 and 2 month assessment periods and a slight loss of these benefits at the 3 and 4 month assessment periods. These findings support the prediction that ambient lenses, worn without engaging in visual-motor exercises, have positive effects on autistic individuals.

KEY WORDS: Autism; Vision; Ambient Lenses; Prism Lenses.

XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 5

Prismas conjugados no Autismo 3

Falhas importantes nos estudos

Estes estudos falham por serem sempre apresentados pelo mesmo grupo e porque aparentemente a eficácia dos prismas diminui ao fim de alguns meses

XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 6

Prismas horizontais conjugados p/ campo visual negligenciado

Estudos anteriores com este tipo de prismas em indivíduos normais mostraram que existe adaptação rápida aos prismas

<http://www.hemianopsia.net/the-fresnel-prism/>

Estudos em pacientes com AVC em que o lado esquerdo do campo ficou esquecido mostraram que estes pacientes melhoram a capacidade de fazer tarefas manuais na linha média do corpo e em testes neuropsicológicos

XI: Terapia visual na Neuro-reabilitação 7

Prismas horizontais conjugados p/ campo visual negligenciado

- **Indivíduos normais vs pacientes**

Os efeitos dos prismas nos doentes são mais duradouros porque, ao contrário dos normais, os prismas vêm compensar (e não introduzir) a discrepância introduzida pelo AVC em que a percepção subjetiva da linha média do corpo é diferente da localização objetiva.

UNIDADE 2 DA RETINA AO CORTEX -1

Objectivo: Nesta unidade estudaremos a forma como é conduzida a informação visual desde que é recebida na retina até atingir algumas áreas do córtex visual e outras zonas do cérebro. No final o aluno deve ser capaz de nomear as estruturas principais envolvidas no trajeto, as suas características e deve perceber conceitos tais como “*correspondência retinotópica*”.

UNIDADE 2	73
O tecido nervoso 1-neuronios	75
O tecido nervoso 2-sinapses	76
Tecido nervoso 3-glia	77
Células da retina 1-Circuitos retinianos	78
Células da retina 2.....	85
Células da retina 3.....	86
Células ganglionares da retina (CG) 1	87
Células ganglionares da retina (CG) 2	88
Propriedades das células ganglionares 1.....	89
Propriedades das células ganglionares 2.....	90
Propriedades das células ganglionares 3.....	91
Propriedades das células ganglionares 4.....	92
Propriedades das células ganglionares 5.....	93
Características fundamentais da via óptica (VO) primária 1 .	94

Características fundamentais da via óptica (VO) primária 2 .	95
Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crivosa 1	96
Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crivosa 2 -- Ficamos aqui a 15/03/13.....	97
Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crivosa 3.....	98
As CG do nervo óptico para o tracto óptico	100
O tracto óptico	101
O núcleo geniculado lateral 1	102
O núcleo geniculado lateral 2	103
O núcleo geniculado lateral 3	104
O núcleo geniculado lateral 4	105
O núcleo geniculado lateral 5	106
Bibliografia	107

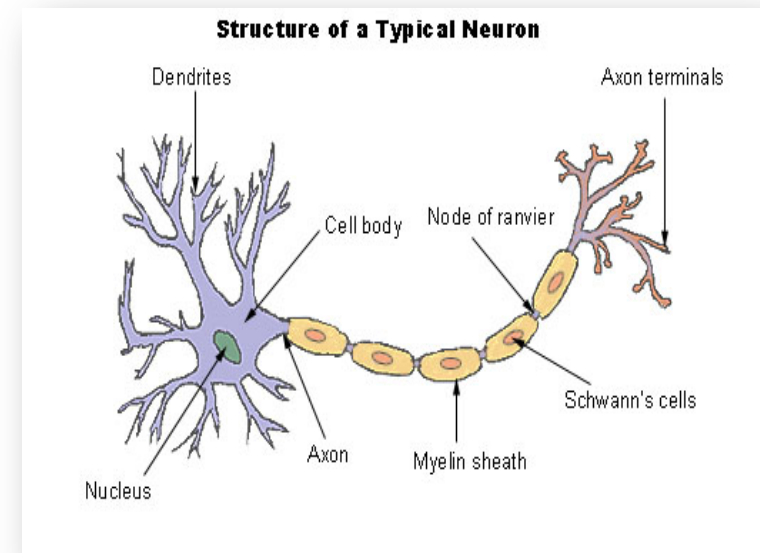
O tecido nervoso 1-neuronios

Os neurónios são responsáveis pela transmissão da informação através dos impulsos nervosos

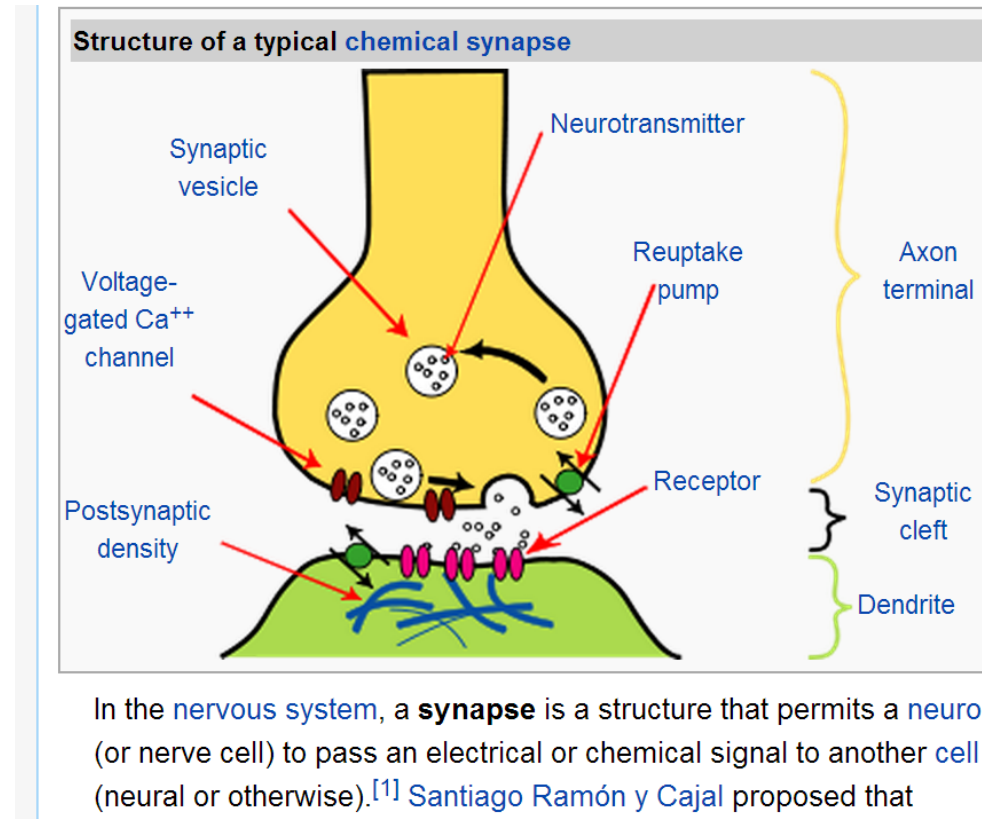
Constituídos por:

Corpo celular - inclui o núcleo

Dendrites - ramificações que se estendem a partir do corpo celular, o output do neurónio viaja através do axónio



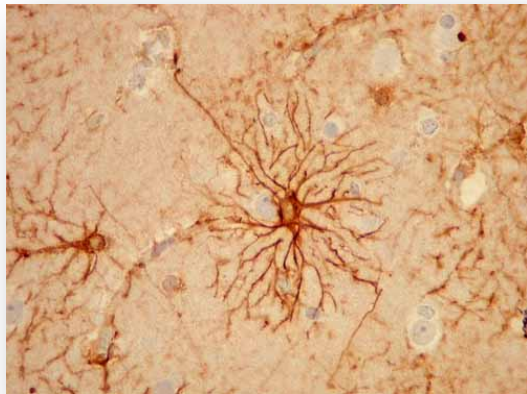
O tecido nervoso 2-sinapses



Estrutura da sinapse que permite aos neurónios passar sinais elétricos ou químicos de uma célula para outra (fonte: wikipedia)

Tecido nervoso 3-glia

As células da glia são especializadas no suporte aos neurónios também tem um corpo celular e dendrites mas ao contrário dos axónios dos neurónios não conduzem impulsos nervosos



Astrocito

(Um tipo de célula da glia)

Células da retina 1-Circuitos retinianos

A retina é constituída por classes de neurónios organizados em camadas tal como se mostra no esquema.

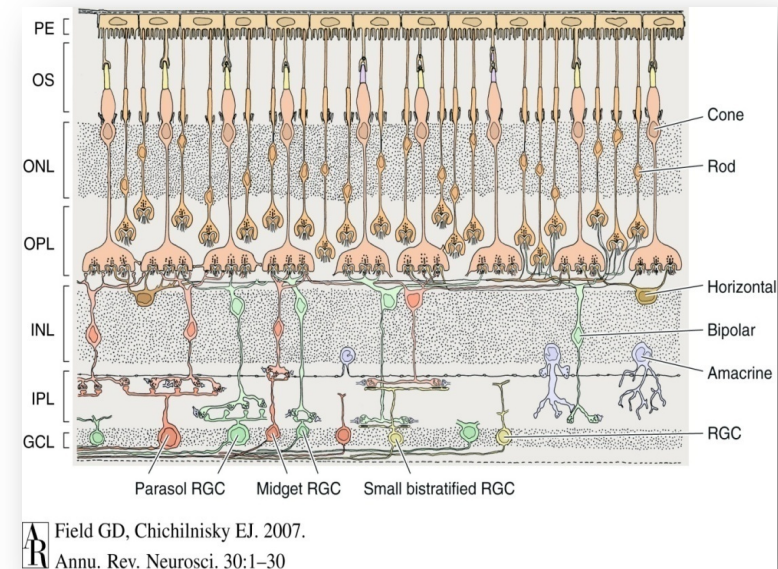
PE - Epitélio pigmentar

OS - segmento externo dos fotorreceptores

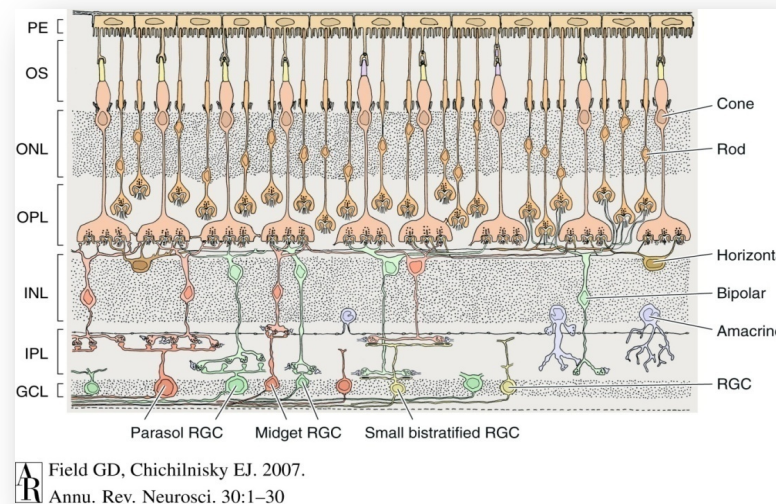
ONL - camada nuclear externa

OPL - camada plexiforme externa

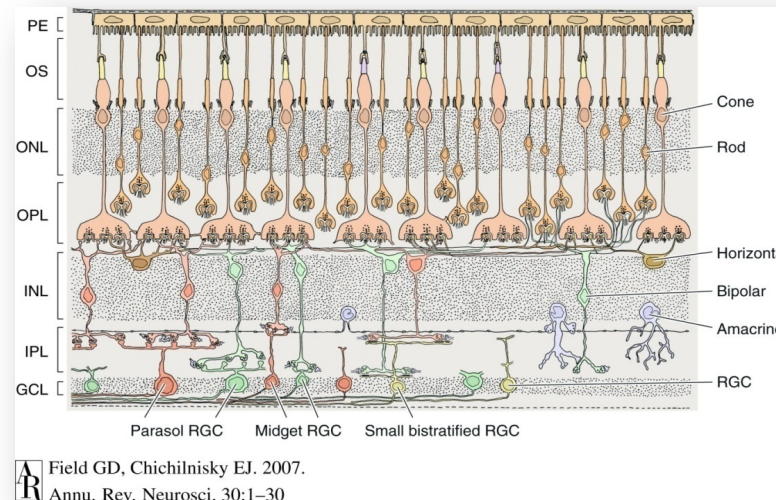
INL- camada nuclear interna



Esquema da retina, secção transversal.



plexiform layer; INL, inner nuclear layer; IPL, inner plexiform layer; GCL, ganglion cell layer. Rod and cone photoreceptor cells transduce light into electrical signals and synapse onto bipolar and horizontal cells. Rod photoreceptors mediate night vision; cone photoreceptors mediate daylight vision. Bi



Células Bipolares

cells. Rod photoreceptors mediate night vision; cone photoreceptors mediate daylight vision. Bipolar cells integrate and convey photoreceptor signals to retinal ganglion cells (RGCs) and amacrine cells.

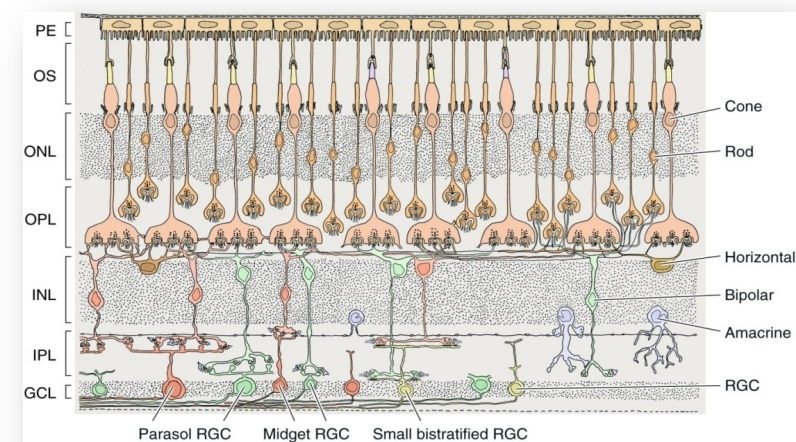
Horizontal cells perform lateral processing by interacting with bipolar and photoreceptor cells; amacrine cells perform lateral processing by interacting with bipolar cells and RGCs. RGCs transmit visual

Hori:

cells perform lateral processing by interacting with bipolar cells and RGCs. RGCs

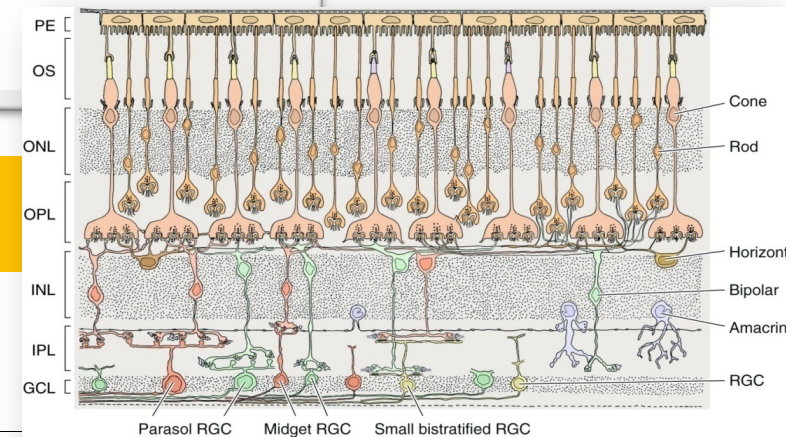
cell **Células Ganglionares da Retina (RGC)** nit visual

information, in the form of spatiotemporal patterns of action potentials, to seven major target areas in the brain: lateral geniculate nucleus, superior colliculus, pretectum, pulvinar, accessory optic system, pregeniculate nucleus, and suprachiasmatic nucleus. Of the five major cell classes, only RGCs and some amacrine cells fire action potentials; other cells represent visual information with graded potentials. Each major retinal cell class consists of multiple cell types distinguished by morphology, connectivity, and light response properties. (L)ong and (M)iddle wavelength sensitive cones are shown with yellow outer segments, and (S)hort wavelength sensitive cones are shown with blue. Bipolar cells, amacrine cells, and



Field GD, Chichilnisky EJ. 2007. Annu. Rev. Neurosci. 30:1-30

segments, and (S)hort wavelength sensitive cones are shown with blue. Bipolar cells, amacrine cells, and RGCs make cell-type specific contacts in different sublayers of the IPL, which contribute to shaping RGC light responses. In general, the processes of ON bipolars terminate in the inner layers of the IPL and synapse on to ON RGCs (*green*); similarly, OFF bipolars stratify in the outer layers and synapse on to OFF RGCs (*red*). Some RGCs stratify in more than one layer of the IPL and receive input from both ON and OFF bipolars (*yellow*). Five major circuits, including ON and OFF midget bipolars synapsing on midget RGCs, ON and OFF diffuse bipolars synapsing on parasol RGCs, and S cone bipolars synapsing on small bistratified cells are shown in detail (*left*). (*Right*) Shown are two elements of rod pathway circuitry: the synaptically connected A2 amacrine cell and rod bipolar cell. Several bipolars, amacrines, and RGCs are shown with truncated and/or disconnected processes to indicate uncertainty about their morphology and connectivity. Modified with permission from Rodieck (1988).



Não será perguntado no teste

Table 1. Features of graded potentials and action potentials

(fonte: http://www.physiologyweb.com/lecture_notes/neuronal_action_potential/neuronal_action_potential_graded_potentials_versus_action_potentials.html)

Graded potentials	Action potentials
Depending on the stimulus, graded potentials can be depolarizing or hyperpolarizing.	Action potentials always lead to depolarization of membrane and reversal of the membrane potential.
Amplitude is proportional to the strength of the stimulus.	Amplitude is all-or-none; strength of the stimulus is coded in the frequency of all-or-none action potentials generated.
Amplitude is generally small (a few mV to tens of mV).	Large amplitude of ~100 mV.
Duration of graded potentials may be a few milliseconds to seconds.	Action potential duration is relatively short; 3-5 ms.
Ion channels responsible for graded potentials may be ligand-gated (extracellular ligands such as neurotransmitters), mechanosensitive, or temperature sensitive channels, or may be channels that are gated by cytoplasmic signaling molecules.	Voltage-gated Na ⁺ and voltage-gated K ⁺ channels are responsible for the neuronal action potential.
The ions involved are usually Na ⁺ , K ⁺ , or Cl ⁻ .	The ions involved are Na ⁺ and K ⁺ (for neuronal action potentials).
No refractory period is associated with graded potentials.	Absolute and relative refractory periods are important aspects of action potentials.
Graded potentials can be summed over time (temporal summation) and across space (spatial summation).	Summation is not possible with action potentials (due to the all-or-none nature, and the presence of refractory periods).

Não será perguntado no teste

Células da retina 2

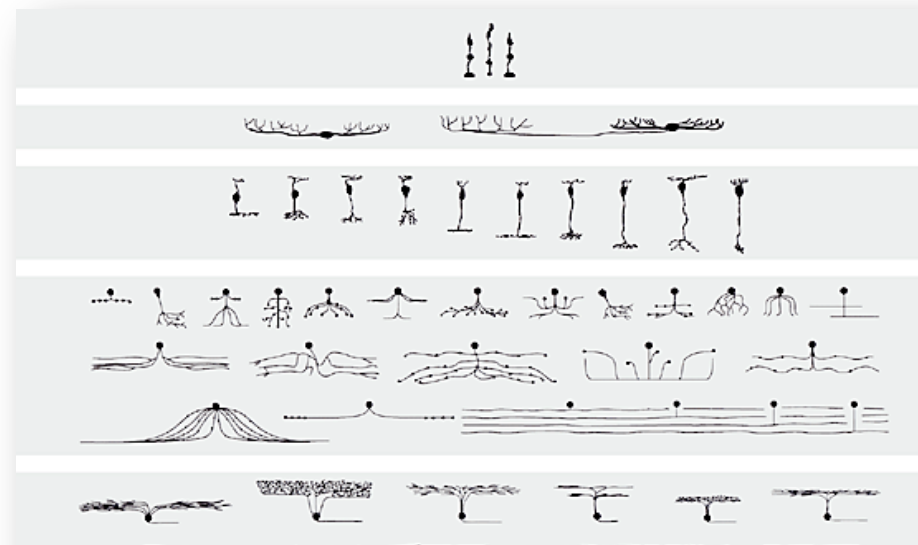
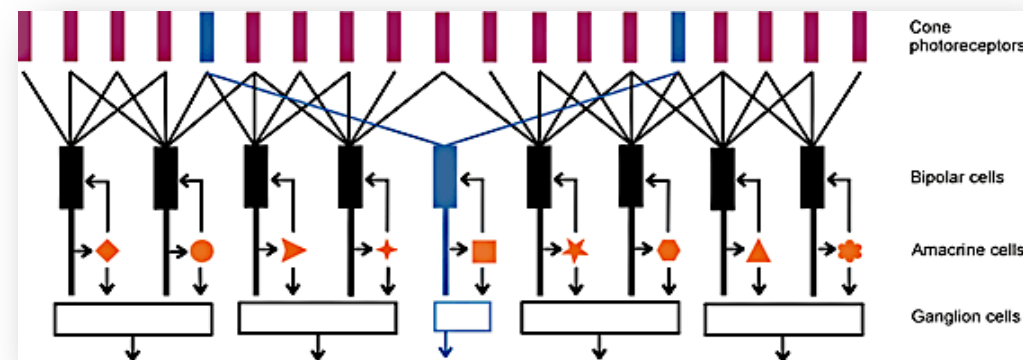


Fig. 1. The major cell types of a typical mammalian retina. From the top row to the bottom, photoreceptors, horizontal cells, bipolar cells, amacrine cells and ganglion cells. Amacrine cells, the most diverse class, have been studied most systematically in the rabbit^{3,4}, and the illustration is based primarily on work in the rabbit. Most of the cells are also seen in a variety of mammalian species. The bipolar cells are from work in the rat³⁹; similar ones have been observed in the rabbit, cat¹⁶ and monkey¹⁷. For steric reasons, only a subset of the wide-field amacrine cells is shown.

Células da retina 3



Não será perguntado no teste

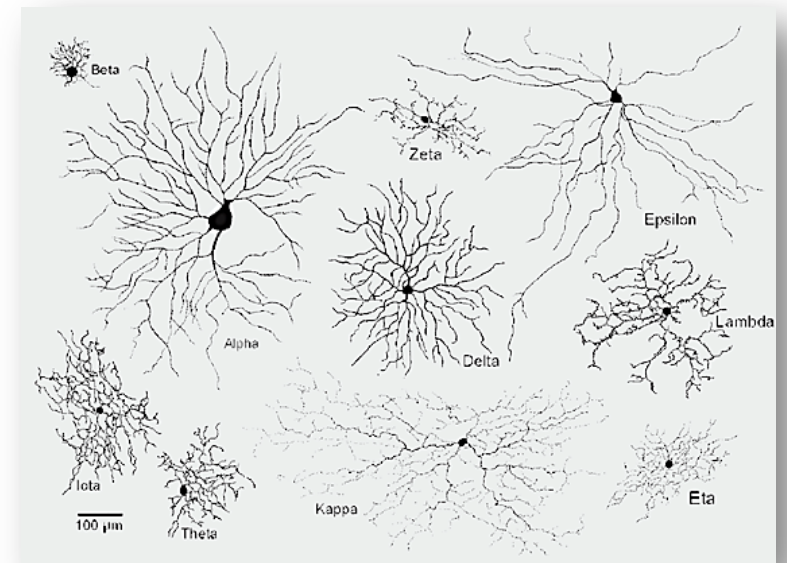
Fig. 6. The fundamental signal-carrying pathways of a generic mammalian retina, reduced to a conceptual minimum. Each type of bipolar cell (black) transmits a different type of information to the inner retina. The information that it transmits is determined by the bandwidth of the cones that it contacts, the number and type of those cones, the transfer function of the cone to bipolar synapse, and its interplay with amacrine cells. This is a minimal representation of the amacrine cells, which also include wide-field cells and which have synaptic contacts among each other. The different types of bipolar cells are contacted by distinct types of amacrine cells, in a variety of synaptic arrangements. These converge upon the retinal ganglion cells, in which specific combinations of bipolar and amacrine inputs create many functional types of ganglion cells.

Células ganglionares da retina (CG) 1

A classificação das células ganglionares é baseada na sua morfologia: 1) dimensão da célula; 2) extensão das dendrites

Células maiores # **células M** # os seus axónios dirigem-se para a camada laminar magno do núcleo geniculado lateral (NGL)

Células + pequenas # **células P** # os seus axónios projetam para as camadas parvocelulares do NGL



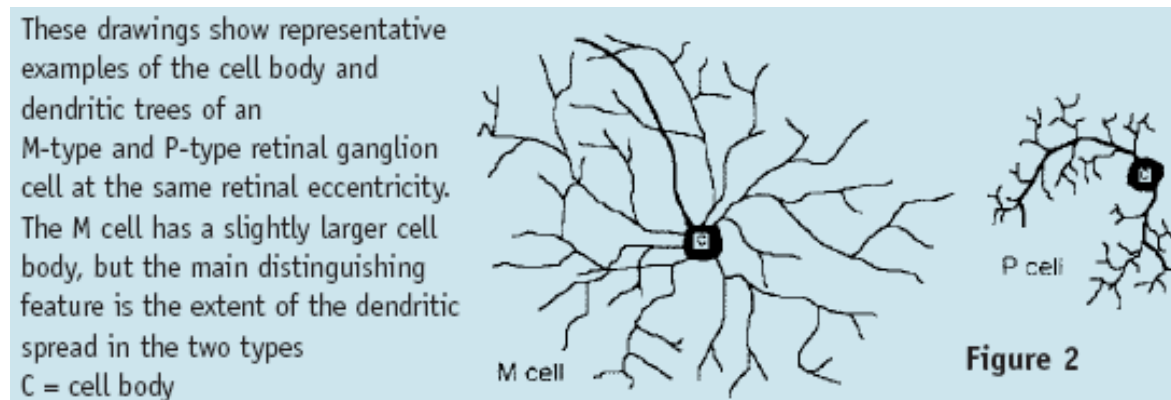
Células ganglionares da retina (CG) 2

- **CG da retina são cerca de 1.1 - 1.3 milhões**

As células M correspondem ~10%

As células P correspondem ~80%

Os restantes 10% das CG são de vários tipos mas não enviam axónios para o NGL



Propriedades das células ganglionares 1

O campo receptivo (CR) é a área da retina que é “monitorizada” pela célula ganglionar

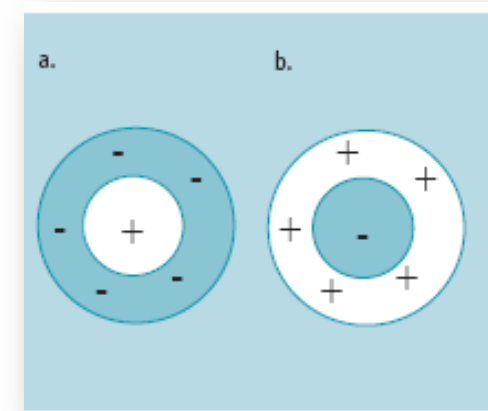
A interação entre células produz uma organização centre-surround

ON cells - respondem quando a luz incide no centro

OFF cells - NÃO respondem quando a luz incide no centro

Propriedades das células ganglionares 2

As CG estão organizadas para responder as diferenças de iluminação entre o centre-surround, isto é, ao contraste.



Campos receptivos das células M ou P podem ser do tipo ON ou OFF

Na fóvea o diâmetro dos CR das P $\sim 0.03^\circ$ e das M $\sim 0.06^\circ$

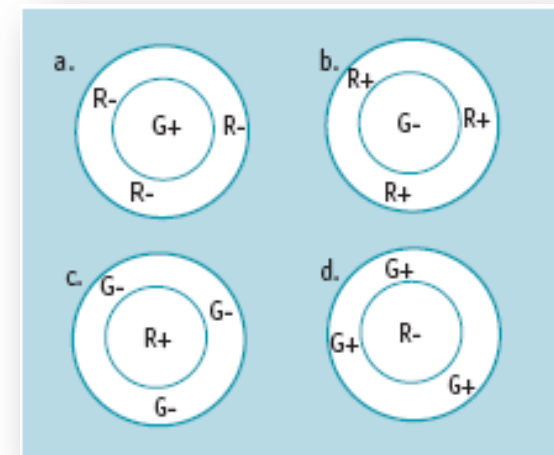
Propriedades das células ganglionares 3

CR pequenos (células P) -- são seletivos ao comprimento de onda (cdo) -- o seu tamanho reduzido permite que sejam densos na zona central da retina e têm capacidade de identificação dos detalhes (grande resolução)

CR grandes (células M) -- não são seletivos aos cdo e têm fraca resolução

Propriedades das células ganglionares 4

As células P têm CR sensíveis ao cdo, isto permite-lhes “obter” a oponência das cores, i.é., centre-surround respondem a cdo \neq 's



Propriedades das células ganglionares 5

As respostas das CG codificam o mundo visual que se propaga na forma de potencial de acção ao longo dos axónios

Os alvos das CG do tipo M e P são:

- * Núcleo geniculado lateral (NGL)
- * Culiculo superior (CS)
- * Pretectum
- * Sistema óptico acessório
- * Núcleo supra quiasmático

Características fundamentais da via óptica (VO) primária 1

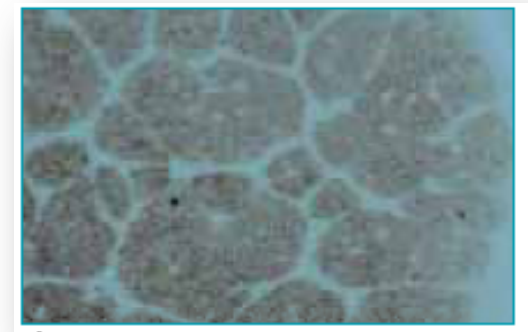
Região intraocular

A VO é constituída pelo axónios das CG

A região intra-ocular corresponde à cabeça do Nervo Óptico (NO)

Características fundamentais da via óptica (VO) primária 2

A microestrutura é complexa mas, de forma simples, a este nível os neurónios das CG não têm mielina e estão divididos em fascículos que passam através das colunas de astrocitos e colagénio que forma a lâmina crivosa



Corte histológico do NO

Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crivosa 1

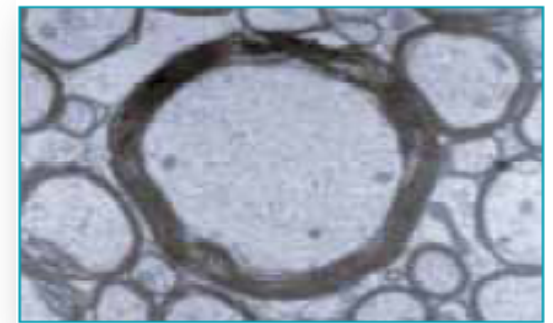
O segmento intraorbital do NO é cerca de 25% mais espesso do que a zona intra-ocular

O aumento da espessura deve-se ao aumento do tamanho dos axónios das CG

Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crivosa 2 -- Ficamos aqui a 15/03/13

Células M -- têm axónios de grande diâmetro e parede de mielina espessa

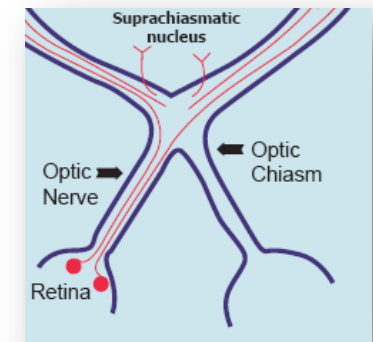
Células P -- têm axónios com pequenos diâmetro e parede de mielina - espessa que as tipo M



Corte histológico das CG

Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crivosa 3

O Nervo óptico é 5-8 mm maior que o tamanho da orbita (tem trajetória curva) provavelmente para permitir maior flexibilidade ao olho



Os axónios agrupados em fascículos e não numa coluna única aumentam a flexibilidade do nervo ótico nesta zona

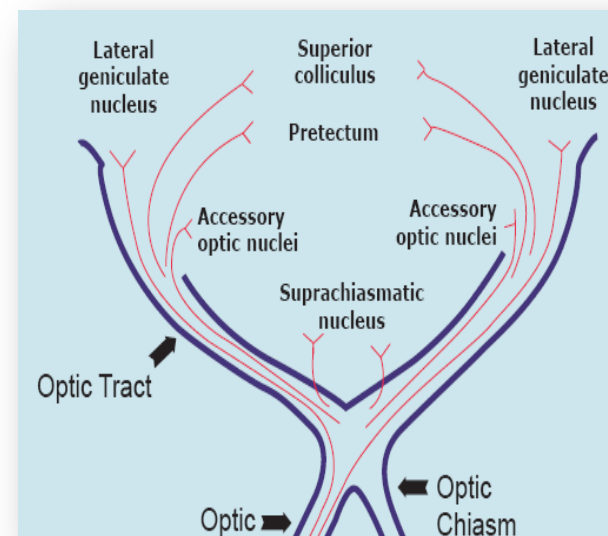
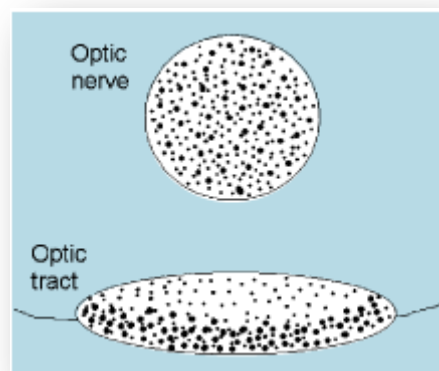
O nervo ótico atravessa o osso esfenoide através do canal óptico até chegar ao quiasma

O número de fascículos axionais vai diminuído -- no quiasma os axónios dividem-se

As CG do nervo óptico para o tracto óptico

No trato óptico os dois tipos de dendrites dos neurónios não estão misturados, i.e., aqui os axónios não formam imagens correspondentes aquelas que saem da retina

Dendrites do tipo M estão à superfície, do tipo P estão em todo o trato óptico



O tracto óptico

Em consequência da separação das dendrites no TO não existe **uma** mas sim **duas** representações da imagem do olho contralateral -- **uma** por cada tipo de célula

Células do tipo M e P estão distribuídas por toda a retina -- assim existe a possibilidade de se encontrar alterações de campo visual específicas para o tracto óptico

O núcleo geniculado lateral 1

O NGL é o principal alvo dos axónios da CG da retina e é através deste que a informação envolvida na nossa noção consciente de visão é transmitida ao córtex

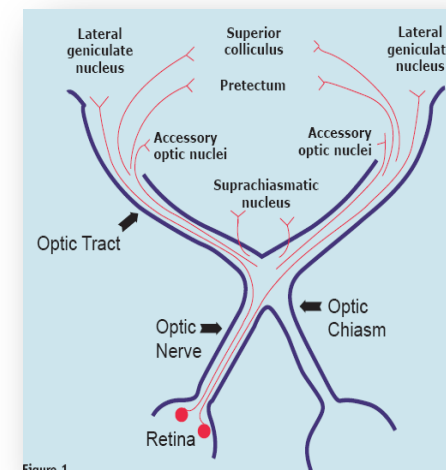
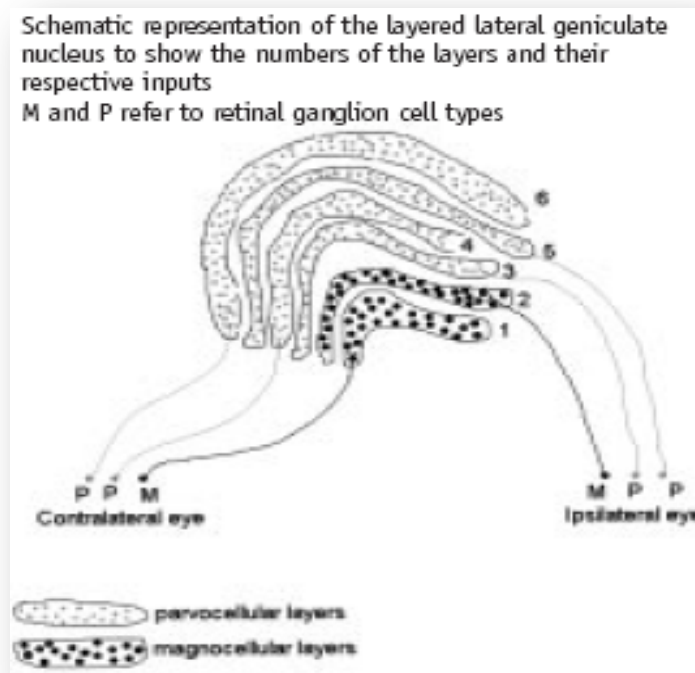


Figure 1

O núcleo geniculado lateral 2

O NGL é essencialmente um núcleo de transmissão de informação mas o input da retina não sai daqui sem ser submetido a processamento

O NGL tem CR distribuídos por camadas que reflectem a organização das CG da retina que chegam até estas camadas

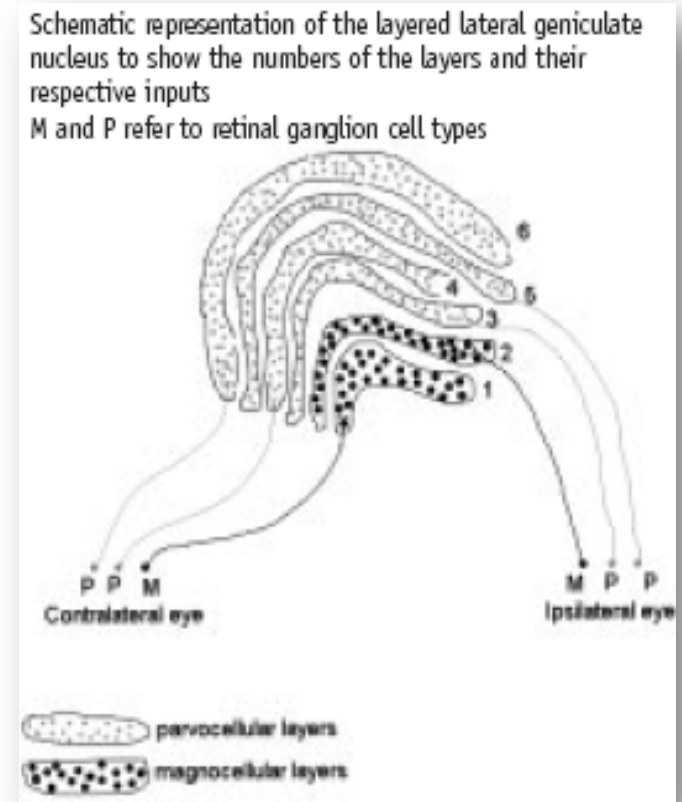
Os inputs retinianos passam pelo NGL que serve como uma espécie de filtro dinâmico que deixa passar para o córtex visual apenas a informação desejável

O núcleo geniculado lateral 3

NGL tem 6 camadas, as lâminas de cada camada estão separadas por zonas pobres em células

As células de tamanho mais pequeno são as camadas parvocelulares

As células com corpo celular grande são as magnocelulares



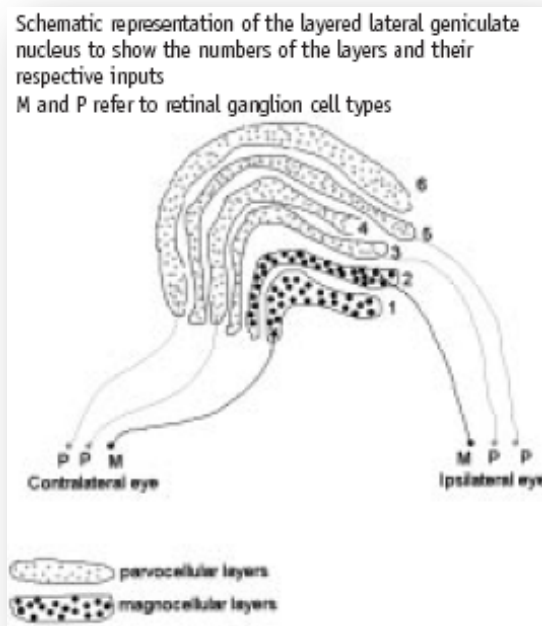
O núcleo geniculado lateral 4

Cada camada só recebe informação do olho ipsilateral ou contralateral o que significa que o olho e o tipo de célula mudam de uma camada para a outra

As relações topográficas dos CG da retina são mantidas em cada camada

O núcleo geniculado lateral 5

O NGL contém um mapa neuronal retinotópico no qual regiões vizinhas da retina projectam para regiões adjacentes em cada camada



A representação do campo central está aumentada devido à maior densidade de células ganglionares da retina central que chegam ao NGL

Bibliografia

Purves, D et al, in Neuroscience, 3rd Edition

Capítulos 10 e 11

UNIDADE 3 DA RETINA AO CORTEX -2

Objectivo: Nesta unidade estudaremos a forma como é conduzida a informação visual desde que é recebida na retina até atingir algumas áreas do córtex visual e outras zonas do cérebro. No final o aluno deve ser capaz de enumerar as áreas envolvidas na transmissão da informação visual e a sua função. Deve ser capaz de descrever a organização básica do córtex visual primário nas suas diferentes camadas.

UNIDADE 3 Da Retina ao cortex -1 73

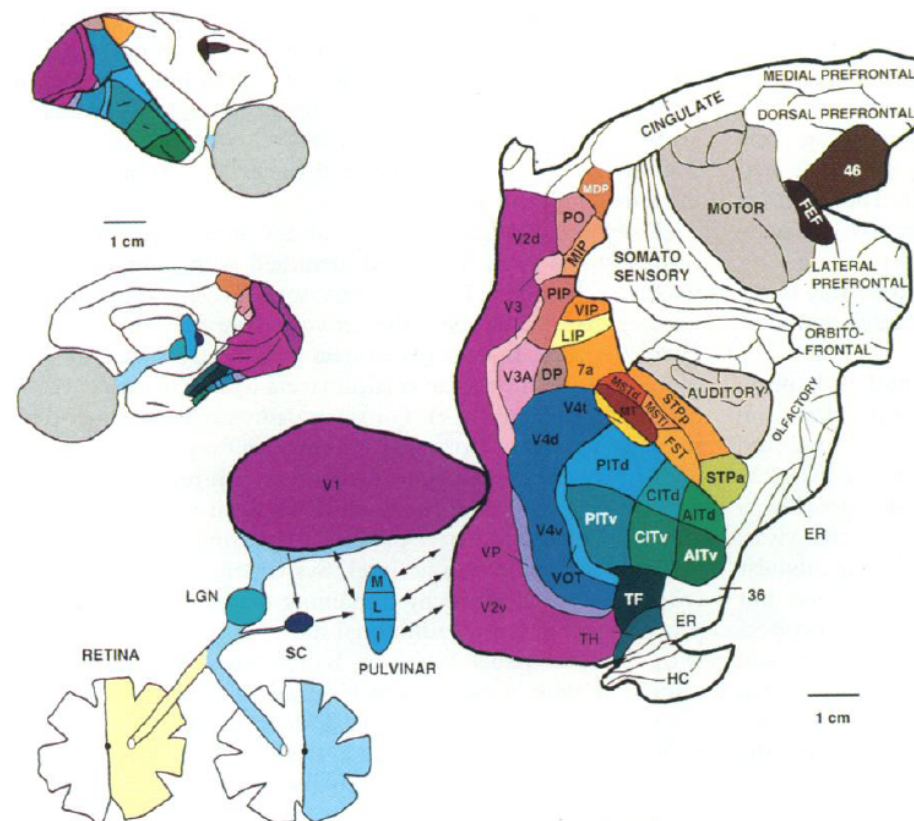
O tecido nervoso 1-neuronios	75	O tracto óptico	101
O tecido nervoso 2-sinapses	76	O núcleo geniculado lateral 1	102
Tecido nervoso 3-glia	77	O núcleo geniculado lateral 2	103
Células da retina 1-Circuitos retinianos	78	O núcleo geniculado lateral 3	104
Células da retina 2.....	85	O núcleo geniculado lateral 4	105
Células da retina 3.....	86	O núcleo geniculado lateral 5	106
Células ganglionares da retina (CG) 1	87	Bibliografia	107
Células ganglionares da retina (CG) 2	88	Vista global do sistema visual do primata.....	111
Propriedades das células ganglionares 1.....	89	O colículo superior (CS) - 1.....	112
Propriedades das células ganglionares 2.....	90	O colículo superior - 2.....	113
Propriedades das células ganglionares 3.....	91	Colículo superior: camadas superficiais 1	114
Propriedades das células ganglionares 4.....	92	Colículo superior: camadas superficiais 2	115
Propriedades das células ganglionares 5.....	93	Colículo superior: camadas profundas	116
Características fundamentais da via óptica (VO) primária 1 .	94	Pretectum 1	117
Características fundamentais da via óptica (VO) primária 2 .	95	Pretectum 2	118
Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crívosa 1	96	Pretectum 3	119
Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crívosa 2 -- Ficamos aqui a 15/03/13.....	97	Pretectum 4	120
Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crívosa 3	98	Pretectum 5 -- exemple de estudo -- não sai no exame	121
As CG do nervo óptico para o tracto óptico.....	100	Pretectum 6	123
		Núcleo óptico acessório 1.....	124
		Núcleo óptico acessório 2.....	125
		Núcleo óptico acessório 3.....	126
		Núcleo óptico acessório 4-- ficar aqui 05/04/2013.....	127
		Nucleo supraquiasmático	128

UNIDADE 2

Organização genérica dos hemisférios cerebrais 1	129	A organização de V1 - 8	140
Organização genérica dos hemisférios cerebrais 2	130	V1: organização colunar 1	141
A organização de V1 -1	132	V1: organização colunar 2.....	142
A organização de V1 -2.....	133	V1: organização colunar 3.....	144
A organização de V1 - 3.....	134	V1: organização colunar 4.....	145
A organização de V1 - 4.....	135	V1: Dominância ocular 1.....	146
A organização de V1 - 5.....	136	Resumo da aula 4.....	147
A organização de V1 - 6.....	137	Bibliografia	148
A organização de V1 - 7.....	138		

Vista global do sistema visual do primata

Fig. 1. An overview of the macaque visual system, as seen from lateral and medial views of the right hemisphere and from unfolded representations of the entire cerebral cortex and major subcortical visual structures. The cortical map contains several artificial discontinuities (for example, between V1 and V2). Minor retinal outputs (~10% of ganglion cells) go to the superior colliculus (SC), which projects to the pulvinar complex, a cluster of nuclei having reciprocal connections with many cortical visual areas (37). All structures (except the much thinner retina) are ~1 to 3 mm thick. [Modified, with permission, from (1)]



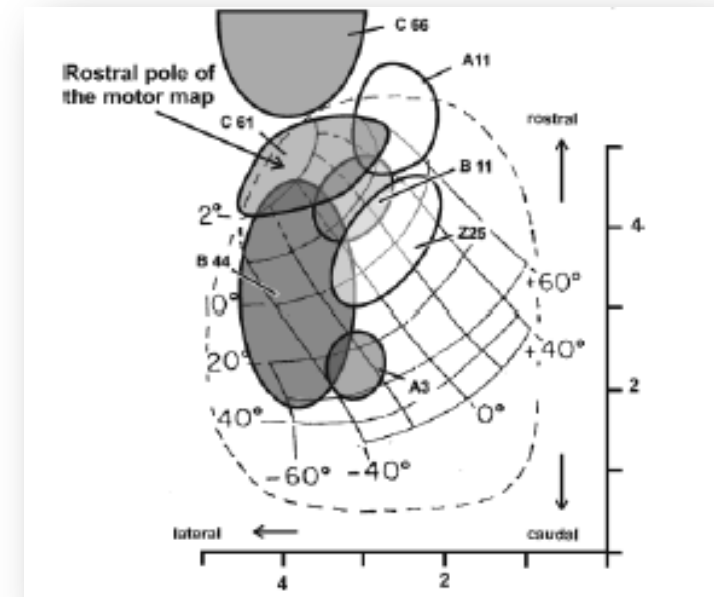
O colículo superior (CS) - 1

Sete (7) camadas ou strata

As camadas são formadas por alternâncias de axônios e corpos celulares

§ camadas superficiais I – III

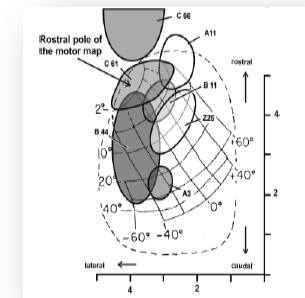
§ camadas profundas IV – VII



Os inputs e outputs destas camadas sugerem que o CS tem vários papéis na visão

O colículo superior - 2

O input da retina para o CS chega através de vários tipos de células ganglionares (que não são nem do tipo M nem do tipo P) e constituem cerca de 10% do total da população de CS



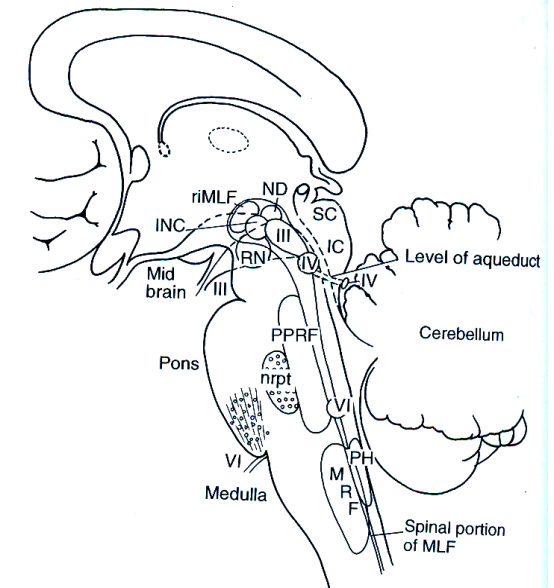
O CS recebe input de ambas as retinas, os axónios que chegam da retina ipsilateral estão separados dos que chegam do contralateral mas terminam na mesma camada

As terminações formam conexões combinadas e que se complementam os inputs bilaterais dão uma representação retinotópica do hemi-campo visual contralateral

Colículo superior: camadas superficiais

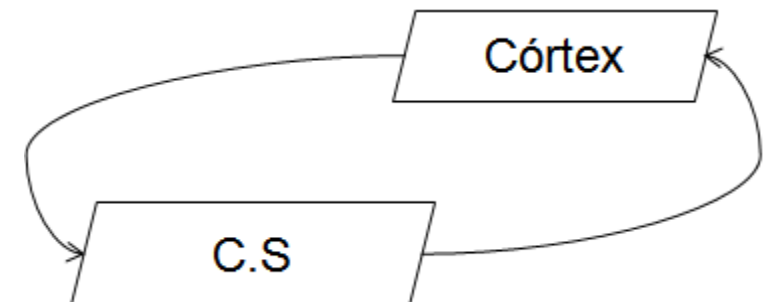
1

As camadas superficiais recebem input da retina e de outras partes do sistema nervoso central com funções visuais



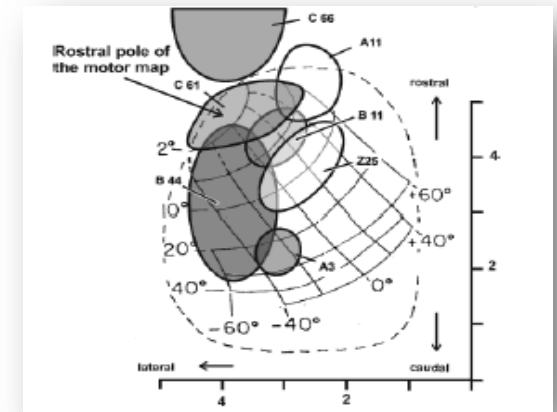
Há input que chega de áreas onde a informação que foi transmitida através do NGL foi submetida a processamento

O input tem uma organização retinotópica, i.é., estão registados de acordo com o input fornecido pela retina



Coliculo superior: camadas superficiais 2

O output do CS vai para o NGL/ complexo pulvionar e também para o nucleo pré-tectal



Projetam para o córtex

Esta via, via CS, constitui uma via paralela à via retino-genicolo-cortex no processamento da informação visual

Coliculo superior: camadas profundas

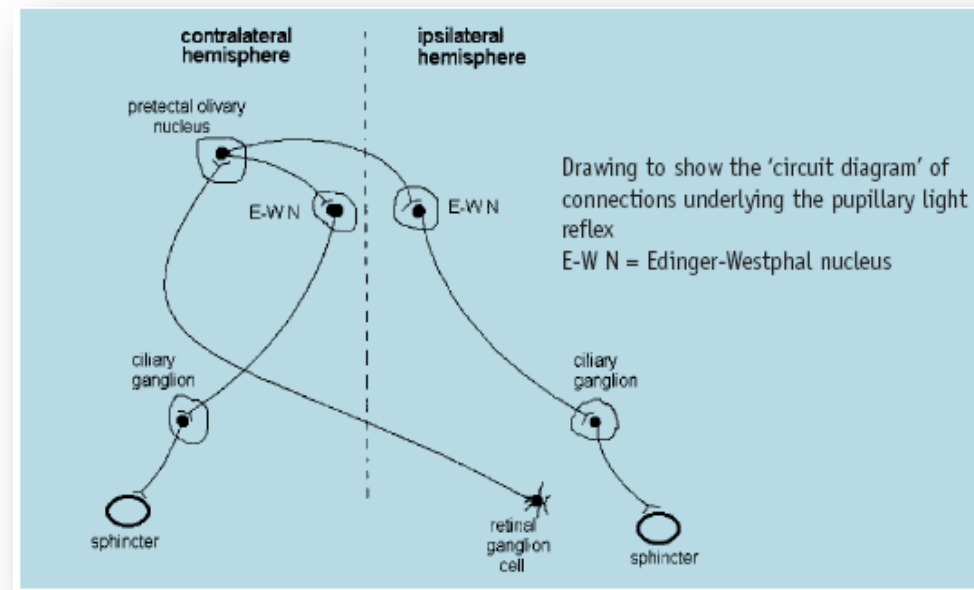
Recebem informação mais diversa

Recebem informação do córtex auditivo e somatosensorial muitos neurónios são multimodais e a representação do mundo externo corresponde à que se encontra nas camadas superiores

Os campos receptivos são maiores nas camadas profundas

A actividade dos neurónios profundos do CS estão relacionados com os movimentos oculares sacádicos, isto implica que o CS tem envolvimento na função visuomotora

Pretectum 1

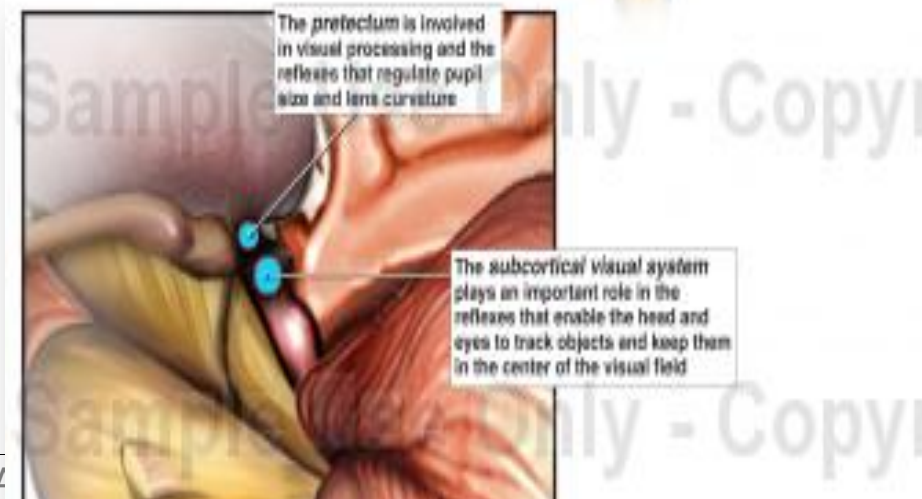
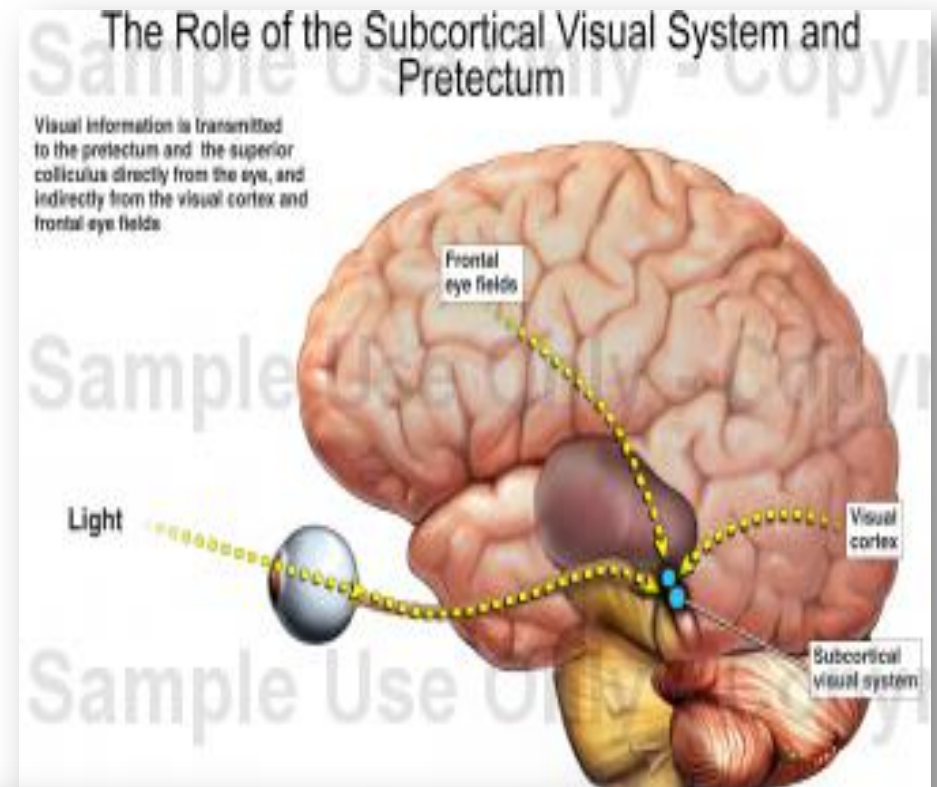


É uma colecção de pequenos grupos de células com bordos distintos e localizados anteriormente ao colículo superior

Pretectum 2

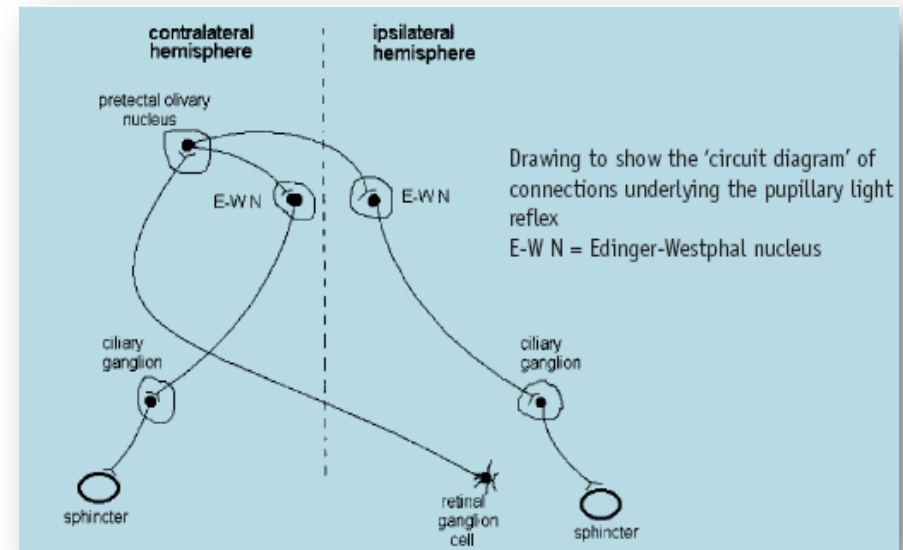
TEM 5 COMPONENTES PRINCIPAIS

- núcleo do tracto óptico
- núcleo olivar pré-tectal
- núcleo pré-tectal posterior
- núcleo pré-tectal médio
- núcleo pré-tectal anterior



Pretectum 3

Núcleo do tracto óptico e o núcleo olivar pré-tetal recebem forte input das células ganglionares da retina



O input das células que erminam no núcleo pré-tetal olivar respondem fortemente a alterações da intensidade (**reflexo pupilar à luz**)

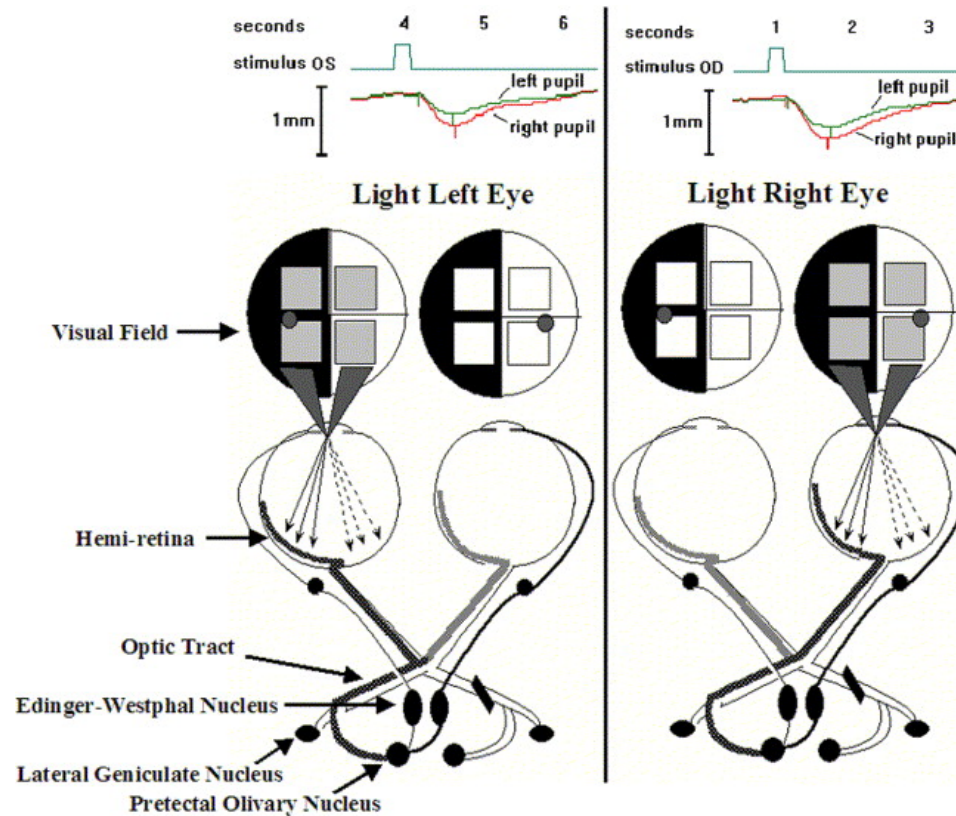
Pretectum 4

Os neurónios pré-ganglionares aferentes do núcleo E-W cruzam-se com os axónios do nervo oculomotor e terminam nas células parasimpáticas pós-ganglionares do gânglio ciliar

Os axónios destas células vão através dos nervos ciliares que enervam o esfíncter da pupila

Pretectum 5 -- exemple de estudo -- não sai no exame

Figure 1. Diagram showing the pupil light reflex (**top**) resulting from stimulating the left eye (OS) with a full-field stimulus (**left**) compared with right eye (OD) stimulation (**right**) in a patient with a right optic tract lesion (black bar). The resulting left homonymous hemianopsia is shown as hemifield loss (black shading) above each eye. Note that the pupil contraction is less for a full-field light stimulus given to the left eye (contralateral to the optic tract lesion), which is lacking in a temporal visual field. Because of the pattern of homonymous hemifield loss in a complete tract lesion, a full-field light stimulus alternated between the two eyes is really comparing the remaining functioning nasal hemifield of one eye (left eye, in this example) with the remaining functioning temporal hemifield of the other (right eye, in this example).



is consistent with the greater percentage of decussating pupillomotor input. *Ophthalmology* 2006;113:1345-1353 © 2006 by the American Academy of Ophthalmology.

Pretectum 6

As células do núcleo do tracto óptico estão relacionadas com a direção do movimento do estímulo, particularmente da periferia para o centro do campo visual - pensa-se que estarão envolvidas na fixação e no nistagmus optocinético

Núcleo óptico acessório 1

O núcleo óptico acessório consiste num pequeno grupo de neurónios que sai do tracto óptico antes de entrar no CS. A trajectória destas células cruza os pequenos núcleos: dorsal/medio/lateral

A maioria (ou toda) a informação das células ganglionares que chega ao núcleo óptico acessório vem do olho contralateral. Os campos recetivos destas células têm selectividade à direcção, i.e., respondem quando o movimento do alvo é na direcção à qual são sensíveis e não respondem quando o movimento é na direcção oposta

Núcleo óptico acessório 2

Como é que uma célula consegue ser selectiva à direcção do movimento?

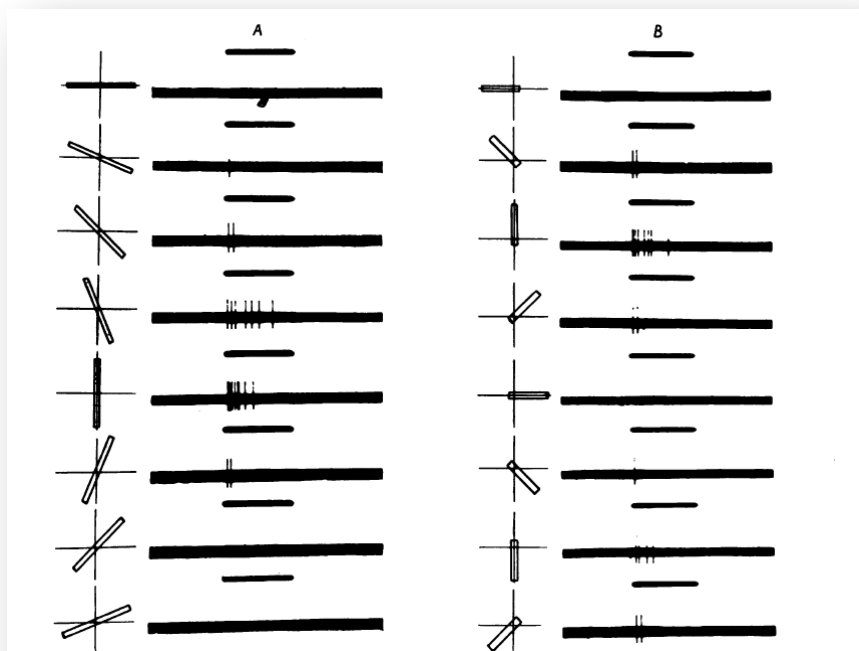
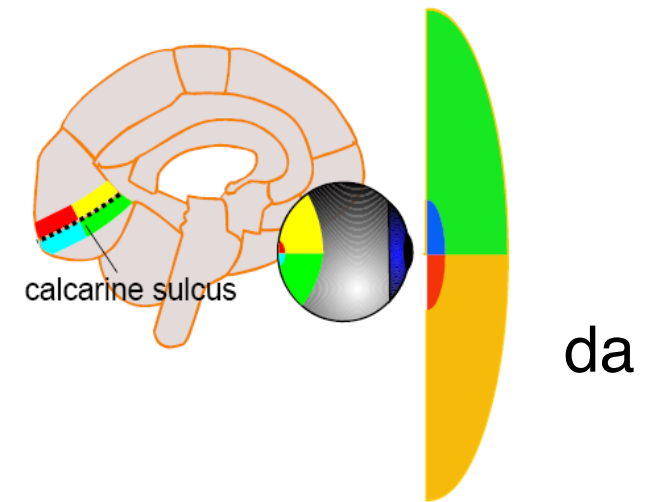


Fig. 3. Same unit as in Fig. 2. *A*, responses to shining a rectangular light spot, $1^\circ \times 8^\circ$; centre of slit superimposed on centre of receptive field; successive stimuli rotated clockwise, as shown to left of figure. *B*, responses to a $1^\circ \times 5^\circ$ slit oriented in various directions, with one end always covering the centre of the receptive field: note that this central region evoked responses when stimulated alone (Fig. 2a). Stimulus and background intensities as in Fig. 1; stimulus duration 1 sec.

As células ganglionares que projectam p/ o núcleo óptico acessório têm direcções preferenciais diferentes que correspondem aos 3 eixos do movimento e que activam os canais semi-circulares e o sistema vestibular

Núcleo óptico acessório 3

A activação dos canais circulares resulta dos movimentos da cabeça que mudam a posição da imagem na retina

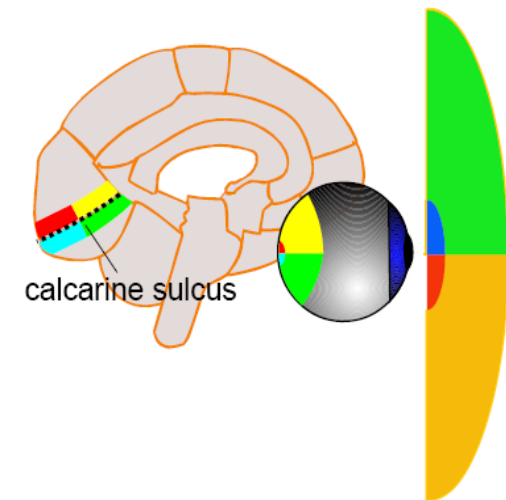


Se os olhos ficassem estáticos a imagem na retina mudaria de posição, para evitar isso os olhos movimentam-se na direcção oposta aos movimentos da cabeça com velocidade semelhante.

Núcleo óptico acessório 4-- ficar aqui 05/04/2013

Para a frequência sai até aqui

Os erros deste sistema são compensados pelas ligações do núcleo óptico acessório ao núcleo vestibular e olivar inferior permitindo assim ver uma imagem nítida e estável na retina



Nucleo supraquiasmático

Núcleo formado por pequenos grupos de células no hipotálamo que em ambos os lados do 3º ventrículo, imediatamente dorsal ao quiasma óptico

Cada ventrículo recebe projeções das células ganglionares via tracto retino-hipotalâmico. Os neurónios com este tipo de input são ramificações dos axónios que passam pelo tracto óptico

A função deste núcleo é funcionar como relógio biológico que gera os ritmos circadianos e influencia os ritmos diários. As células ganglionares deste núcleo são sensíveis à luz e não às alterações da luminosidade

Organização genérica dos hemisférios cerebrais 1

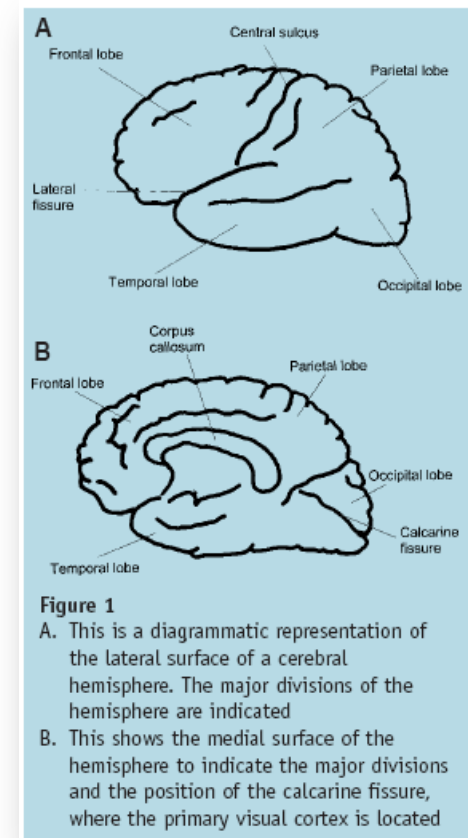
* frontal

* parietal

* temporal

* occipital

A via primária de transmissão de informação visual para o córtex visual primário é constituída pelos axónios das camadas M e P do NGL



Organização genérica dos hemisférios cerebrais 2

To where do LGN neurons project?

To primary visual cortex located at the back of the head mostly on the medial (inside) side.

Primary visual cortex has many names: V1, area 17, & striate cortex.

V1, like every cortical area, is made up of a thin sheet of grey matter near the surface.

To pack lots of grey matter into a skull, this sheet is folded.

Having lots of grey matter is good because this is where the cells and connections are.

Below the grey matter lies the white matter.

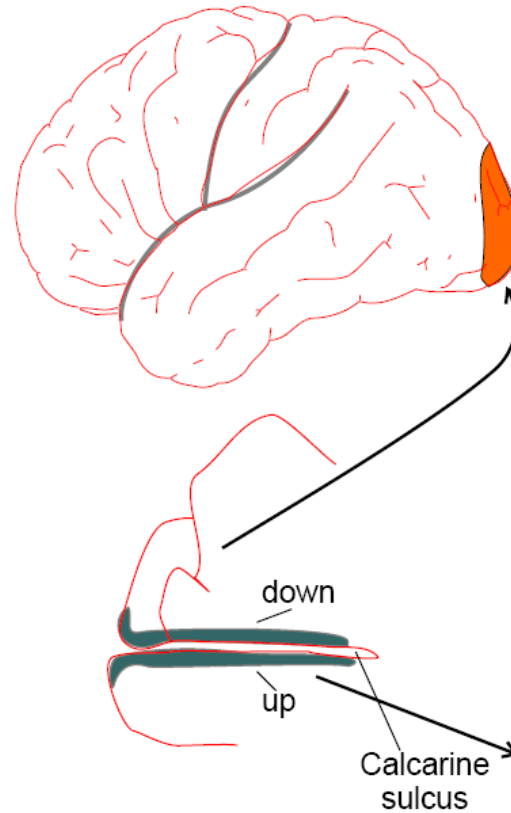
White matter contains the nerve fibers that interconnect the cells in the grey matter.

The gray matter has 6 layers.

V1 is also called the striate cortex because of a very thick layer 4.

This is where massive input from the LGN ends.

To where do LGN neurons project?



To primary visual cortex located at the back of the head mostly on the medial (inside) side.

Primary visual cortex has many names: V1, area 17, & striate cortex.

V1, like every cortical area, is made up of a thin sheet of grey matter near the surface.

To pack lots of grey matter into a skull, this sheet is folded.

Having lots of grey matter is good because this is where the cells and connections are.

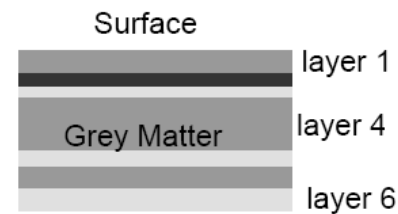
Below the grey matter lies the white matter.

White matter contains the nerve fibers that interconnect the cells in the grey matter.

The gray matter has 6 layers.

V1 is also called the striate cortex because of a very thick layer 4.

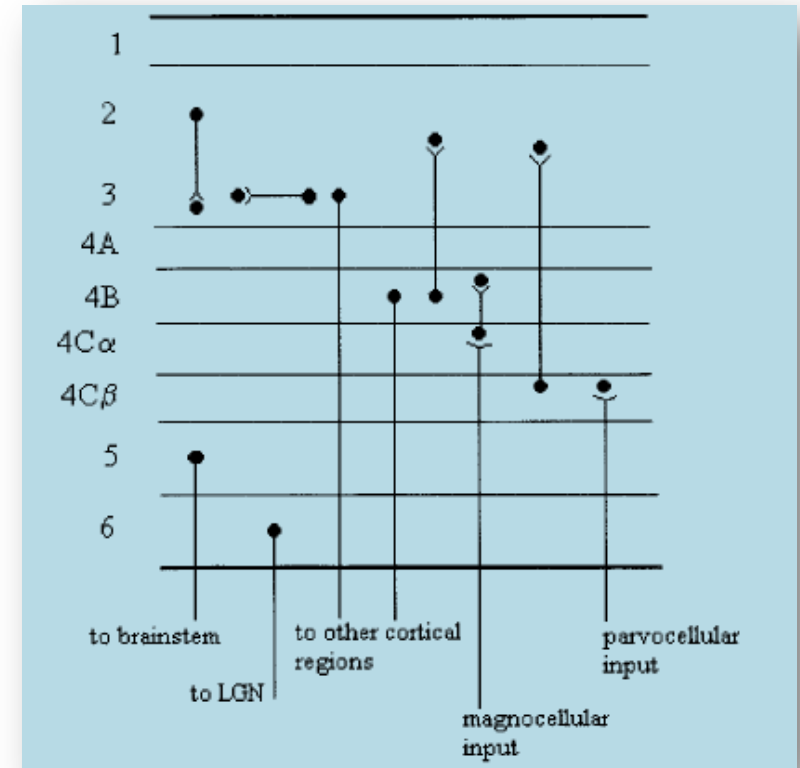
This is where massive input from the LGN ends.



A organização de V1 -1

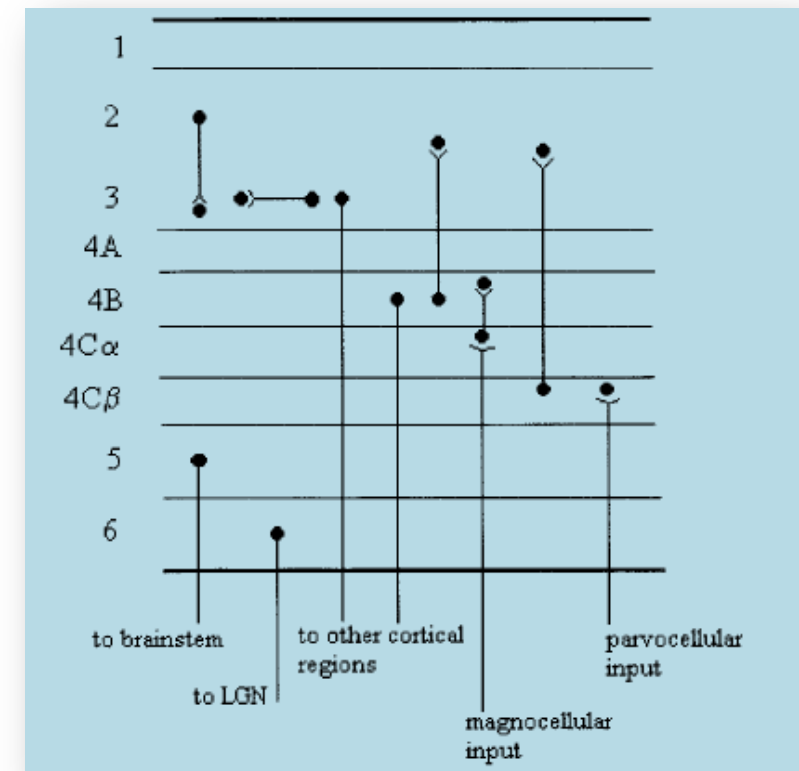
Camada 1 - camada molecular - é a mais superficial e contém apenas alguns neurónios

Camada 2 - camada granular externa - contém pequenos neurónios cujos axónios se estendem apenas para camadas corticais + profundas



A organização de V1 -2

Camada 3 - camada piramidal externa - contém neurónios compridos que enviam axónios essencialmente para outras regiões corticais próximas e distantes



A organização de V1 - 3

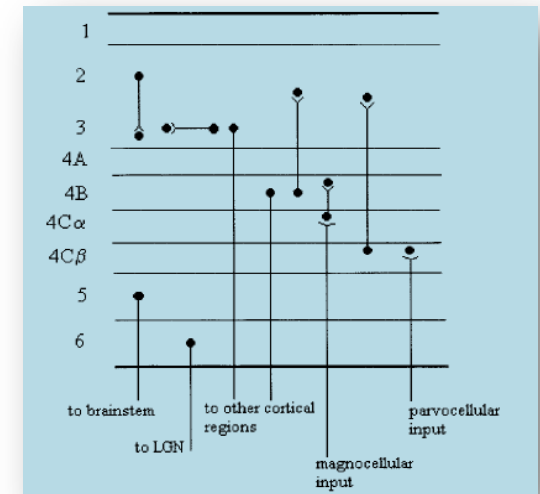
Camada 4 - camada granular interna - contém essencialmente células granulares e está subdividida em camadas **4A**, **4B**, **4C**

A camada **4C** recebe predominantemente input do NGL e está dividida em

***4C α** -recebe input das camadas **M** do NGL

***4C β** -recebe input das camadas **P** do NGL

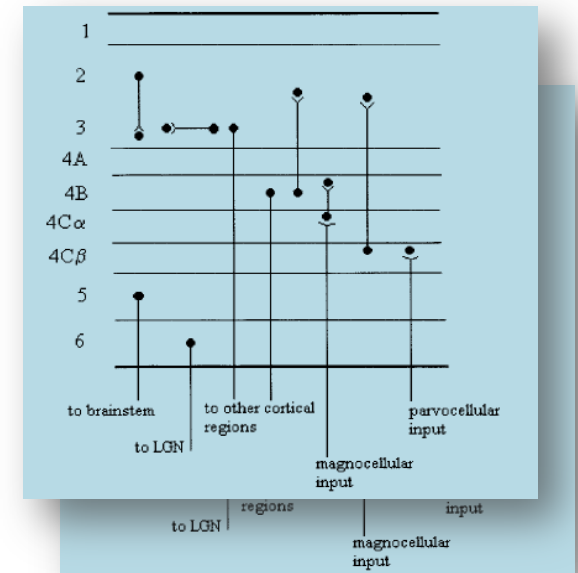
As células da camada 4B enviam axónios para as camadas corticais mais superficiais e outras camadas visuais do córtex



A organização de V1 - 4

Camada 5 - camada piramidal interna - camada constituída por neurónios compridos que enviam axónios para o colículo superior e outras estruturas do tronco cerebral

Camada 6 - camada multiforme - aqui as células são de diferentes tipos e os axónios projectam para trás, i.e., para o NGL

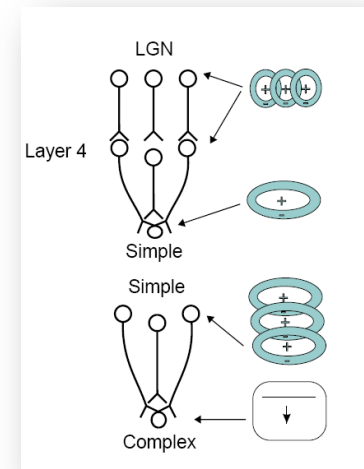


A organização de V1 - 5

PROPRIEDADES DO CAMPOS RECEPTIVOS (CR)

Células simples - têm CR alongado com regiões ON e OFF definidas. Os CR são mais largos do que os do NGL

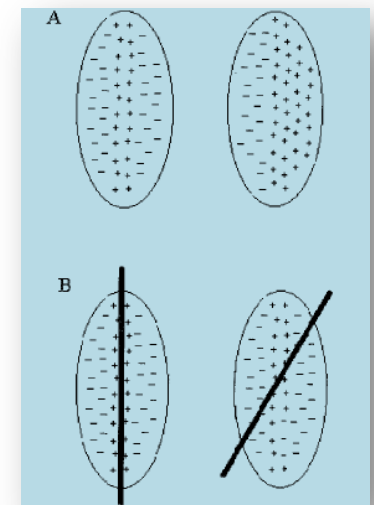
** Encontram-se essencialmente a camada 4



A organização de V1 - 6

Células complexas - têm CR ainda mais largos do que as células simples. As regiões ON e OFF não estão definidas. O estímulo óptimo para este tipo de células é linear e tem de ter uma orientação específica

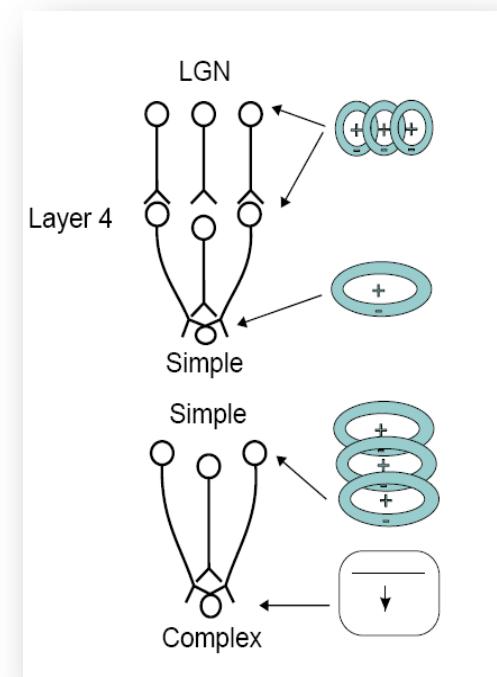
**** Distribuídas pelas camadas 2-3 e 5-6**



A organização de V1 - 7

No córtex visual primário apenas a **camada 4C** tem a organização centre-surround típica das células ganglionares isto porque esta camada recebe input directo do NGL

Na maior parte do córtex visual a organização dos campos receptivos é mais complexa

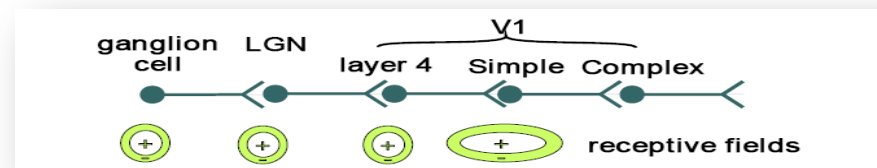


Entre outros aspetos, no córtex visual primário as células respondem de forma máxima a estímulos lineares e não a estímulo redondos (spots de luz)

A organização de V1 - 8

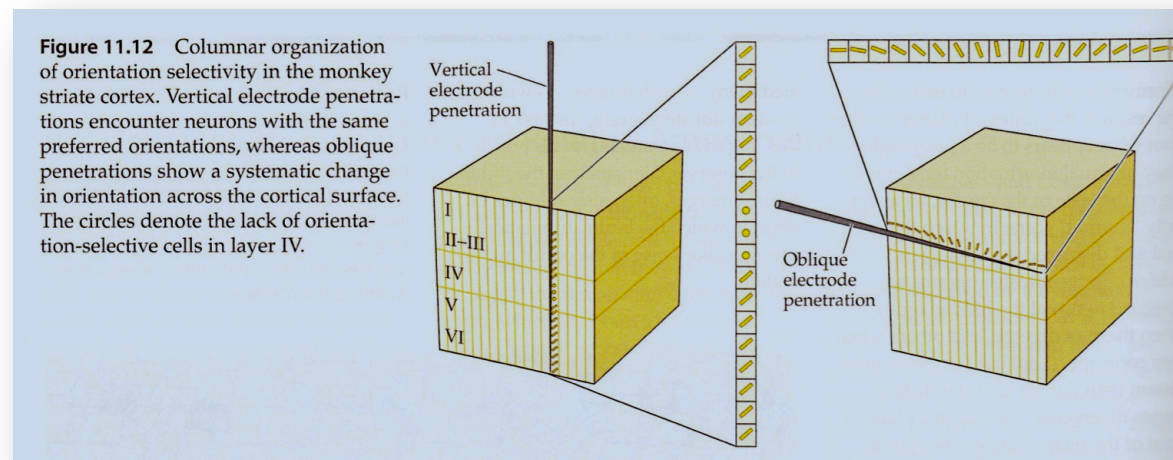
A distribuição das células simples e complexas sugere uma organização hierárquica para a construção de CR com complexidade crescente na convergência de CR de células simples

CR complexos resultam do alinhamento de CR simples distribuídos segundo o mesmo eixo. Em ambos os casos, simples ou complexos, a orientação do estímulo é crítica. O melhor estímulo para este tipo de células são faixas de luz ou estímulos com transições claro-escuro



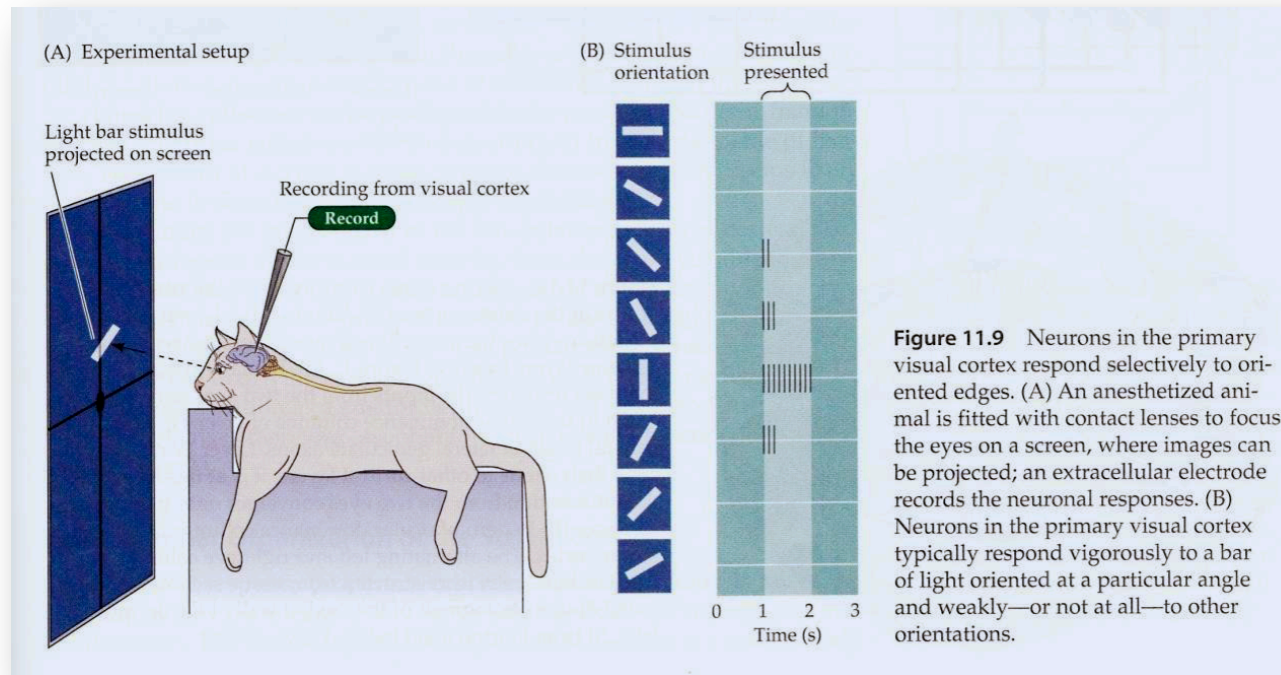
V1: organização colunar 1

As células segundo uma linha perpendicular ao córtex (excepto na camada 4) têm uma resposta óptima a um estímulo com a mesma orientação, independente de serem simples ou complexas. Estas colunas são as chamadas **colunas de orientação**



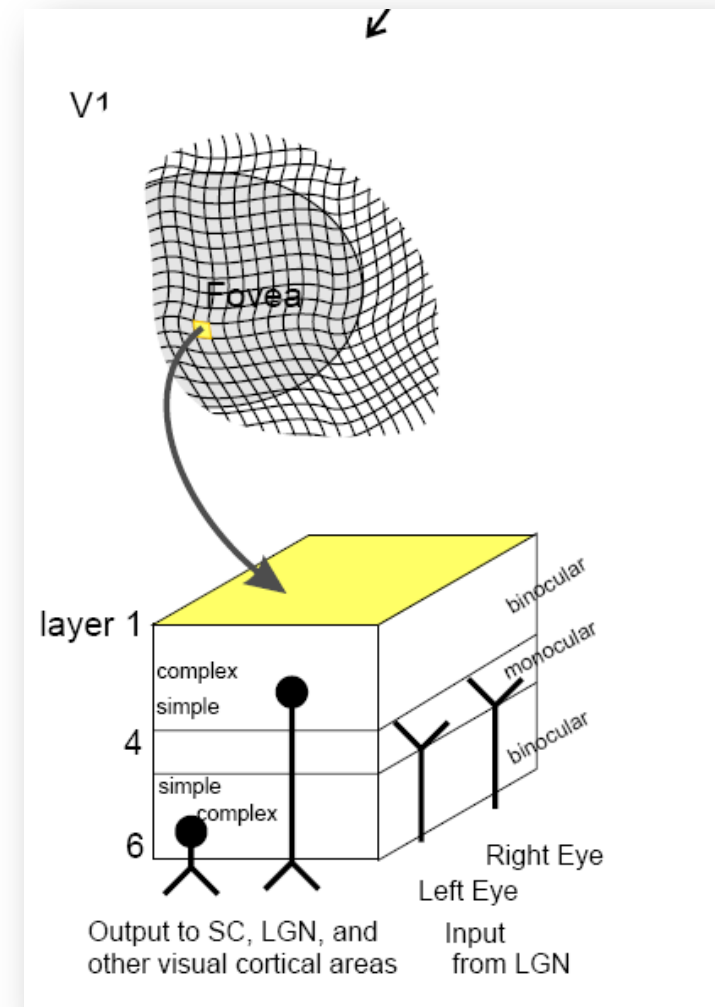
V1: organização colunar 2

As células ao longo das colunas possuem um número de propriedades similares: todas as células numa coluna respondem a 1 estímulo apresentado numa região do campo visual, isto é, o que se chama correspondência **RETINOTOPICA** do córtex visual



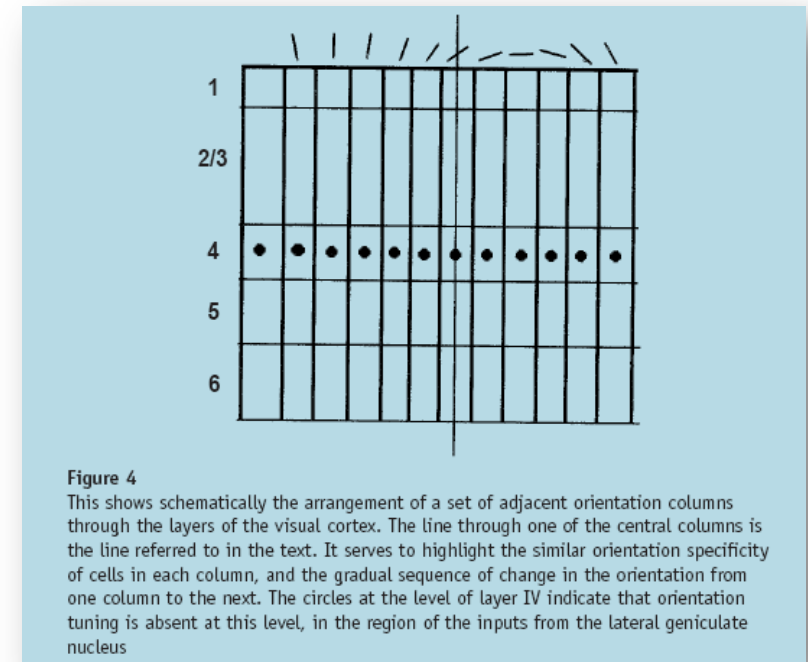
V1: organização colunar 3

A parte central da retina está HIPER representada no córtex visual



V1: organização colunar 4

As colunas adjacentes têm orientações que diferem $\sim 10^\circ$ em orientação de coluna p/ coluna a largura aproximada das colunas é cerca de $40 \mu\text{m}$



V1: Dominância ocular 1

Em cada coluna a maior parte das células serão sensíveis a estímulos apresentados ao OD ou ao OE.

O grau de dominância varia desde a completa preferência por visão monocular até uma preferência ligeira de um olho relativa/ ao outro

As colunas de dominância ocular são mais largas que as de orientação, têm cerca de 0.4 mm largura

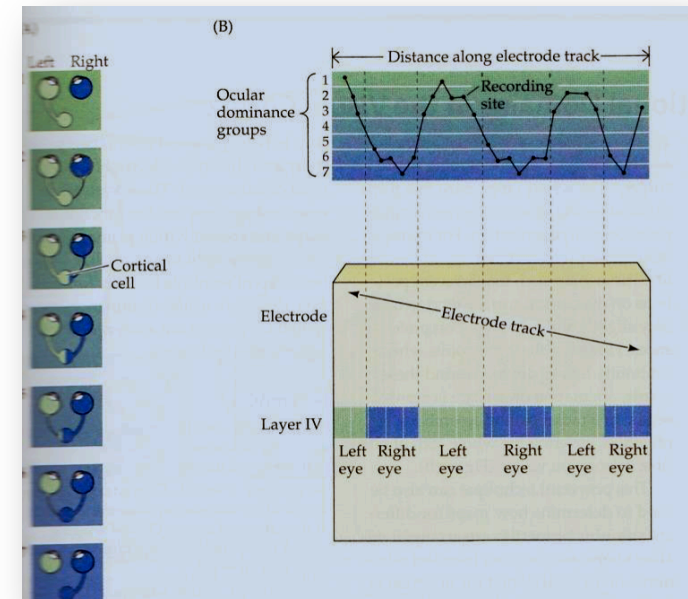


Figure 11.13 Columnar organization of ocular dominance. (A) Cortical neurons in all layers vary in the strength of their response to the inputs from the two eyes, from complete domination by one eye to equal influence of the two eyes. (B) Tangential electrode penetration across the superficial cortical layers reveals a gradual shift in the ocular dominance of the recorded neurons from one eye to the other. In contrast, all neurons encountered in a vertical electrode penetration (other than those neurons that lie in layer IV) tend to have the same ocular dominance.

Resumo da aula 4

O sistema visual tem uma organização retinotópica e colunar. Esta arquitectura permite a análise dos componentes individuais das cenas visuais de acordo com uma série de aspectos, até agora abordei a

ORIENTAÇÃO

Não serão abordados a extração da COR e do MOVIMENTO

Bibliografia

Purves, D et al, in Neuroscience, 3rd Edition

Capítulos 10 e 11

Sumário

Primeira frequência sobre unidade 1 e 2

DA RETINA AO CORTEX - 3

Objectivo: Nesta unidade estudaremos as implicações para a visão da deprivação visual. Os estudos utilizaram animais, macacos e gatos, e por isso o que aqui se reporta pode ser ligeiramente diferente no humano. Principalmente quando se fala de períodos críticos. No final da unidade o aluno deve ser capaz de: interpretar as figuras, descrever o mecanismo de modulação neuronal provocada pela “atividade visual”, extrapolar estes estudos para casos quadros típicos de anomalias visuais em humanos

UNIDADE 3: Da Retina ao cortex -1	73	O núcleo geniculado lateral 2	103
O tecido nervoso 1-neuronios	75	O núcleo geniculado lateral 3	104
O tecido nervoso 2-sinapses	76	O núcleo geniculado lateral 4	105
Tecido nervoso 3-glia	77	O núcleo geniculado lateral 5	106
Células da retina 1-Circuitos retinianos	78	Bibliografia	107
Células da retina 2.....	85	Vista global do sistema visual do primata.....	111
Células da retina 3.....	86	O colículo superior (CS) - 1.....	112
Células ganglionares da retina (CG) 1	87	O colículo superior - 2.....	113
Células ganglionares da retina (CG) 2	88	Colículo superior: camadas superficiais 1	114
Propriedades das células ganglionares 1.....	89	Colículo superior: camadas superficiais 2	115
Propriedades das células ganglionares 2.....	90	Colículo superior: camadas profundas	116
Propriedades das células ganglionares 3.....	91	Pretectum 1	117
Propriedades das células ganglionares 4.....	92	Pretectum 2	118
Propriedades das células ganglionares 5.....	93	Pretectum 3	119
Características fundamentais da via óptica (VO) primária 1 .	94	Pretectum 4	120
Características fundamentais da via óptica (VO) primária 2 .	95	Pretectum 5 -- exemple de estudo -- não sai no exame	121
Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crivosa 1	96	Pretectum 6	123
Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crivosa 2 -- Ficamos aqui a 15/03/13.....	97	Núcleo óptico acessório 1.....	124
Características fundamentais da via óptica (VO): Para além da lâmina crivosa 3	98	Núcleo óptico acessório 2.....	125
As CG do nervo óptico para o tracto óptico.....	100	Núcleo óptico acessório 3.....	126
O tracto óptico	101	Núcleo óptico acessório 4-- ficar aqui 05/04/2013.....	127
O núcleo geniculado lateral 1	102	Nucleo supraquiasmático	128
		Organização genérica dos hemisférios cerebrais 1.....	129
		Organização genérica dos hemisférios cerebrais 2.....	130

UNIDADE 2

A organização de V1 - 1	132	Caracterização da dominância ocular no macaco	155
A organização de V1 - 2	133	O efeito da privação no sistema visual 1	156
A organização de V1 - 3	134	O efeito da privação no sistema visual 2	157
A organização de V1 - 4	135	O efeito da privação no sistema visual 3	159
A organização de V1 - 5	136	O efeito da privação no sistema visual 4	161
A organização de V1 - 6	137	O efeito da privação no sistema visual 5	162
A organização de V1 - 7	138	Implicações em humanos da privação visual	164
A organização de V1 - 8	140	Como é que se reorganizam os neurónios?	166
V1: organização colunar 1	141	A ambliopia em humanos 1	168
V1: organização colunar 2	142	A ambliopia em humanos 2	169
V1: organização colunar 3	144	Ambliopia em humanos 3	170
V1: organização colunar 4	145	Modulação dos circuitos neuronais	171
V1: Dominância ocular 1	146	Alterações nos circuitos neuronais pela actividade	173
Resumo da aula 4	147	Remodelação das ligações corticais	175
Bibliografia	148	Resumo da aula 6	176
Desenvolvimento do sistema visual 1	153	Bibliografia	177
Desenvolvimento do sistema visual 2	154		

Desenvolvimento do sistema visual 1

A caracterização dos períodos críticos de desenvolvimento visual encontra-se foi feita apenas em animais, nomeadamente, felinos (gatos) e primatas (macacos)

Nos humanos não existe um período bem definido para o desenvolvimento visual, acredita-se que vai desde o nascimento até à primeira década de vida

A maior parte do conhecimento objectivo (experimental) que se tem hoje deve-se ao trabalho de David Hubel & Torsten Weisel que lhes valeu o prémio Nobel da Fisiologia e Medicina 1981

Desenvolvimento do sistema visual 2



Available online at www.sciencedirect.com



Critical period revisited: impact on vision Hirofumi Morishita and Takao K Hensch

TABLE 1 Known critical periods and molecular mechanisms across systems (see text for references)

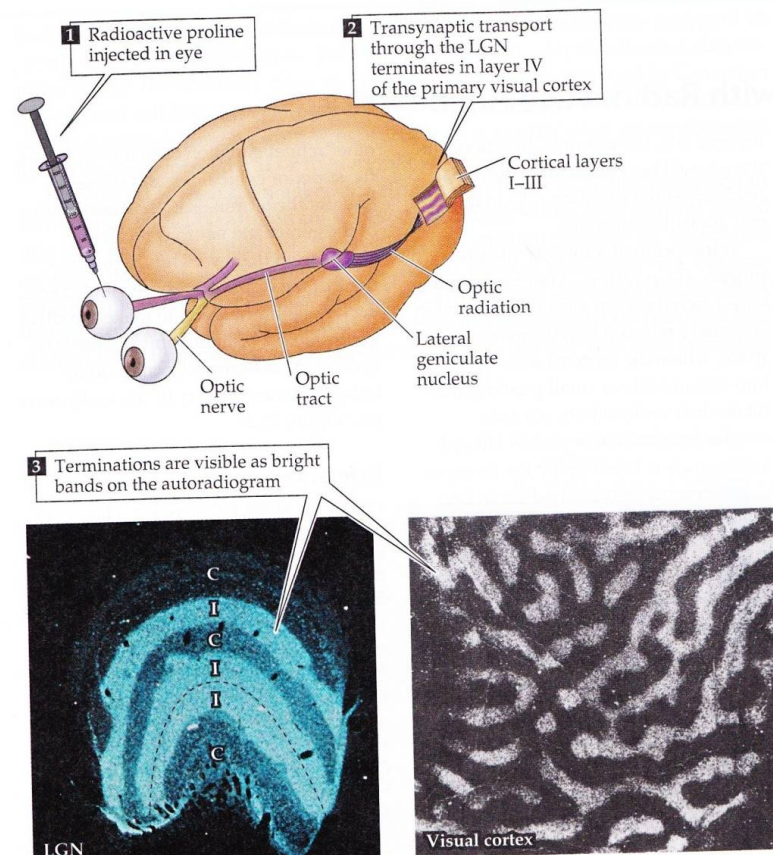
System	Age	Confirmed regulators	Delay ^a	Species ^b
Neuromuscular junction	<P12	ACh	+	mouse
Climbing fibers (CBL)	P15–16	NMDA, mGluR1, G _q , PLC β , PKC γ	nd	mouse
LGN layers	<P10	Retinal ACh, cAMP, MAO-A, NO, MHC-I, CREB	nd	mouse, ferret, cat
Ocular dominance	P3 weeks-months	GABA, NMDA, PKA, ERK, CaMKII, CREB, BDNF, tPA, protein synthesis, NE, ACh	+	cat, rat, mouse, ferret
Orientation bias	<P28	NR1, NR2A, PSD95	+	cat, mouse
Whisker-barrel map formation	<P7	NR1, MAOA, 5HT _{1B} , cAMP, mGluR5, PLC β , FGF8	nd	mouse
Whisker RF tuning	P14–16		nd	rat
Tonotopic map (cortex)	P16–50	ACh	+	rat
Absolute pitch	<7 years		nd	human
Taste/olfaction	none	GABA, mGluR2, NO, neurogenesis	+	mouse
Imprinting	14–42 hrs	Catecholamines	+	chick
Stress/anxiety	<P21	Hormones, 5HT _{1A}	nd	rat, mouse
Slow-wave sleep	P40–60	NMDA	+	cat, mouse
Sound localization	<P200	GABA, NMDA	+	barn owl
Birdsong	<P100	GABA, hormones, neurogenesis	+	zebrafinch
Human language	0–12 years		nd	human

^aPotential for critical period delay by altered experience. +, yes; nd, not determined.

^bPrimary species for elucidation of molecular mechanism.

Caracterização da dominância ocular no macaco

Figure 23.3 Ocular dominance columns (which in most anthropoid primates are really stripes or bands) in layer IV of the primary visual cortex of an adult macaque monkey. Diagram indicates the labeling procedure (see also Box C); following transynaptic transport, the pattern of geniculocortical terminations related to that eye is visible as a series of bright stripes in this autoradiogram of a section through layer IV in the plane of the cortex (that is, as if looking down on the cortical surface). The dark areas are the zones occupied by geniculocortical terminals related to the other eye. The pattern of human ocular dominance columns is shown in Figure 12.10. (From LeVay, Wiesel, and Hubel, 1980.)



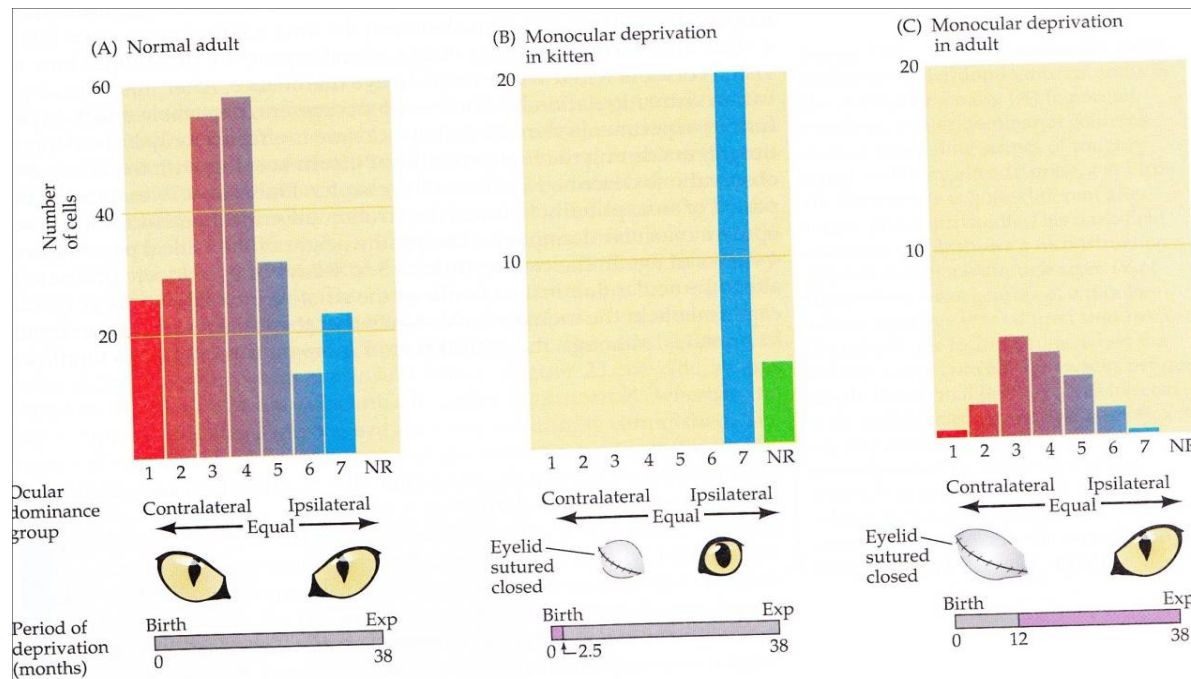
O efeito da privação no sistema visual 1

A privação de um dos olhos corresponde a eliminação do estímulo visual do olho (oclusão ou redução da qualidade da imagem)

A privação (gatos e macacos) causa alteração irreversível das conexões neuronais no córtex visual

Isto mostra que o cérebro transforma as 1as experiências (i. é., padrões de actividade neuronal) em alterações permanentes das ligações no cérebro

O efeito da deprivação no sistema visual 2



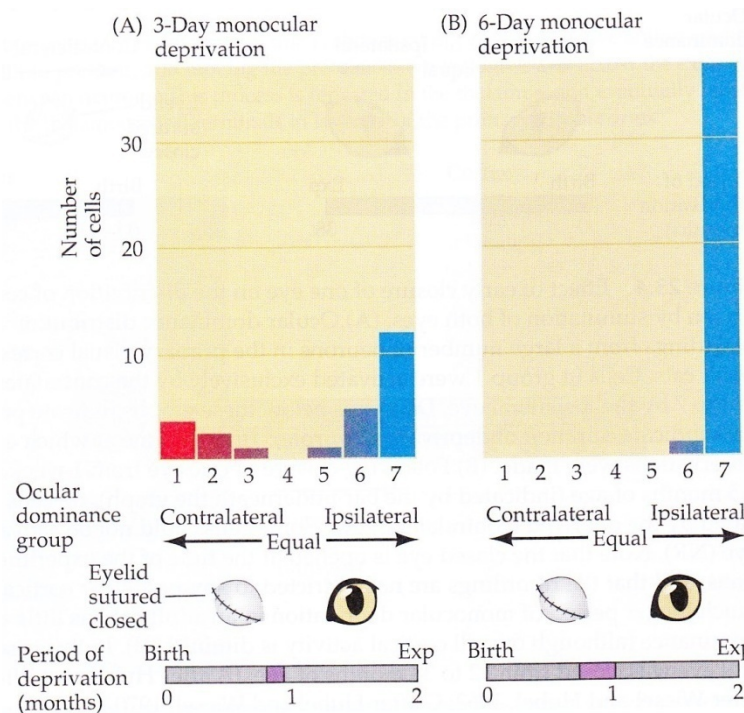
Ao contrário da deprivação de um dos olhos num sistema visual em desenvolvimento, a deprivação num adulto não tem quase consequências na organização do córtex

A) Gato adulto normal

Os gráficos (B) e (C)

Figure 23.4 Effect of early closure of one eye on the distribution of cortical neurons driven by stimulation of both eyes. (A) Ocular dominance distribution of single unit recordings from a large number of neurons in the primary visual cortex of normal adult cats. Cells in group 1 were activated exclusively by the contralateral eye, cells in group 7 by the ipsilateral eye. Diagrams below these graphs indicate procedure, and bars indicate duration of deprivation (purple). "Exp" = time at which experimental observations were made. (B) Following closure of one eye from 1 week after birth until 2.5 months of age (indicated by the bar underneath the graph), no cells could be activated by the deprived (contralateral) eye. Some cells could not be activated by either eye (NR). Note that the closed eye is opened at the time of the experimental observations, and that the recordings are not restricted to any particular cortical layer. (C) A much longer period of monocular deprivation in an adult cat has little effect on ocular dominance (although overall cortical activity is diminished). In this case, the contralateral eye was closed from 12 to 38 months of age. (A after Hubel and Wiesel, 1962; B after Wiesel and Hubel, 1963; C after Hubel and Wiesel, 1970.)

O efeito da deprivação no sistema visual 3



As consequências da deprivação são quase imediatas -- repare-se no que acontece à resposta do olho privado

- (A) Ao fim de 3 dias -- deixa de haver interação entre os dois olhos**
- (B) Ao fim de 6 dias -- as células dedicadas ao olho privado estão totalmente “mudas”**

A resposta dos neurónios do olho privado (não activo) está ausente, por outro lado os neurónios do olho não privado (activo) têm uma resposta maior do que o normal porque invadem o território cortical associado ao olho privado

O efeito da deprivação no sistema visual 4

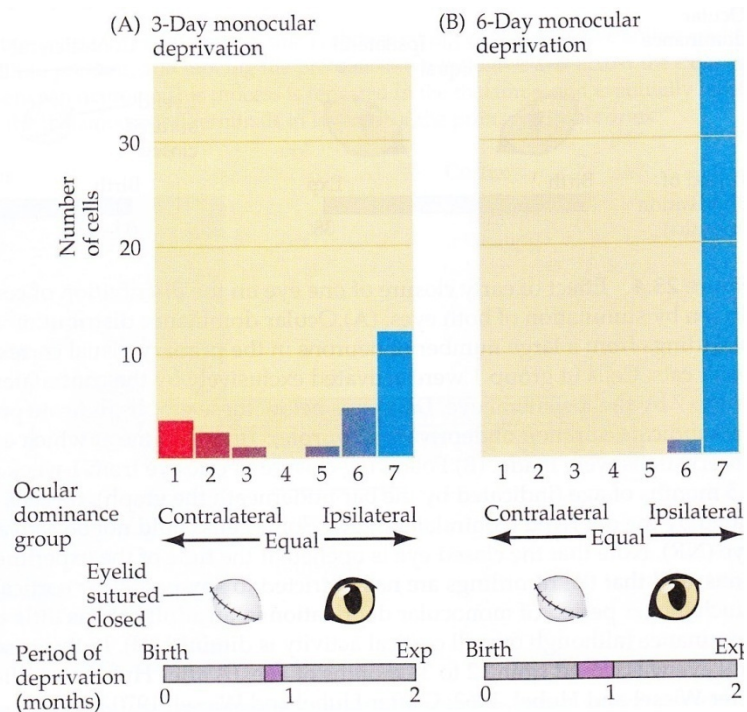


Figure 23.5 The consequences of a short period of monocular deprivation at the height of the critical period in the cat. Just 3 days of deprivation in this example (A) produced a significant shift of cortical innervation in favor of the non-deprived eye; 6 days of deprivation (B) produced an almost a complete shift. Bars below each histogram indicate the period of deprivation, as in Figure 23.4. (After Hubel and Wiesel, 1970.)

O efeito da privação no sistema visual 5

Como é que se interpreta o aumento da resposta associada ao olho activo (histograma B da página 9)?

Este fenómeno foi considerado como o resultado de uma competição pelo mesmo território que acontece durante o período crítico

A representação cortical normal que é igual para ambos os olhos no início, no entanto, se existir apenas 1 olho activo esse vai ganhar vantagem competitiva e substitui muitos dos inputs do olho fechado deixando um número muito reduzido de neurónios para serem conduzidos pelo olho privado

Implicações em humanos da deprivação visual

Crianças com defeitos congênitos que causem deprivação da informação visual devem ser assistidas durante o período crítico sob o risco de desenvolverem fraca visão irreversível no olho privado.

As consequências de usar um só olho são:

- *visão binocular deficiente

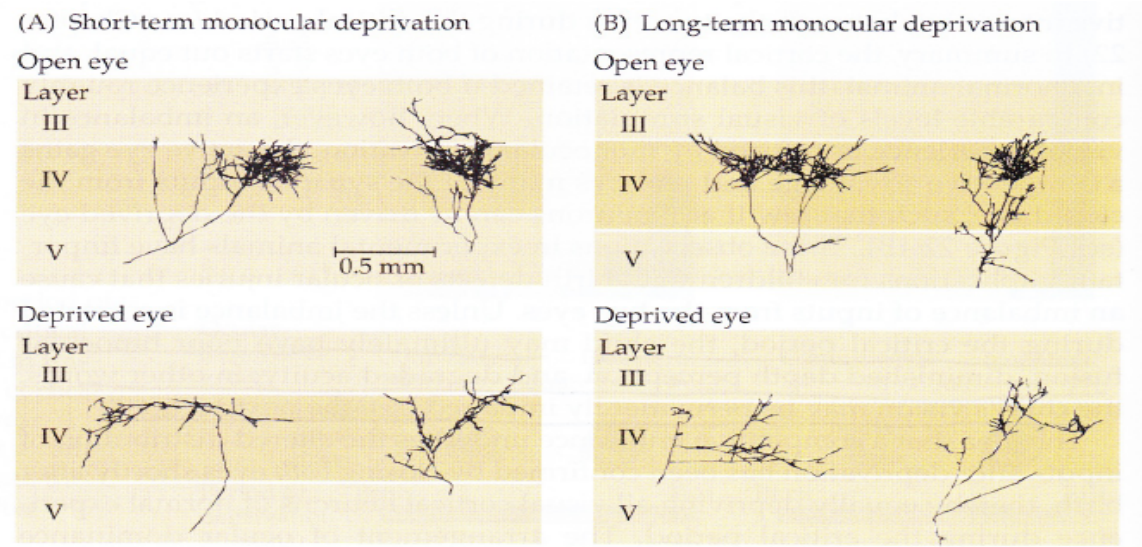
- *baixa visão estereoscópica

- *baixa acuidade visual permanente no olho privado

Nota: quando ambos os olhos são privados de visão é provável que a arquitectura do córtex não se altere, no entanto, a estimulação visual deve ser feita o mais precocemente possível

Como é que se reorganizam os neurónios?

Figure 23.7 Terminal arborizations of lateral geniculate nucleus axons in the visual cortex can change rapidly in response to monocular deprivation during the critical period. (A) After only a week of monocular deprivation, axons from the deprived eye have greatly reduced numbers of branches compared with those from the open eye. (B) Deprivation for longer periods does not result in appreciably larger changes. Numbers on the left of each figure indicate cortical layers. (After Antonini and Stryker, 1993.)



Em animais, as conexões (ramificações) normais dos neurónios podem alterar-se em períodos tão curtos como 1 semana.

Isto mostra que os neurónios em desenvolvimento têm enorme capacidade de remodelar as suas ligações, presumivelmente, criando/destruindo algumas sinapses em resposta às circunstâncias ambientais

A ambliopia em humanos 1

- ❖ Grande parte das ambliopias resulta da existência de um estrabismo
- ❖ O estrabismo consiste no desvio permanente de pelo menos um dos olhos
- ❖ Os tipos mais comuns de estrabismo são exotropia e endotropia e atingem cerca de 5% das crianças

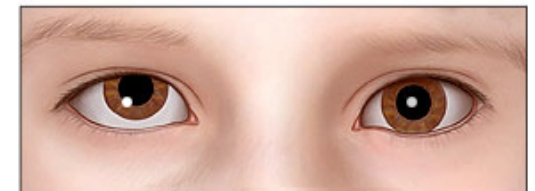
Esotropia



Exotropia



Hypertropia



A ambliopia em humanos 2

No estrabismos, o desalinhamento provocado pelo estrabismo produz dupla imagem, a resposta do sistema visual é suprimir a visão de 1 dos olhos por mecanismos, que continuam relativamente desconhecidos, que se pensa sejam o resultado da interação (competição) durante o período crítico do desenvolvimento

Ambliopia em humanos 3

Cataractas congénitas, totais e apenas num dos olhos, devem ser removidas nos primeiros 4 meses de vida para que as consequências da deprivação visual sejam atenuadas

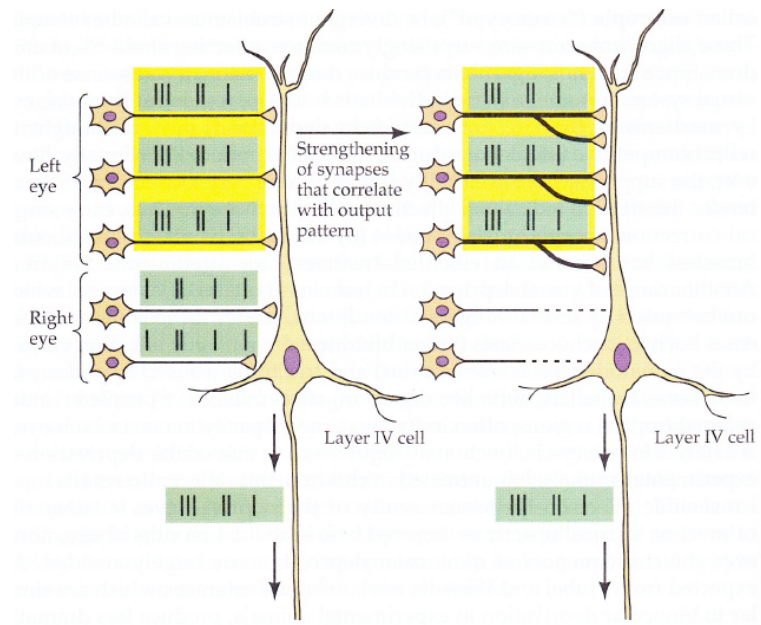
Adultos que se vêm deprivados de visão por períodos longos não perdem a organização do córtex mas podem ter reações surpreendentes quando voltam a ver (**para saber mais procurar Google: oliver sacks charles bonnet syndrome**)

Modulação dos circuitos neurais

Como é que a actividade neuronal causa alterações nos circuitos neurais?

A actividade coordenada dos terminais pré-sinápticos e dos neurónios pós-sinápticos fortifica a ligação sináptica entre eles (mecanismo proposto por D. O. Hebb)

Figure 23.8 Representation of Hebb's postulate as it might operate during development of the visual system. The cell represents a postsynaptic neuron in layer IV of the primary visual cortex. Early in development, inputs from the two eyes converge on single postsynaptic cells. The two sets of presynaptic inputs, however, have different patterns of electrical activity (represented by the short vertical bars). In the example here, the three left eye inputs are better able to activate the postsynaptic cell; as a result, their activity is highly correlated with the postsynaptic cell's activity. According to Hebb's postulate, these synapses are therefore strengthened. The inputs from the right eye carry a different pattern of activity that is less well correlated with the majority of the activity elicited in the postsynaptic cell. These synapses gradually weaken and are eventually eliminated (right-hand side of figure), while the correlated inputs form additional synapses.

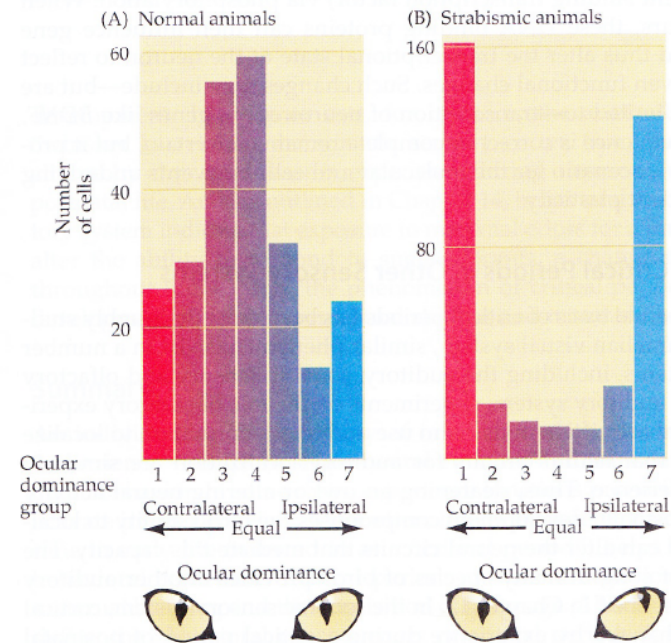


Alterações nos circuitos neuronais pela actividade

Os padrões anatómicos das colunas de dominância ocular na camada IV de gatos nos quais o input de ambos os olhos se mantém mas de forma assíncrona é mais vincado do que o normal. Isto implica que padrões descoordenados de actividade neuronal acentuam a separação dos inputs corticais de ambos os olhos.

Adicionalmente, a assíncronia ocular impede a convergência binocular que ocorre em células acima e abaixo da camada IV

Figure 23.9 Ocular dominance histograms obtained by electrophysiological recordings in normal adult cats (A) and adult cats in which strabismus was induced during the critical period (B). The data in (A) is the same as that shown in Figure 23.3A. The number of binocular cells is sharply decreased as a consequence of strabismus; most of the cells are driven exclusively by stimulation of one eye or the other. This enhanced segregation of the inputs presumably results from the greater discrepancy in the patterns of activity between the two eyes as a result of surgically interfering with normal conjugate vision. (After Hubel and Wiesel, 1965.)



(A) gato normal

(B) estrabismo induzido durante o período crítico.

Note-se que em (B) o número de células que respondem

Remodelação das ligações corticais

- ❖ A diminuição da capacidade para remodelar as ligações corticais e subcorticais é presumidamente a base celular do período crítico numa variedade de sistemas neuronais em funções tais como a linguagem
- ❖ As diferenças na plasticidade neuronal com a idade presumivelmente dão a base neurobiológica para a observação geral de que o comportamento humano é mais susceptível a modificações normais ou patológicas no início do seu desenvolvimento do que mais tarde na vida com todas as implicações que isso possa ter
- ❖ O mecanismo que rege a existência de um período crítico para o desenvolvimento ainda não é conhecido

Resumo da aula 6

Os estudos com animais permitem explicar porque é que a deprivação visual em humanos pode conduzir a perdas irreversíveis de capacidades visuais. Os assuntos aqui tratados são chave para se perceber os mecanismos da ambliopia em humanos.

Bibliografia

Purves, D et al, in Neuroscience, 3rd Edition

Capítulos 10 e 11

UNIDADE 4

AMBLIOPIA

Objectivo: Nesta unidade serão estudados os principais tipos e causas de ambliopia. No final desta unidade deve ser capaz de descrever ambliopia de não ambliopia. Deve saber distinguir diferentes tipos de ambliopia, enumerar factores de risco e descrever o princípio fundamental do seu tratamento. Deve ainda ter noções concretas sobre o valor do erro refractivo que pode conduzir à ambliopia.

UNIDADE 4	178	Métodos de tratamento C2 – Penalização MINIMA (cont) ..	200
Ambliopia - definição 1	180	Métodos de tratamento D – Médico.....	201
Ambliopia – definição 2	181	Duração do tratamento	202
Ambliopia - prevalência	182	Follow-up de longo termo	203
A base fisiológica da Ambliopia -1	183	Variáveis que afetam o tratamento	204
A base fisiológica da Ambliopia -1	184	Erros refractivos que podem conduzir à ambliopia.....	205
Classes de ambliopias - 1	185	Correção óptica	206
Classes de ambliopias - 2	187	Correção óptica: questão(ões) em aberto	207
Com distinguir ambliopias	189	Fatores de risco de amblyopia.....	208
Onde está a ambliopia	190	Exame refractivo na ambliopia	209
Dificuldades em testar a visão de crianças muito pequenas	191	Acuidade visual.....	210
Diagnóstico de ambliopia	192	Resumo da unidade.....	211
Critério para estabelecimento de Ambliopia.....	193	Anomalias do melhor olho - 1	212
Valores normais de acuidade visual em crianças	194	Anomalias do melhor olho - 2	213
Princípio fundamental do tratamento da Ambliopia.....	195	Performance monocular e binocular	214
Métodos de tratamento A - Correção do erro refrativo	196	Implicações da monocularidade	214
Métodos de tratamento A – Oclusão parcial	197	Quando é que o ambliope está curado?.....	215
Métodos de tratamento C1 – Penalização	198	Bibliografia	216
Métodos de tratamento C2 – Penalização MINIMA	199		

Ambliopia - definição 1

Consiste numa diminuição significativa da visão originada numa disfunção do processamento da informação visual causada pela degradação da qualidade da imagem retiniana durante um período crítico de desenvolvimento visual. A Ambliopia dá origem a conjunto de anomalias visuais associadas à baixa acuidade do olho ambliope.

Ambliopia – definição 2

A ambliopia não é causa mas sim consequência de patologias tais como: erros refractivos elevados, cataractas congénitas, etc (ver tabela no slides que se seguem). A ambliopia pode ser total ou parcialmente tratada dependendo o resultado de vários fatores tais como: a causa da ambliopia, início do tratamento etc

Campos EC. Amblyopia. *Surv. Ophthalmol.* 1995;40(1):23-39.

Ambliopia - prevalência

- Afecta cerca de 1 a 3% da população pediátrica
- A causa mais provável da ambliopia é o estrabismo ou deprivação visual mas existem outras causas (slides seguintes)
- A ambliopia é também conhecida como olho preguiçoso e é normalmente unilateral
- O olho contralateral pode apresentar um conjunto de deficits e é normalmente definido como “dominante” ou “melhor olho”

A base fisiológica da Ambliopia -1

- Antes do desenvolvimento da binocularidade cada um dos olhos fixa de forma independente
- No início existe adução biocular e não convergência
- Ao desenvolvimento da convergência segue-se o desenvolvimento da fusão e da esteriopsia
- Existe uma competição entre os dois olhos, pelas ligações sinápticas durante o período de desenvolvimento visual, o resultado desta competição determina o olho dominante

A base fisiológica da Ambliopia -1

O mecanismo neurofisiológico mais provável que leva ao desenvolvimento da ambliopia é a concorrência desigual entre as imagens dos dois olhos

O conflito conduz a uma redução da somação interocular estimulando a inibição, este mecanismo é interpretado como uma redução da atividade dos sinais excitatórios nas conexões no córtex enquanto se exercitam as conexões inibitórias

Classes de ambliopias - 1

1 - Ambliopia de deprivação quando uma obstrução física impede a formação de uma imagem com qualidade suficiente para a formação da imagem na retina

2 – Ambliopia refractiva:

a) Isoametropica - causada por erro refractivo elevado em ambos os olhos que causa imagens desfocadas em ambas as retinas

b) Anisometropica – quando a diferença de refração induz que a imagem recebida por cada um dos olhos é significativamente diferente ao ponto de causar disrupção

Classes de ambliopias - 2

3 – Ambliopia estrábica – Causada, normalmente, por estrabismo unilateral permanente

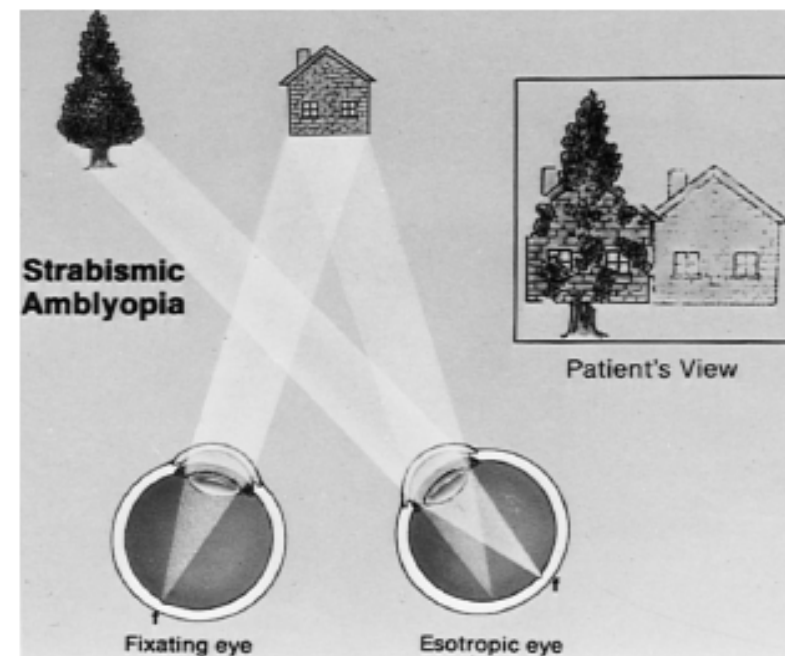


FIGURE 14-1. Visual confusion and diplopia caused by strabismus. (From Noorden GK von: Amblyopia: A multi-disciplinary approach [Proctor Lecture]. Invest Ophthalmol Vis Sci 26:1704, 1985.)

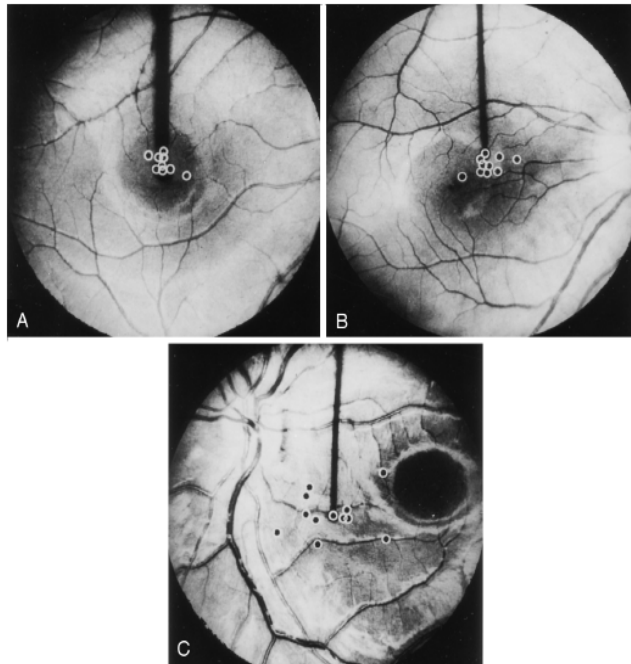


FIGURE 14-10. Fixation photographs of three amblyopic patients with *A*, foveolar, *B*, parafoveolar, and *C*, peripheral eccentric fixation. Each circle represents a fixation during which a photograph was taken. The different fixation locations on 9 to 12 consecutive photographs were superimposed on the photographs shown in this figure. Note the increasingly greater scatter with increasingly greater eccentricity. All three patients had a visual acuity of 8/60 despite the great difference in fixation pattern. (From Noorden GK von, Mackensen G: Phenomenology of eccentric fixation. *Am J Ophthalmol* 53:642, 1962.)

Com distinguir ambliopias

- A distinção entre ambliopias não é estanque uma vez que ambliopia anisometropica envolve, por exemplo, deprivação e interacção binocular anormal
- Alguns estudos não encontraram diferenças entre anisometropica e deprivação
- A ambliopia estrábica é caracterizada por distorção da imagem (o mecanismo da distorção não é conhecido)

Onde está a ambliopia

- A ambliopia está baseada no córtex visual primário e no núcleo geniculado lateral
- Mantem-se a hipótese de existirem alterações retinianas, não da anatomia mas sim da libertação de mediadores químicos

Contraditoriamente há hipótese acima, um estudo de OCT encontrou uma camada de fibras nervosas mais grossa no olho ambliope do que no melhor olho em indivíduos com anisometropia

Dificuldades em testar a visão de crianças muito pequenas

Existe sempre um grau elevado de incerteza acerca da contribuição para a redução da acuidade causada por alguma anomalia visual, erro refractivo ou patologia ocular

É importante reconhecer acuidade visual reduzida numa criança não é um diagnóstico de ambliopia. A ambliopia pode ser mais ou menos clara quando há evidências da sua causa como é o caso de erro refractivo elevado ou estrabismo. Quando os factores óbvios não são encontrados deve-se investigar se a acuidade foi bem medida e, caso a redução da acuidade seja verdadeira, deve suspeitar-se de patologia.

TABLE 1
Differential Diagnosis of Cases of Reduced Visual Acuity

Functional amblyopia causes:

1. Form deprivation
 - Congenital or traumatic cataract
 - Early complete blepharoptosis
 - Corneal opacity
 - Hyphema
 - Vitreous hemorrhage
 - Uncontrolled occlusion therapy
 - Uncontrolled penalization therapy
2. Constant unilateral strabismus
3. Amblyopiogenic uncorrected refractive error
 - Anisometropia (spherical or astigmatic)
 - Isoametropia
4. Combined aniso-strabismus

Psychogenic causes:

1. Conversion hysteria
2. Malingering

Structural/pathological causes:

1. Achromatopsia
2. Coloboma
3. Myelinated retinal nerve fibers
4. Retinopathy of prematurity
5. Degenerative myopia
6. Hypoplastic optic nerve
7. Keratoconus
8. Opacities of the media
9. Macular, perimacular chorioretinal scar
10. Macular pathology (e.g., Stargardt's disease)
11. Optic atrophy
12. Retrobulbar neuritis
13. Nystagmus (congenital, latent, manifest latent)
14. Craniopharyngioma

Diagnóstico de ambliopia

O estabelecimento do diagnóstico de ambliopia deve passar sempre por uma observação oftalmológica completa por um médico experiente

A lista ao lado dá exemplo de múltiplas causas de Ambliopia

Critério para estabelecimento de Ambliopia

Os valores apresentados referem-se sempre à melhor acuidade visual corrigida do olho ambliope:

Moderada: ~ 0.63 a 0.25 decimal ou 0.2 to 0.6 LogMAR ou 6/9 a 6/24 Snellen

Profunda: <0.25 decimal ou 0.6 LogMAR ou 6/24 Snellen

Valores normais de acuidade visual em crianças

- ▶ Acuidade aos 4-5 anos é de aproximadamente 10/10 ± 2/10, é ligeiramente pior com “crowded charts”.
- ▶ Para estar certo de que não existe ambliopia é importante fazer uma medição da AV e da refração muito precisa. Deve também ser claramente coincidas as normas de AV para a idade.

Princípio fundamental do tratamento da Ambliopia

- ▶ O objectivo básico é otimizar a função visual do olho afectado e a visão binocular
- ▶ Visão monocular pode ter consequências negativas na vida do individuo adulto: obtenção de certos empregos, perda do olho não ambliope, etc
- ▶ As opções de tratamento passam por: correção do erro refractivo, oclusão total/parcial; penalização do melhor olho; etc
- ▶ O tratamento normalmente depende do tipo de ambliopia, da causa e do grau de colaboração do paciente

Métodos de tratamento A - Correção do erro refrativo

Alguns casos de ambliopia por anisometropia não estrábica podem ser totalmente tratados com correção óptica apenas

Métodos de tratamento A – Oclusão parcial

- Existiu um programa CAM que consistia em oclusão mínima acompanhada de visualização de grelhas rotativas durante oclusão para potenciar os efeitos da oclusão (tratamento pleotico?)
- Vários estudos mal conduzidos levaram a conclusões contraditórias nomeadamente que o CAM poderia levar, no caso de anisometropes, a melhores resultados do que oclusão total
- Ainda não está claro se este regime funciona e deve ser aplicado com precaução

Métodos de tratamento C1 – Penalização

- Foi visto como uma solução quando o regime de oclusão não era cumprido ou como regime de manutenção pós-occlusão.
- Recentemente começou a receber mais atenção como forma fundamental de tratamento
- **A penalização ÓPTICA em óculos tem vindo a ser defendida nos casos de ambliopia moderada: AV \geq 0.2**
- A penalização com difusores aplicados em óculos tem vindo a ser defendida para ambliopias anisometropias baixas e moderadas

Métodos de tratamento C2 – Penalização MINIMA

Utilização de drogas tópicas para redução da qualidade óptica da imagem no melhor olho com instilação periódica cada 1-3 dias (AV no pior ~ 0.5)

Argumento: Este regime é defendido por se acreditar que reduz a probabilidade de ambliopia inversa se os pais continuarem o tratamento e falharem o follow-up

Métodos de tratamento C2 – Penalização MINIMA (cont)

O Amblyopia Treatment Study (ATS) dois grupos:

A) Instilações full-time

B) Instilação só no fim-de-semana

**Em pacientes com uma diferença de 3 ou mais linhas logMAR

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na AV binocular entre os dois grupos, o pior olho do regime “fim-de-semana” melhorou mais 1 linha do que o “full-time”

Métodos de tratamento D – Médico

No passado foram experimentados vários tratamentos, desde oxigénio à estriquinina – os resultados não foram satisfatórios

Este método falhou desde a aplicabilidade até à efetividade

Atualmente há tentativas de tratamento com levodopa ou citicolina (reservado p/ situações especiais)

Duração do tratamento

Os resultados são contraditórios, estudos apontam para a inexistência de correlação “horas de tratamento – melhoria na acuidade”

Outros estudos indicam uma ligeira correlação “horas de tratamento – melhoria na acuidade”

Follow-up de longo termo

Não existem muitos resultados sobre este assunto

Acredita-se que cerca de 50% dos casos de melhoria na AV regridem total ou parcialmente

Variáveis que afetam o tratamento

- **Idade/duração do “estado” de ambliopia**

É consensual -- o “cumprimento” do regime de tratamento é mais importante do que a idade de início do tratamento (dentro do período de plasticidade)

- **Re-tratamentos**

É possível obter resultados positivos nos re-tratamentos. Alguns autores defendem que os re-tratamentos apenas vão compensar a regressão do tratamento anterior

Erros refractivos que podem conduzir à ambliopia

A prescrição de óculos deve ser equacionada sempre que o erro refractivo seja da ordem dos apresentados nas tabelas. Mesmo quando a acuidade visual é boa.

As tabelas apresentadas são exemplificativas de que as guidelines variam entre os profissionais, em caso de dúvidas deve manter o caso vigiado

Isoametropia	Diopters
Astigmatism	>2.50 D
Hyperopia	>5.00 D
Myopia	>8.00 D
Anisometropia	
Astigmatism	>1.50 D
Hyperopia	>1.00 D
Myopia	>3.00 D

Type of Error	Subtype	
Anisometropia (Asymmetric)	Hyperopia	1.50
	Astigmatism	2.00
	Myopia	2.00
Symmetrical	Hyperopia	4.50
	Myopia	3.00

Correção óptica

- Alguns casos de ambliopia anisometropica podem ser completamente tratados com correção óptica
- O efeito da correção óptica deve ser seguido para verificar a efectividade do tratamento
- Alguns autores defendem que o diagnóstico “ambliopia” deve apenas ser feito quando os óculos não repõem a acuidade visual

Correção óptica: questão(ões) em aberto

Quanto tempo é que se deve esperar até se concluir que com correção óptica apenas não é possível tratar a ambliopia?

Fatores de risco de amblyopia

The risk of developing amblyopia is associated with strabismus, significant refractive error, and conditions that may cause form vision deprivation by physically blocking or occluding the visual axis of one or both eyes during the sensitive period from birth to 6-8 years of age. A number of additional risk factors have been identified:

- Prematurity^{37,38}
- Low birth weight^{39,40}
- Retinopathy of prematurity (retrolental fibroplasia)⁴⁰
- Cerebral palsy⁴¹⁻⁴³
- Mental retardation^{44,45}
- Family history of anisometropia, isoametropia, strabismus, amblyopia, or congenital cataract.⁴⁶⁻⁵⁰

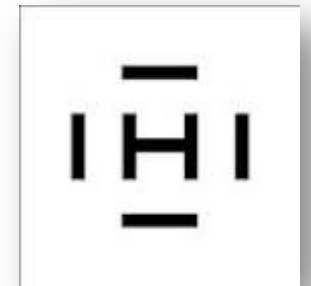
Exame refractivo na ambliopia

Similar ao exame refractivo de Optometria Pediatrica

- a. Visual Acuity
- b. Refraction
- c. Monocular Fixation
- d. Ocular Motor Deviation
- e. Sensorimotor Fusion
- f. Accommodation
- g. Ocular Motility
- h. Ocular Health Assessment and Systemic Health Screening**

Acuidade visual

- Os testes de acuidade visual em que os optipos têm flaqueadores produzem AV inferior aos de letras isoladas
- Daqui advém muita discussão acerca da dificuldade em comparar estudos
- A acuidade inicial não é um fator preditor do sucesso do tratamento da ambliopia



Resumo da unidade

- Ainda subsistem dúvidas sobre a quais as estruturas responsáveis pelo desenvolvimento da ambliopia
- A prevenção é a melhor forma de minimizar as consequências da ambliopia
- O tratamento iniciado por volta dos 2 anos mostra ser mais efetivo e duradouro que o tratamento mais tardio
- A acuidade visual inicial, ao contrário do tipo de ambliopia, não é um fator preditor do sucesso do tratamento
- Alguns tipos de ambliopia podem ser tratados apenas com correção óptica

Uma ambliopia sem causa aparente e não diagnosticada por um ou mais médicos Oftalmologistas deve ser “investigada”

Anomalias do melhor olho - 1

- Pequenos deficits de acuidade
- Pequenas quantidades de fixação excêntrica
- Dificuldades nos seguimentos
- Redução da acuidade de Vernier
- Pior contraste
- Processamento de movimento biológico

Anomalias do melhor olho - 2

- Latência aumentada na resposta pupilar
- Dificuldades em tarefas de alinhamento
- Maior ruído neural
- Latência aumentada nos potenciais visuais evocados
- Dificuldades em adaptação e acuidade escotopicas
- Mais hipermetropia

Performance monocular e binocular

A supressão pode conduzir a resultados de acuidade visual/contraste binocular mais baixos que os monoculares

Implicações da monocularidade

- Não foram encontradas alterações significativas no tempo de resposta em tarefas de coordenação olho-mão
- A precisão do julgamento do paralax está degradada
- Aumento da latência e duração da fase de desaceleração no “reaching and grasping”
- Redução da percepção da velocidade
- Subestimação da distância aos objetos
- Abertura desproporcional no caso de agarrar objetos (escrever)

Quando é que o ambliope está curado?

Não está claro quando é que se considera que um ambliope está curado

As variáveis envolvidas passam por saber:

- A quantidade de visão ganha/perdida
- Implicações funcionais da quantidade ganha
- Expectativas do paciente/clinico

Bibliografia

Purves, D et al, in Neuroscience, 3rd Edition

Capítulos 11, 22 e 23

AOA-guideline Amblyopia (ver elearning)

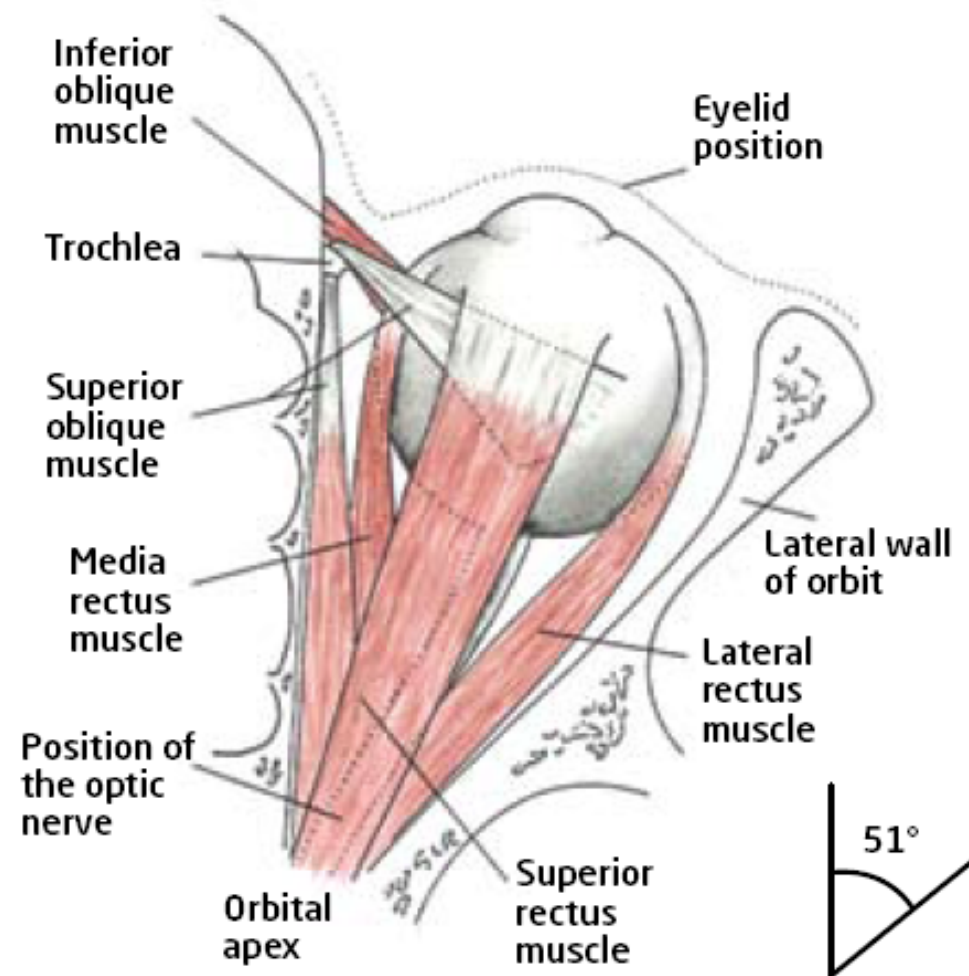
UNIDADE 5 : ESTRABISMO 1

Objetivo: Nesta aula será feita uma breve revisão anatômica e fisiológica sobre os músculos externos oculares. Deverá ser capaz de enumerar a inervação e função principal dos músculos externos oculares. Deverá conhecer a nomenclatura usada na descrição dos movimentos oculares, conhecer as leis fundamentais da inervação e ser capaz de as interpretar. Pretende-se que saiba explicar a motilidade ocular fisiológica e anômala à luz dos conhecimentos acima requeridos.

UNIDADE 5 : Estrabismo 1	217	Definições da Lei de Sherrington 2.....	241
Revisão da anatomia dos MEO.....	219	Lei de Sherrington 1	243
Revisão MEO – Músculos retos	220	Lei de Sherrington 2	244
Revisão MEO - músculos oblíquos	221	Lei de Sherrington 3	245
Enervação do MEO: III par–n. oculomotor comum	222	Lei de Sherrington 4	246
Enervação do MEO - IV par – n. troclear	223	Lei de Hering da igual enervação 1	247
Enervação do MEO - VI par – n. abducente.....	224	Lei de Hering da igual enervação 2	248
Resumo da Enervação do MEO.....	225	Lei de Hering da igual enervação 3	249
Ações do MEO: mr horizontais.....	232	Lei de Hering da igual enervação 4	250
Ações do MEO: mr superior	233	Lei de Hering da igual enervação 5	251
Ações do MEO: mr inferior	234	Lei de Hering da igual enervação 6	252
A ação deste músculo pode ser sintetizada:.....	234	Lei de Hering da igual enervação 7	253
Ação primária: depressão	234	Lei de Hering da igual enervação 8	254
Ação secundária: exciclodução.....	234	Lei de Hering da igual enervação 9	255
Ações do MEO: obliquo superior.....	235	Lei de Hering da igual enervação 10.....	256
Lei de Donders	236	Terminology of Ocular Movements 1	257
Lei de Listing 1	237	Terminology of Ocular Movements 2.....	258
Lei de Listing 2	238	Bibliografia	259
Lei de Listing 3	239		
Definições da Lei de Sherrington 1	240		

Revisão da anatomia dos MEO

- 4 Músculos retos
- 2 Músculos oblíquos



Revisão MEO – Músculos retos

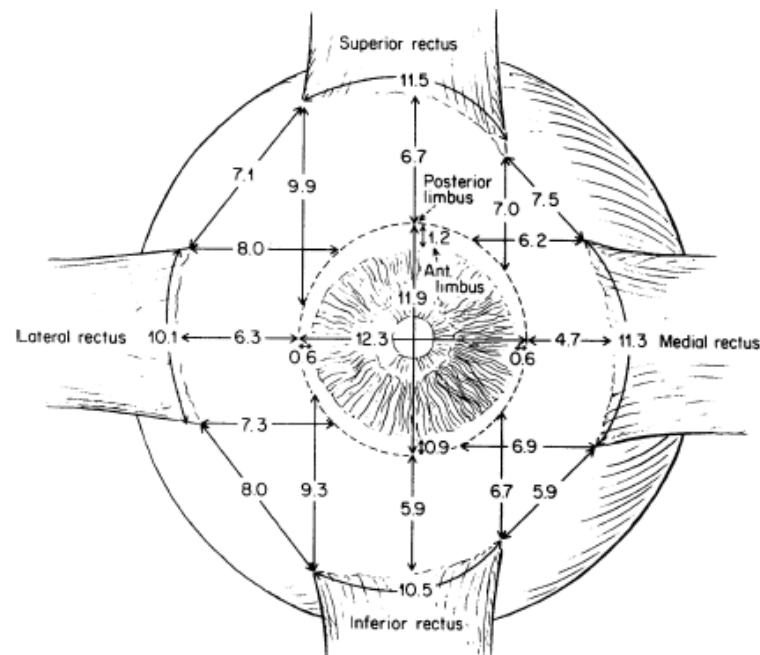


FIGURE 3-3. Insertions of rectus muscles. Average measurements are in millimeters. (Data from Apt L: An anatomical evaluation of rectus muscle insertions. *Trans Am Ophthalmol Soc* 78:365, 1980.)

Revisão MEO - músculos oblíquos

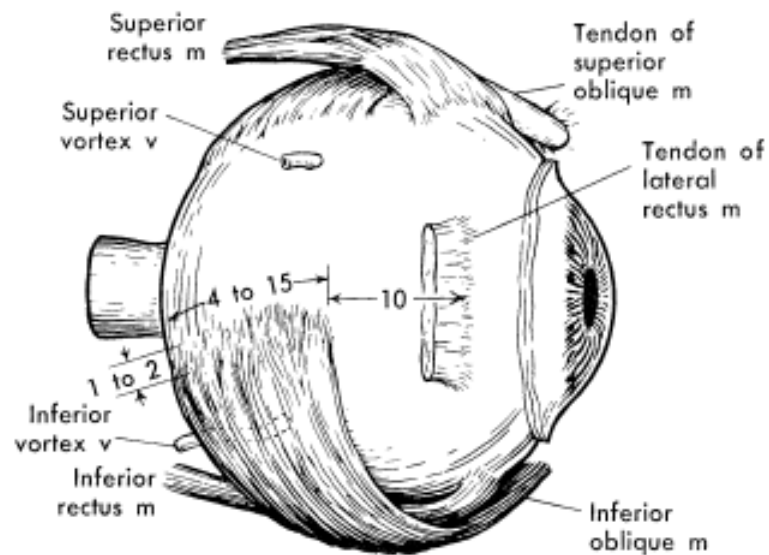


FIGURE 3-7. Course of inferior oblique muscle and the relationships of its tendon. Measurements are in millimeters. (Modified from Fink WH: Surgery of the Vertical Muscles of the Eyes, ed 2. Springfield, IL, Charles C Thomas, 1962.)

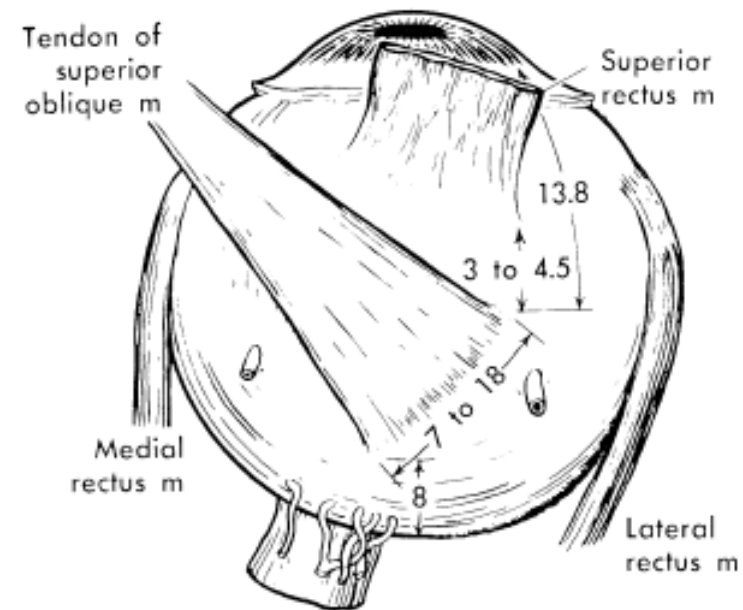
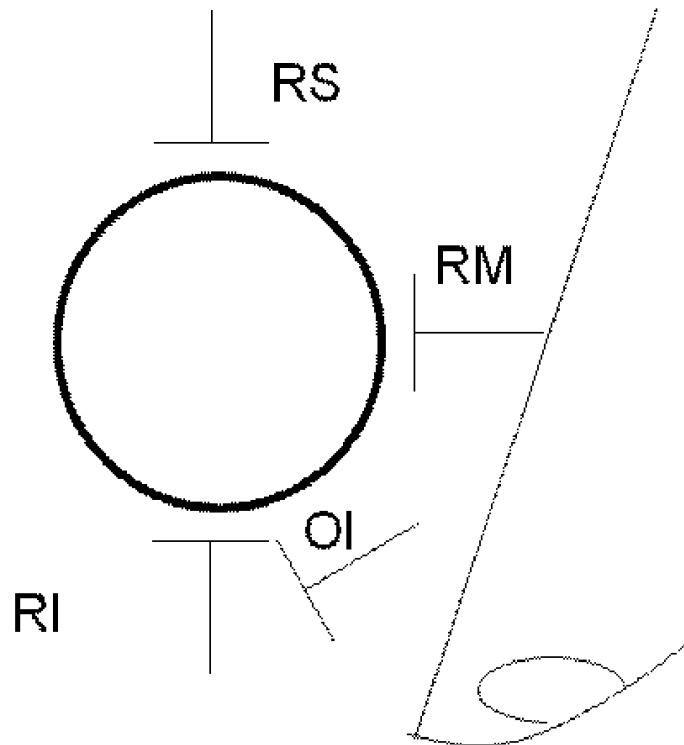


FIGURE 3-6. Relationships of tendons of superior oblique muscle. Measurements are in millimeters. (Modified from Fink WH: Surgery of the Vertical Muscles of the Eyes, ed 2. Springfield, IL, Charles C Thomas, 1962.)

Enervação do MEO: III par–n. oculomotor comum



(Olho direito)

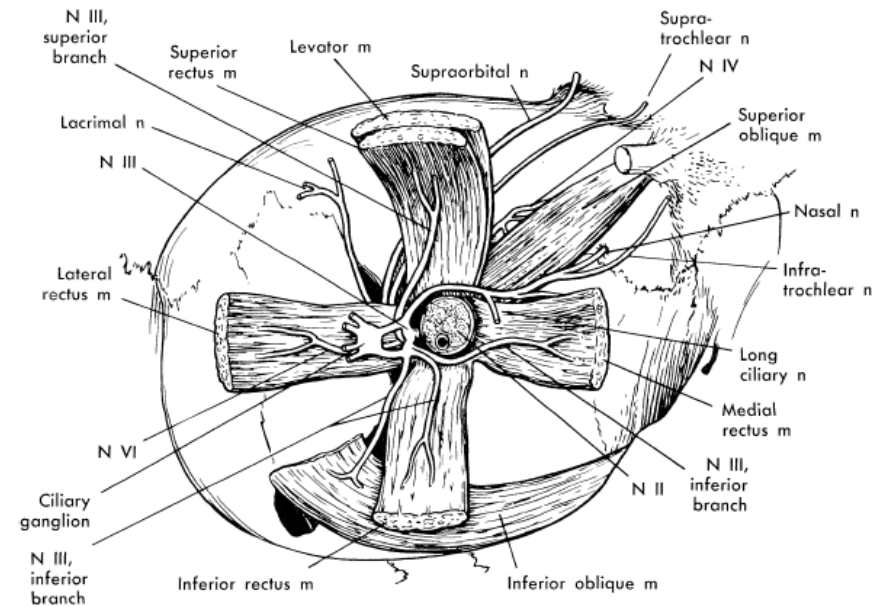
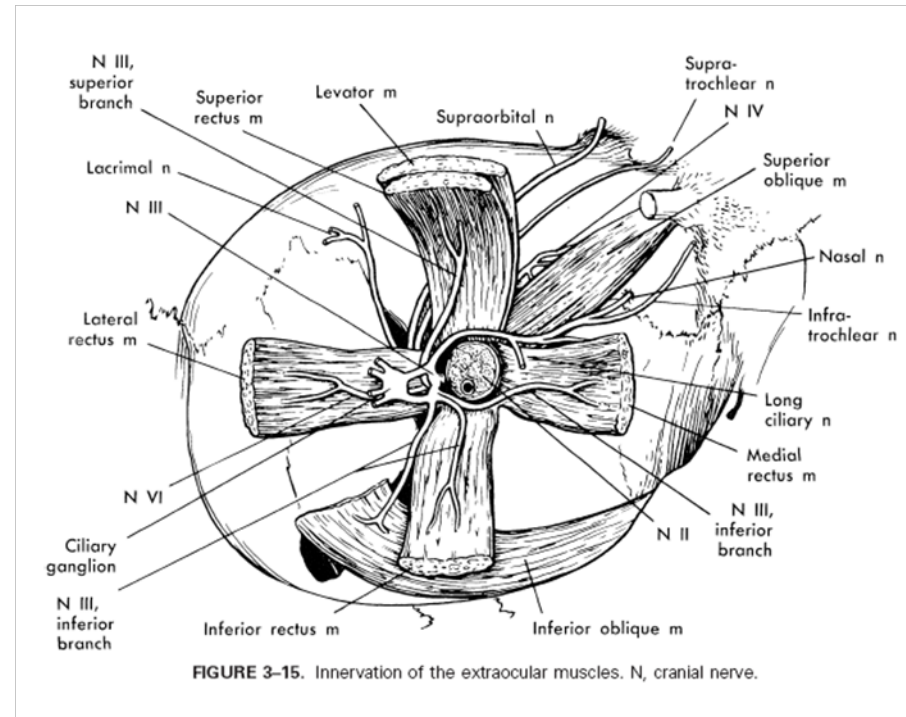
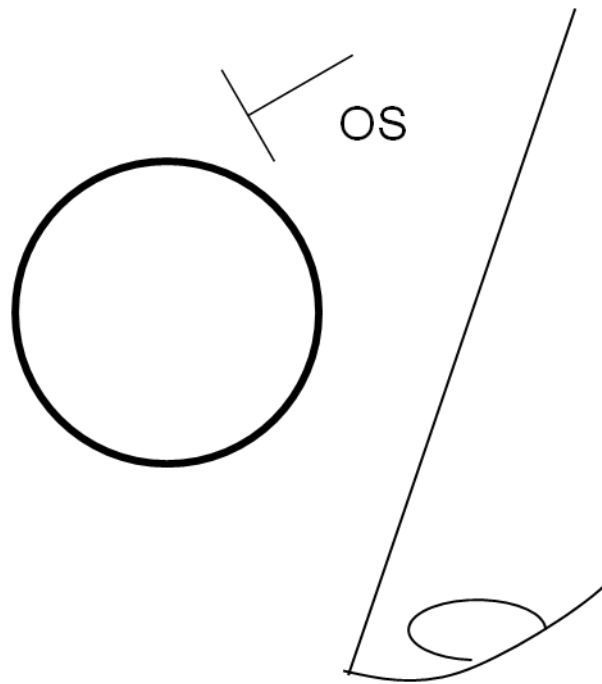


FIGURE 3-15. Innervation of the extraocular muscles. N, cranial nerve.

Enervação do MEO - IV par – n. troclear



(Olho direito)

Enervação do MEO - VI par – n. abducente

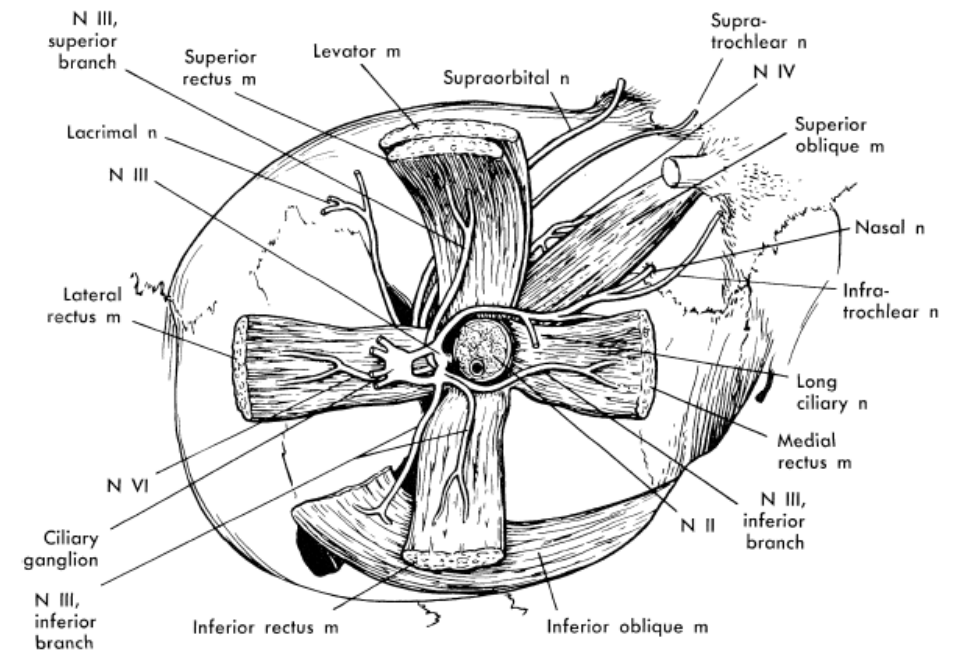
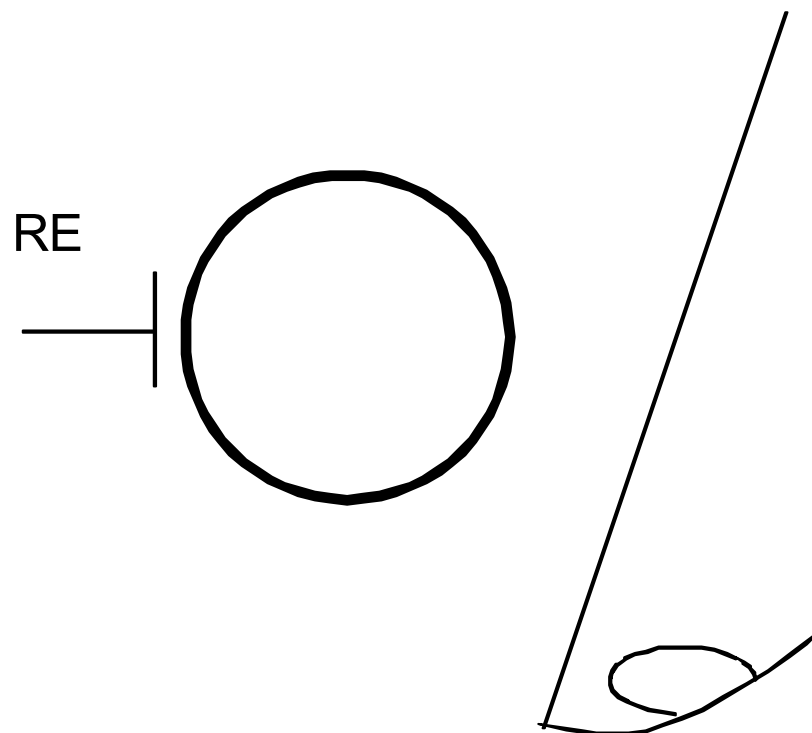


FIGURE 3-15. Innervation of the extraocular muscles. N, cranial nerve.

(Olho direito)

Resumo da Enevação do MEO

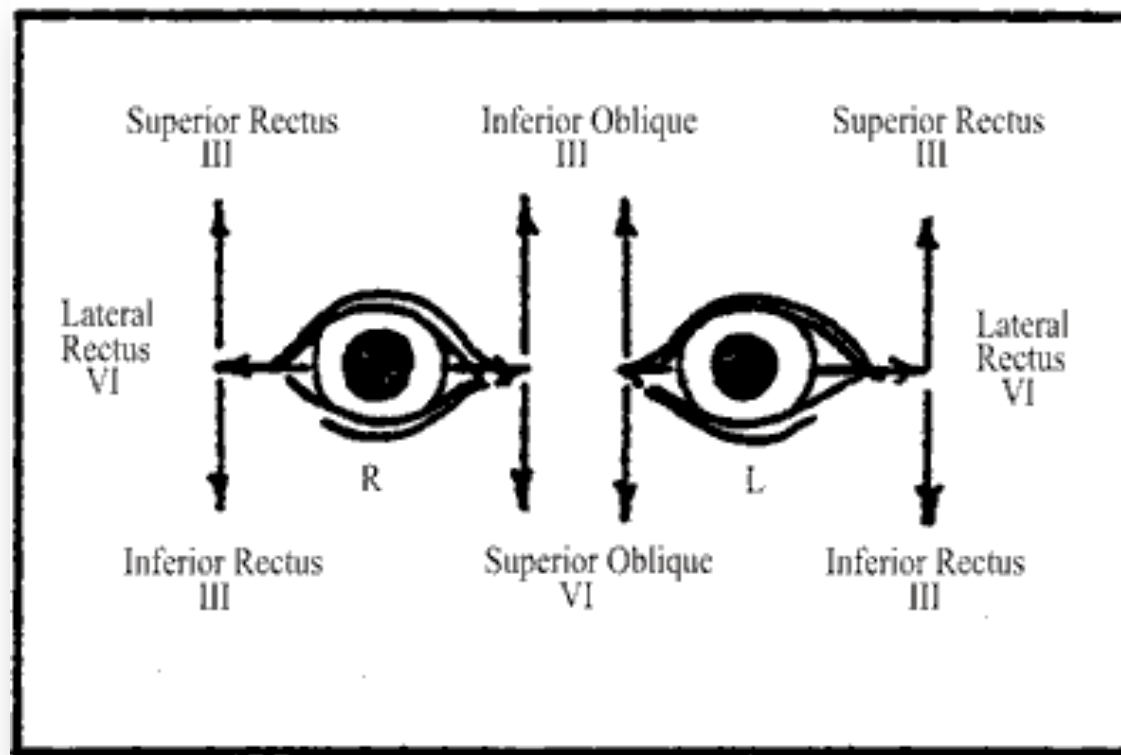


Figura 1: Resumos da enervação dos MEO. Fonte -- <http://www.aan.com/go/education/curricula/family/toc>

Fisiologia dos MEO: Plano de Listing

Plano de Listing: formado pelos eixos horizontal e vertical que se situam no plano equatorial

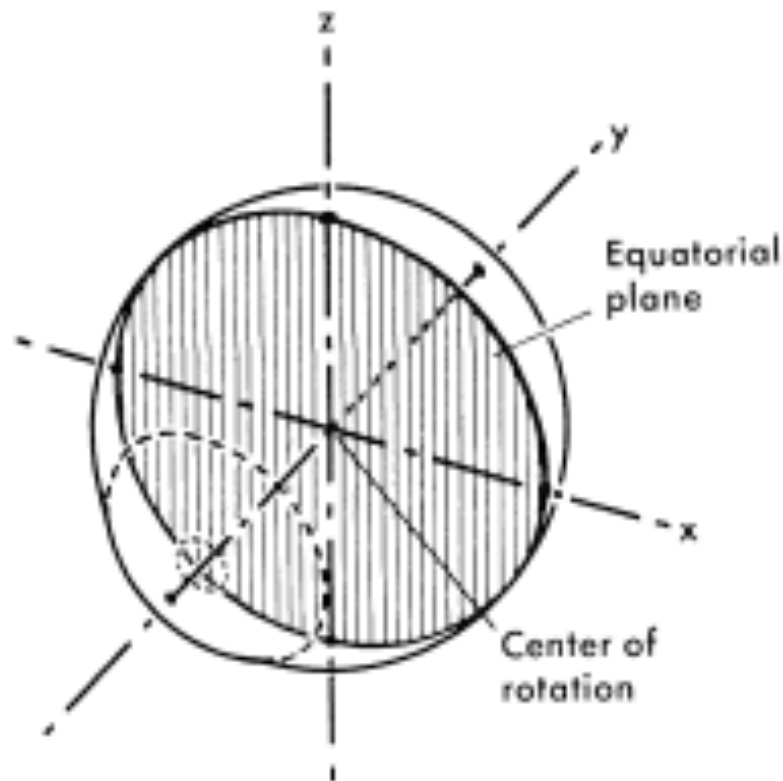


FIGURE 4-1. Axes of rotation, center of rotation equatorial plane.

Centro de rotação: está a cerca de 13.5 mm do ápex da córnea (14.5 mm nos míopes)

Fisiologia dos MEO: eixo ântero-posterior

O olho tem um centro de rotação fixo que lhe permite 3 graus de liberdade de rotação

O eixo y-- eixo ântero-posterior e/ou eixo de fixação -- é paralelo à linha do olhar e perpendicular ao plano equatorial

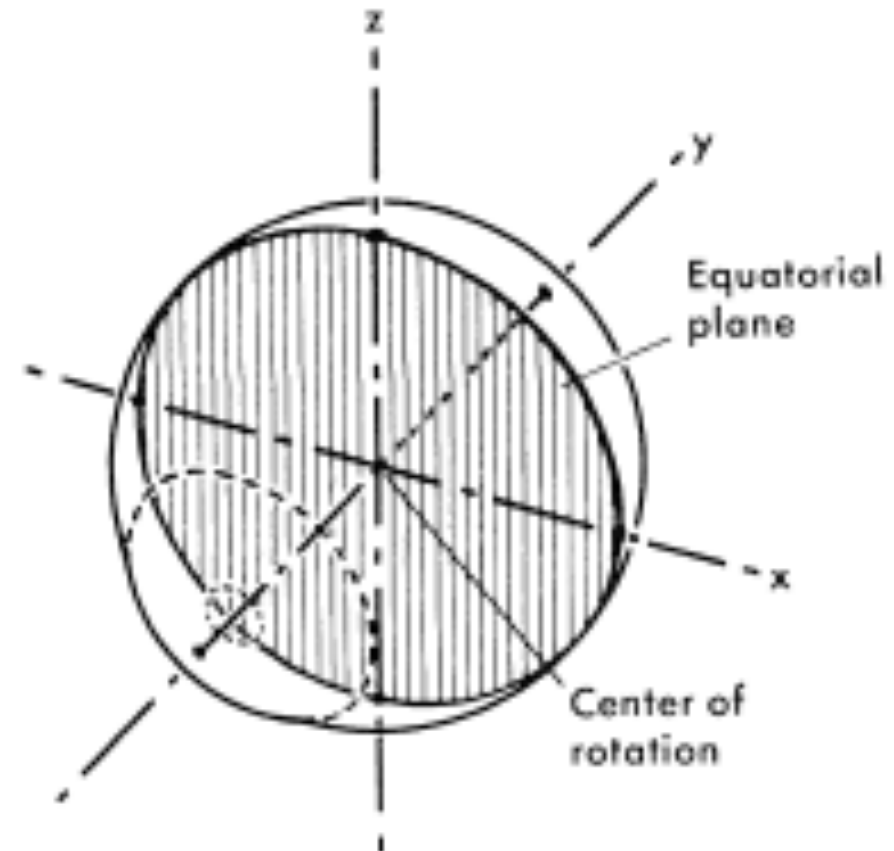


FIGURE 4-1. Axes of rotation, center of rotation equatorial plane.

Fisiologia dos MEO: Posições do olhar

- **Dução** - consiste no movimento de um olho em torno de um eixo (Z ou X) (ver slides que se seguem)
- **Cicloduções: consistem na rotação do olho em torno do eixo ântero-posterior**
 - Inciclodução – rotação na direção NASAL
 - Exciclodução – rotação na direção TEMPORAL

Fisiologia dos MEO: Posições primária

Posição Primária: é a posição assumida pelo olho qdo o individuo olha em frente com o corpo e a cabeça em posição ereta

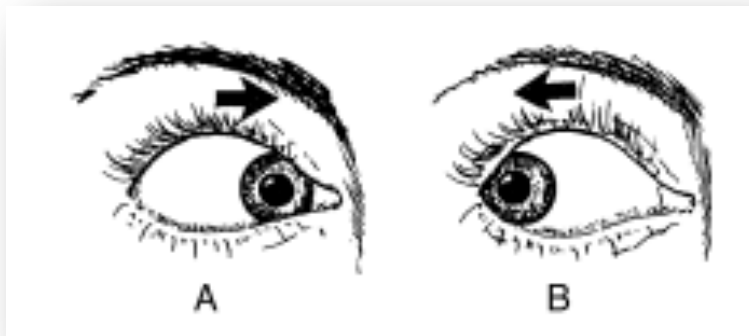
Fisiologia dos MEO: Posições secundárias

De Primária ==> para Nasal -- adução (A)

De Primária ==> para Temporal -- abdução (B)

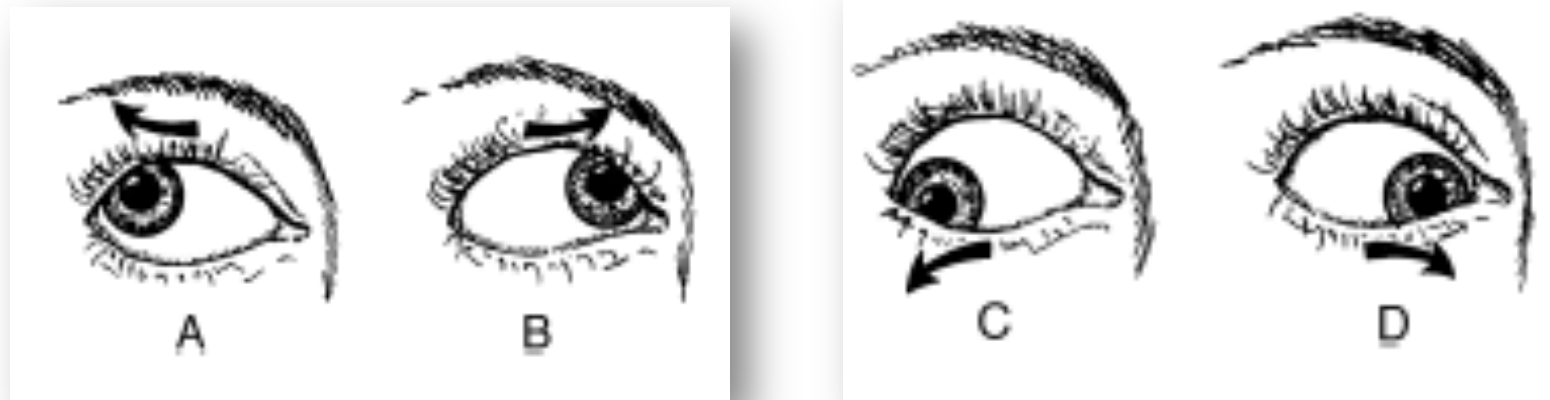
De Primária ==> para Cima -- elevação (C)

De Primária ==> para Baixo -- depressão (D)



Fisiologia dos MEO: Posições terciárias

POSIÇÕES TERCIÁRIAS ** são as posições oblíquas do olhar **



(A) – para-cima/direita (B) - para-cima/esquerda

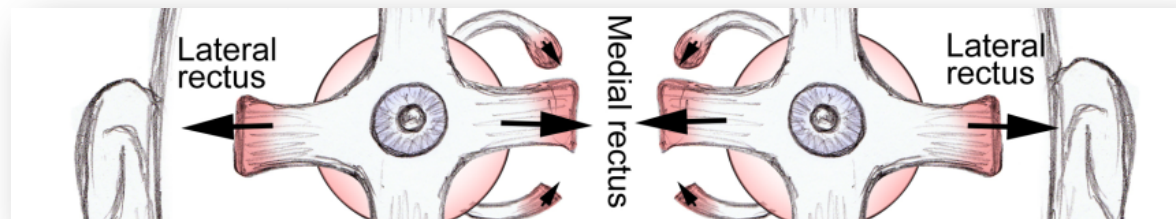
(C) – para-baixo/direita (D) – para-baixo/esquerda

Ações do MEO: mr horizontais

A contração destes músculos produz uma rotação do olho na direção do músculo contraído

Reto médio: Adução

Reto lateral: Abdução



Ações do MEO: mr superior

• Recto superior

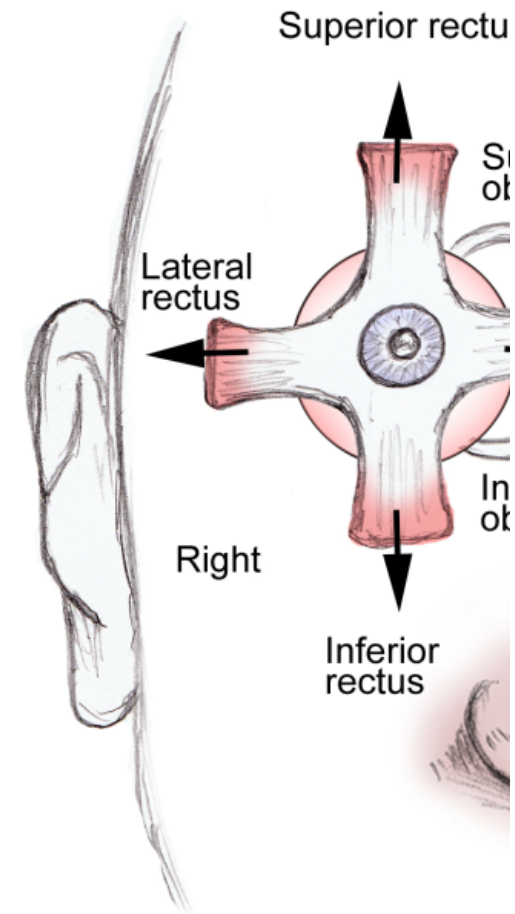
Dependendo da posição do olho dentro da orbita a ação produzida pela contração deste musculo pode mudar.

A ação deste músculo pode ser sintetizada:

Ação primária: elevação

Ação secundária: inciclodução

Ação terciária: adução



Ações do MEO: mr inferior

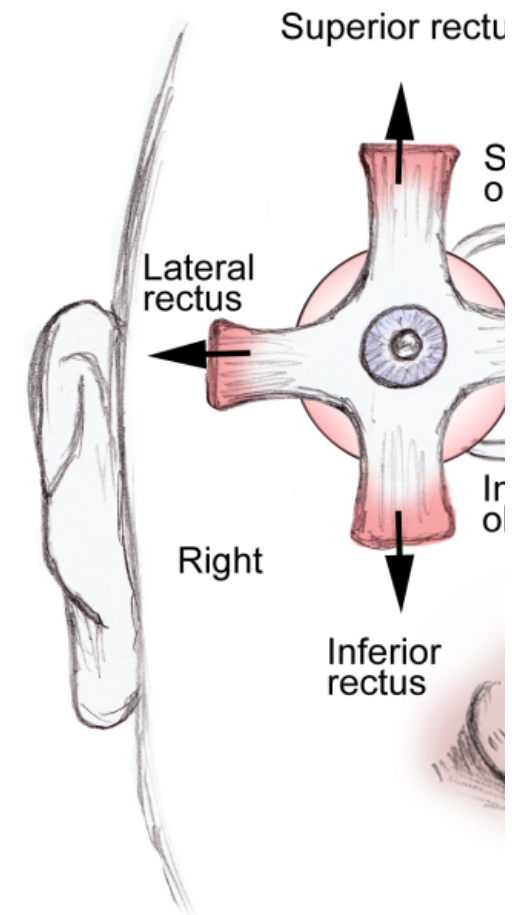
Dependendo da posição do olho dentro da orbita a ação produzida pela contração deste musculo pode mudar.

A ação deste músculo pode ser sintetizada:

Ação primária: depressão

Ação secundária: exciclodução

Ação terciária: adução



Ações do MEO: obliquo superior

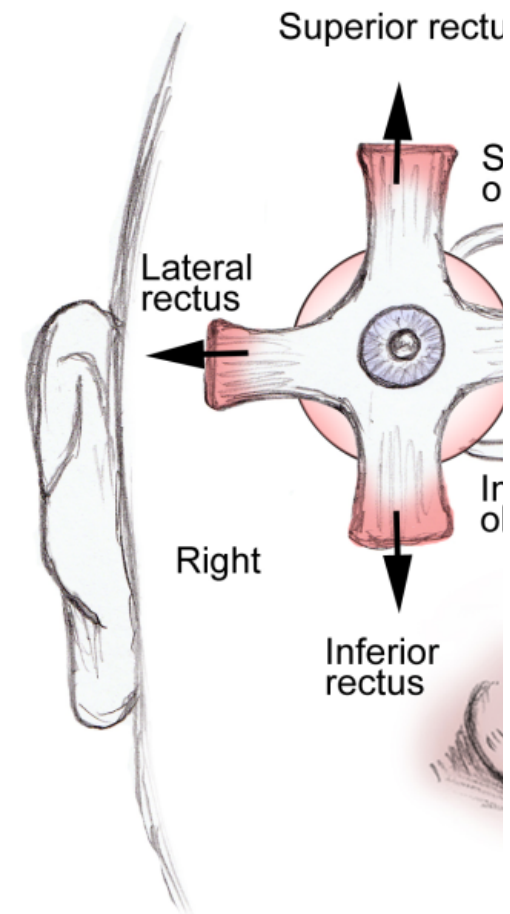
Dependendo da posição do olho dentro da orbita a ação produzida pela contração deste musculo pode mudar.

A ação deste músculo pode ser sintetizada:

Ação primária: inciclodução

Ação secundária: depressão

Ação terciária: abdução



FALTA REVER OBLIQUO INFERIOR

Lei de Donders

A ação dos músculos tal como vimos até aqui é uma ação individual

No entanto cada uma dos músculos oculares não atua sozinho

Donders definiu que: por cada posição da posição do olhar pertence a orientação bem definida dos meridianos horizontal e vertical relativamente às coordenadas do espaço

Lei de Listing 1

Listing não adicionou muito à lei de Donders, mas o seu trabalho acrescentou muito conhecimento ao nível da geometria e matemática dos movimentos oculares. Listing sugeriu que cada movimento do olho a partir da posição primária para qualquer outra posição envolve a rotação à volta de um único eixo situado no plano equatorial e conhecido por plano de Listing (já definido). O eixo é perpendicular ao plano que contém as posições iniciais da linha do olhar.

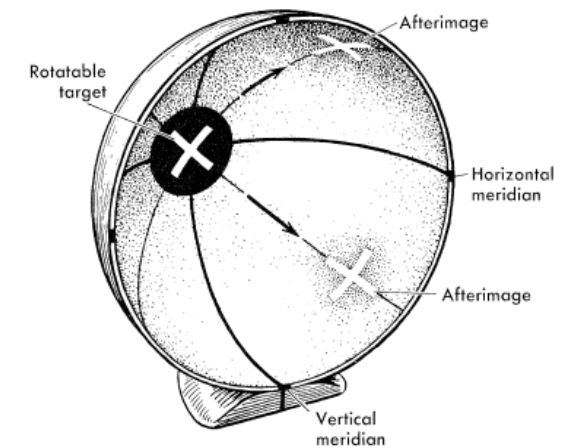


FIGURE 4-7. Bowl with inscribed meridians and movable disk carrying a cross to produce afterimage to show that eye movements from primary position are true to meridians.

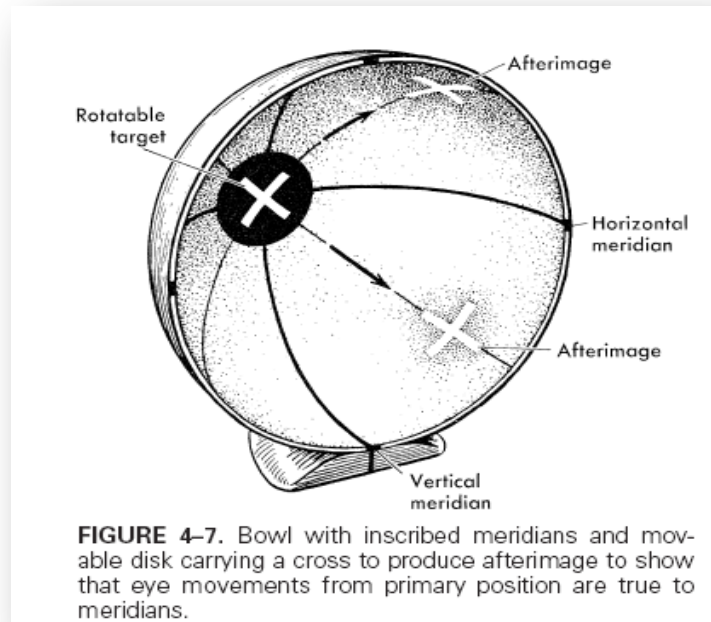
Lei de Listing 2

A lei de Listing implica que todos os movimentos oculares a partir da posição primária são válidos para os meridianos do olho e ocorrem sem torção ou ciclo-torção relativamente à posição primária do olhar.

Esta lei é válida para movimentos no meridiano vertical e horizontal no plano equatorial. Isto pode ser provado também nas posições terciárias usando pós-imagens.

Lei de Listing 3

No método das pós-imagens o olho do indivíduo está em posição primária relativamente ao centro de uma plano (preferencialmente de



uma cúpula para evitar a distorção causada pela perspectiva) na qual um certo número de meridianos pode ser desenhado. O centro da cúpula está preso a um disco rotativo com uma cruz, normalmente papel vermelho

Definições da Lei de Sherrington 1

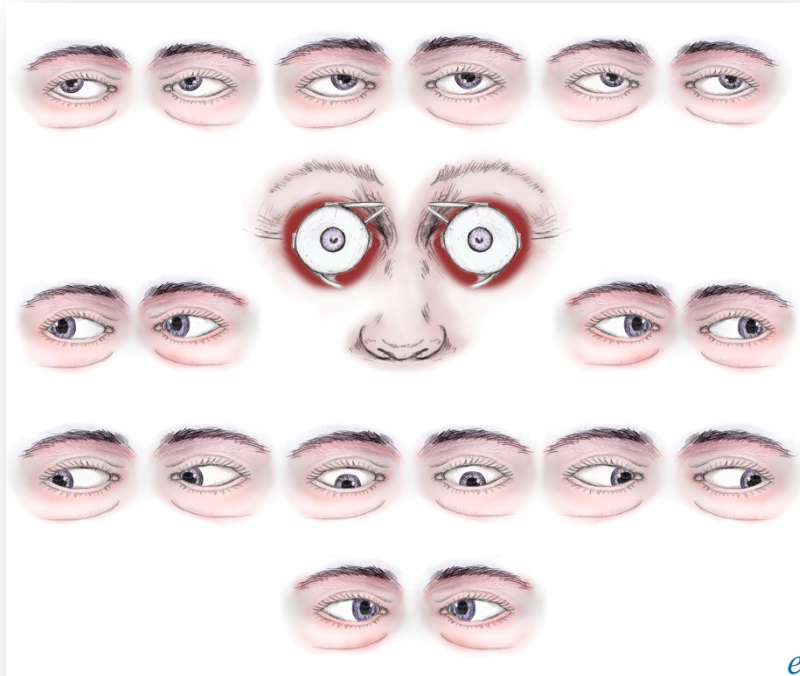


Figura 2: Extraocular muscle actions. Fonte da figura -- <http://emedicine.medscape.com/article/1189759-overview>

Os músculos “Yoke”, na literatura original, serão conhecidos por “conjugados” e são os músculos principais de cada olho que se responsáveis por uma determinada direção (movimentos dos olhos em

direções similares). e.g.: olhar para a direita os músculos conjugados são o reto médio do OE e o reto lateral to OD.

Definições da Lei de Sherrington 2

O músculo primário que move o olho numa determinada direção do olhar chama-se ***agonista***. Um músculo do mesmo olho que move o olho na mesma direção que o agonista chama-se ***sinergista*** enquanto um músculo do mesmo olho que movimenta o olho na direção oposta ao do músculo agonista se chama ***antagonista***.

E.g.: abdução do OD, o reto lateral do OD é agonista, o reto superior, inferior e oblíquo são sinergistas. O reto médio o reto superior e o inferior são antagonistas.

Lei de Sherrington 1

Segundo a Lei de Sherrington de inervação recíproca: o aumento da inervação no músculo ***agonista*** é acompanhado por uma redução da inervação no músculo ***antagonista***. Por outras palavras, existe uma regulação da tensão no músculo ***antagonista*** por parte do músculo ***agonista*** e vice-versa.

A lei de Sherrington aplica-se a todos os músculos estriados do corpo e não apenas aos meo

Lei de Sherrington 2

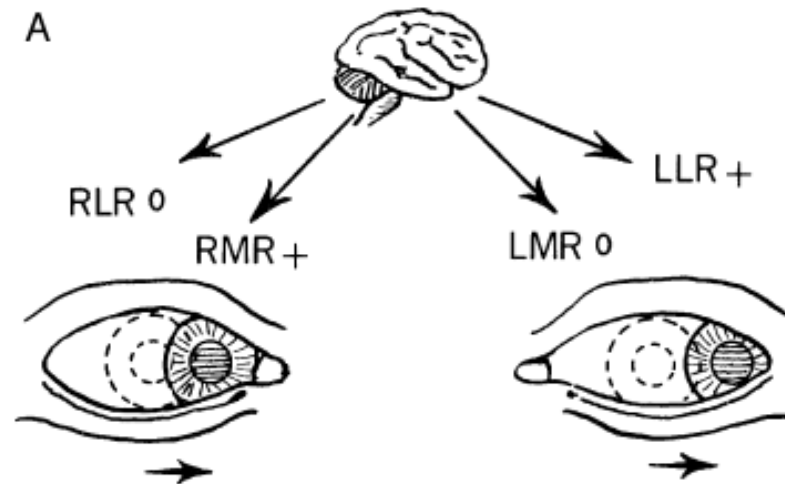
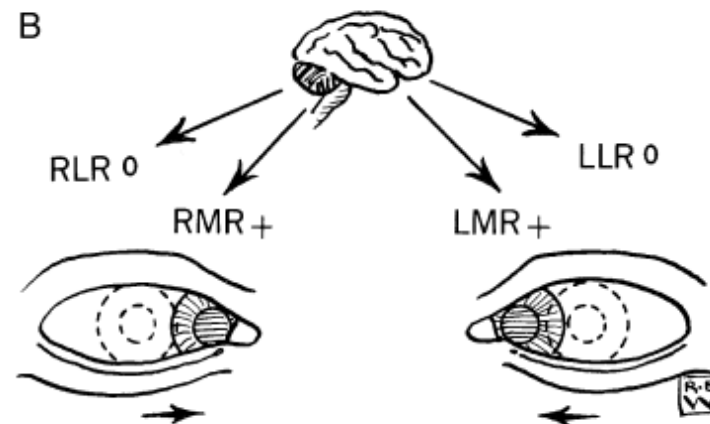


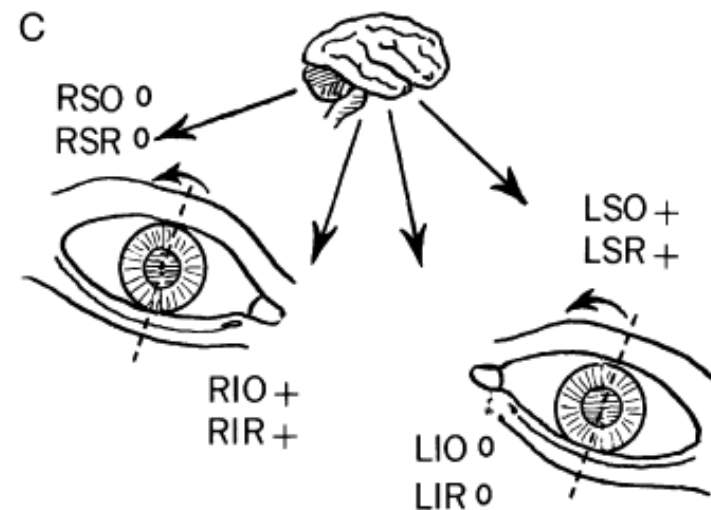
FIGURE 4-11. Sherrington's law of reciprocal innervation. *A*, On levoversion, increased contraction (+) of the right medial rectus (RMR) and left lateral rectus (LLR) is accompanied by decreased tonus (0) of the antagonistic right lateral (RLR) and left medial rectus (LMR) muscles. *B*,

Lei de Sherrington 3



lateral (RLR) and left medial rectus (LMR) muscles. B, Increased activity of both medial rectus muscles and decreased tonus of both lateral rectus muscles during convergence. C, Contraction and relaxation of opposing muscle

Lei de Sherrington 4



gence. C, Contraction and relaxation of opposing muscle groups on dextrocyclovergence when the head is tilted to the left shoulder. RSO, right superior oblique; RSR, right superior rectus; LSO, left superior oblique; LSR, left superior rectus; RIO, right inferior oblique; RIR, right inferior rectus; LLO, left inferior oblique; LIR, left inferior rectus. (From Noorden GK von: Atlas of Strabismus, ed 4. St.

Lei de Hering da igual enervação 1

Segundo a lei de Hering de os músculos conjugados de cada olho recebem enervação igual e simultânea. A magnitude da inervação é determinada pelo olho fixador, isto significa que o angulo de desvio entre os dois olhos (estrabismo) pode variar de acordo com o olho que se encontra a fixar. O desvio primário, por exemplo em desvios paréticos, é normalmente determinado com o olho normal a fixar.

Lei de Hering da igual enervação 2

A lei de Hering implica que os músculos extraoculares não recebem inervação de forma isolada ou que apenas músculos de um olho recebam inervação. Os impulsos para realizar um movimento ocular são sempre integrados e todos os movimentos são conjugados. Movimentos oculares desconjugados correspondem tipicamente a situações patológicas.

Lei de Hering da igual enervação 3

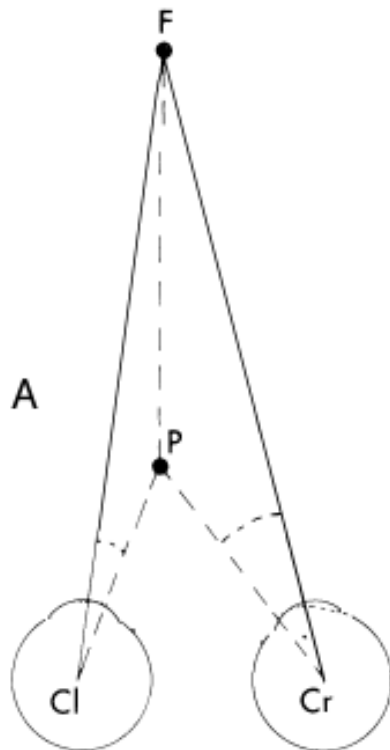
Chapter 20). Hering's law applies only to extraocular muscles. There are no muscles in the body that are functionally interrelated as are the pairs of yoke muscles of the eye.

Quando um impulso p/ a realização de um movimento ocular é enviado, os músculos correspondentes recebem inervação igual p/contrariar ou relaxar. Esta é a lei básica da inervação ou lei da correspondência motora dos olhos inicialmente proposta por Hering. A lei de Hering explica os desvios primários e secundários nos estrabismos paréticos.

Lei de Hering da igual enervação 4

ASYMMETRICAL CONVERGENCE AND HERING'S LAW. Asymmetrical convergence has been cited as an example that disproves Hering's law, since it appeared that unequal innervations could be sent to the two eyes. This is not the case.

Lei de Hering da igual enervação 5



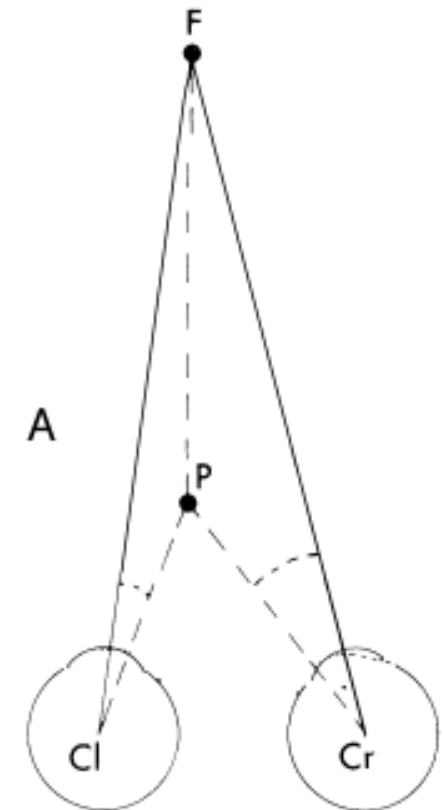
Se a pessoa está fixar o ponto F a cerca de 2m e se tem de alternar o olhar para P, à esquerda da linha do olhar, colocado a 40cm . A posição P é tal que a fixação em P requer convergência assimétrica. O olho esquerdo faz um movimento mais pequeno que o olho

direito tal como se mostra na geometria do desenho

Lei de Hering da igual enervação 6

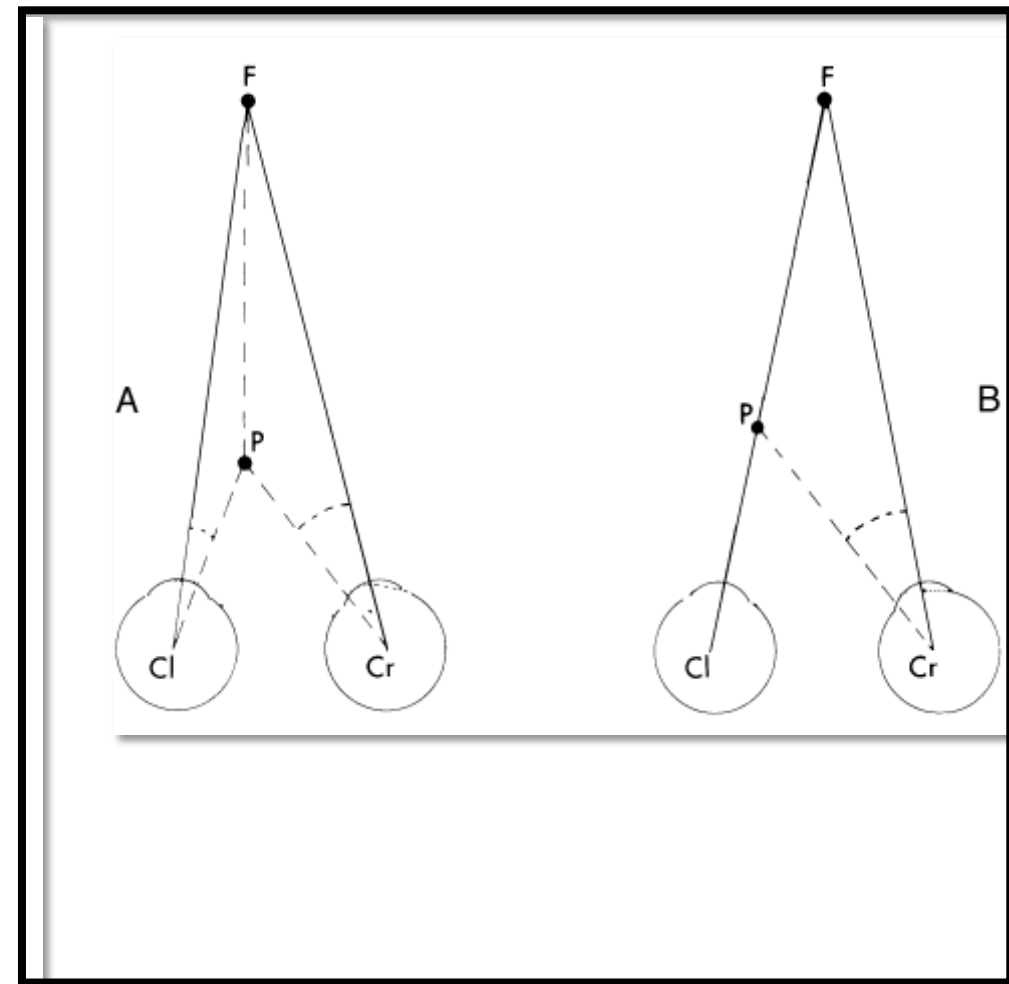
O o.direito tem de se mover o angulo $FPCr$ e o o.esquerdo o angulo $FPCl$. Se P ficar na linha do o.esquerdo (caso não representado) o o.esquerdo não tem de se mover e o que parece ser necessário é que APENAS o o.direito faça adução para que o ponto P seja visto binocularmente.

Numa primeira análise este parece ser o caso.



Lei de Hering da igual enervação 7

Segundo a lei de Hering o que na realidade acontece para que P seja visto binocularmente e é que o impulso p/ levoversão no o.esquerdo é contrariado parcial/total pelo impulso de convergência (subtraem-se os impulsos). Enquanto isso, no o.direito os impulsos somam-se e assim P é visto pelos 2 olhos -- fixação binocular. Este tipo de impulsos também é despoletado quando são colocados prisma em frente aos olhos.



Lei de Hering da igual enervação 8

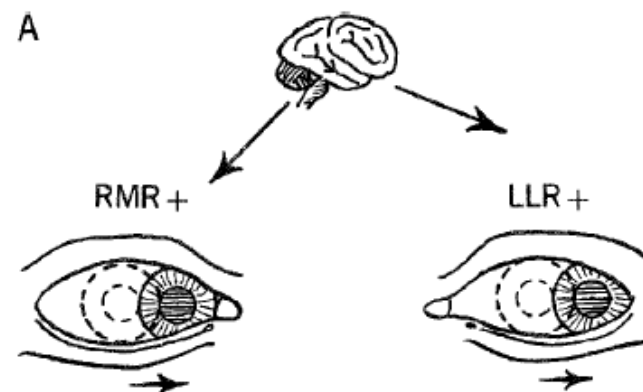
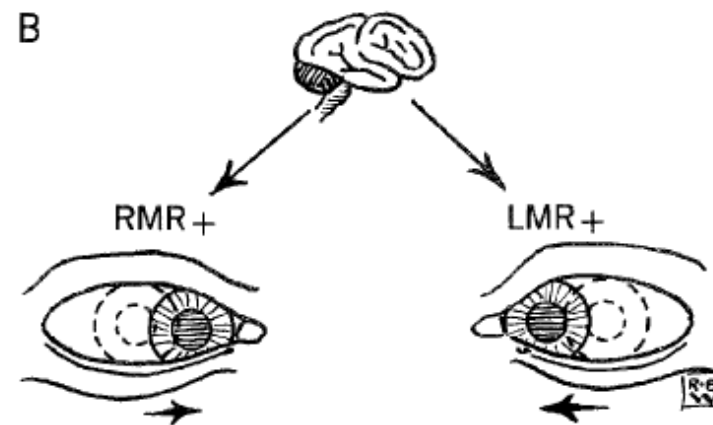


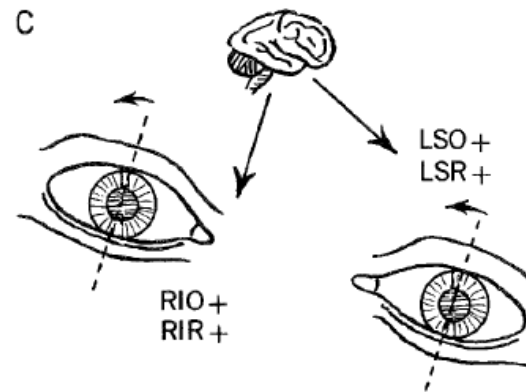
FIGURE 4–14. Hering's law of equal innervation. A, During levoversion the right medial rectus and the left lateral rectus muscles receive an equal and simultaneous flow of innervation.

Lei de Hering da igual enervação 9



innervation. *B*, During convergence the right and left medial rectus muscles receive equal and simultaneous innervation. *C*. When the head is tilted to the left, the muscle

Lei de Hering da igual enervação 10



nervation. *C*, When the head is tilted to the left, the muscle groups controlling excycloduction of the right eye and incycloduction of the left eye receive equal and simultaneous innervation. However, inclination of the head is only partially compensated for by wheel rotations of the eyes. (From Noorden GK von: Atlas of Strabismus, ed 4. St. Louis. Mosby-Year Book. 1983. p 21.)

Terminology of Ocular Movements 1

TABLE 4-3. Terminology of Ocular Movements

Monocular Movements (ductions)	Binocular Movements	
	Versions	Vergences
Adduction	Dextroversion	Convergence
Abduction	Levoversion	Divergence
Sursumduction (elevation)	Sursumversion (elevation)	Right sursumvergence* (left deorsumvergence)
Deorsumduction (depression)	Deorsumversion (depression)	Right deorsumvergence† (left sursumvergence)
Incycloduction	Dextrocycloversion	Incyclovergence
Excycloduction	Levocycloversion	Excyclovergence

*Positive vertical divergence (in the terminology of Hering, used by Bielschowsky, and others).

†Negative vertical divergence (in the terminology of Hering, used by Bielschowsky and others).

Terminology of Ocular Movements 2

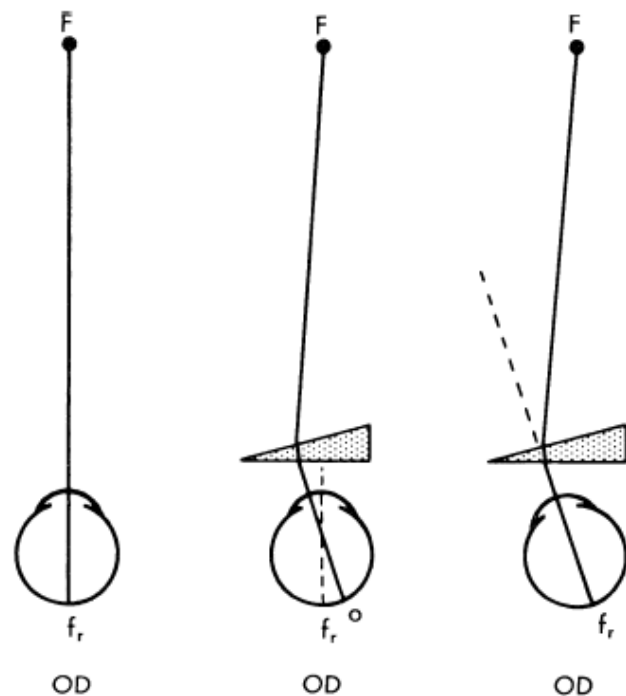


FIGURE 4-16. Diagram showing that the eye turns toward the apex of a prism. F, fixation point; f_r , right fovea; o , position of image of fixation point when prism is first placed in front of the eye.

If prisms of appropriate power are placed horizontally or vertically in front of the eyes of an observer with normal binocular cooperation, he may see double for a brief moment but will immediately regain binocularity. After the removal of the prisms the observer may again experience diplopia, but single vision is promptly reestablished. The eyes move toward the apex of the prisms (Fig. 4-16). If the prisms are placed base-out

Bibliografia

Purves, D et al, in Neuroscience, 3rd Edition

Capítulos 11, 22 e 23

AOA-guideline Strabismus

Outros recursos

<http://www.eophtha.com/eophtha/eso/eom.swf>

http://telemedicine.orbis.org/bins/content_page.asp?cid=1-351-7161

ESTRABISMO 2

Objetivo: Nesta aula foram revistos os períodos críticos de desenvolvimento das capacidades visuais com especial destaque para os que envolvem a visão binocular. No final desta unidade o aluno deve ser capaz de enumerar os diferentes graus de visão binocular, distinguir entre vários tipos de fusão, disparidade de fixação, horoptero e áreas de Panun. O aluno deve compreender e ser capaz de explicar por palavras próprias os mecanismos de correspondência retiniana anômala e supressão e deve ser capaz de os relacionar com a existência de diplopia, ou não, nos casos de estrabismo.

Estrabismo 2	260	Fusão motora 1	272
Revisão do desenvolvimento da visão	262	Fusão motora 2.....	273
Maturidade visual: definições	263	Fusão motora 3.....	274
Desenvolvimento de visão binocular normal	264	Esteriopsia 1	275
Fixação bifoveal e fusão.....	265	Esteriopsia 2	276
Amplitudes de fusão para perto testadas com prismas	266	Supressão 1	277
Correspondência retiniana, fusão e esteropsia - 1	267	Supressão 2.....	278
Correspondência retiniana, fusão e esteropsia - 2	268	Supressão 3.....	279
Fusão 1	269	Ambliopia	280
Fusão 2	270	Bibliografia	281
Fusão 3	271		

Revisão do desenvolvimento da visão

Nos primeiros 6 meses de idade:

OKN (nistagmos optocinético) é mais direcionado para o lado nasal

A esteriopsia desenvolve-se

A sensibilidade ao contraste melhora

Se o OKN permanece assimétrico após este período a criança tem maior probabilidade de desenvolver estrabismo

Maturidade visual: definições

Uma boa acuidade/fusão/esteriopsia já existem aos 4 meses, no entanto, o processo só se pode considerar completo por volta dos 8 anos de idade

Quando um estrabismo se desenvolve após os 5 anos de idade não são esperadas redução da acuidade visual e/ou supressão

Utilizamos a definição de sistema imaturo para nos referirmos ao sistema visual durante o período de desenvolvimento – período plástico

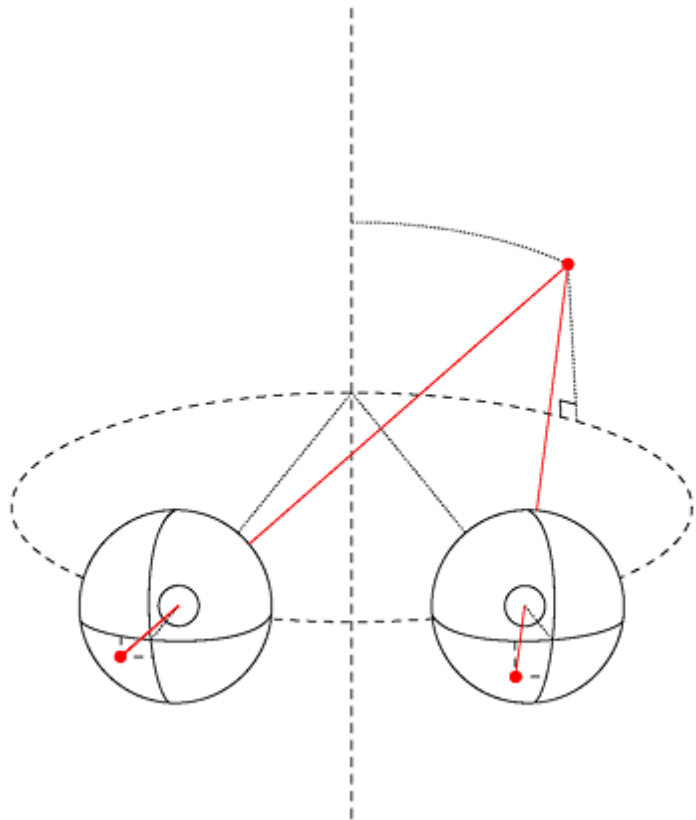
Desenvolvimento de visão binocular normal

Existem várias definições, no entanto, como ponto de partida consideramos a existência de 2 olhos com boa acuidade visual como a condição base para a existência de VISÃO BINOCULAR

Uma boa visão binocular implica boa coordenação entre os 2 olhos e uma esteriopsia de 60'' de arco ou menos (Test Titmus)

Salvo raras situações, que podem não ser abordadas nesta unidade, uma vez formada a visão binocular não se altera

Fixação bifoveal e fusão



É essencial que o input de pontos correspondentes da retina atinga as mesmas células corticais

Uma diferença significativa de acuidade aumentará a competição entre os 2 olhos com vantagem para o que tem melhor visão

Os campos visuais dos 2 olhos sobrepõe-se no campo nasal – cada olho vê cerca de 60°

para cada lado do ponto de fixação

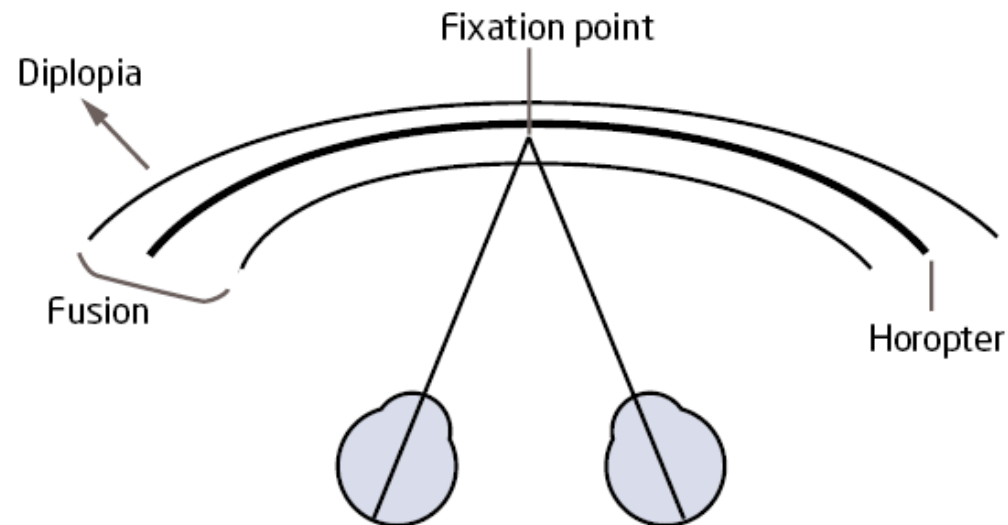
Amplitudes de fusão para perto testadas com prismas

8^Δ Divergência

50^Δ Convergência

1^Δ-2^Δ Vertical

Correspondência retiniana, fusão e esteriopsia - 1



O termo “pontos retinianos” tem vindo a ser substituído por área retiniana correspondente por se considerar que a correspondência retiniana é tolerante e não está restrita à correspondência ponto-a-ponto

Correspondência retiniana, fusão e esteriopsia - 2

A correspondência retiniana pode ser definida como: pontos anatomicamente correspondentes de cada olho localizam o mesmo ponto no espaço

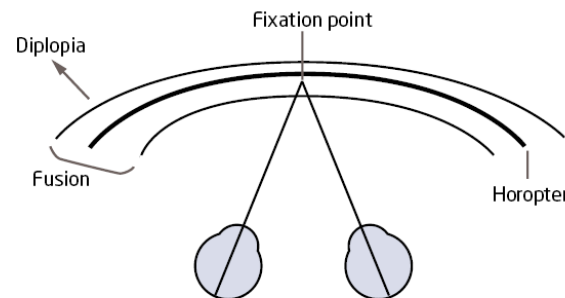
Correspondência retiniana normal implica que as fibras nervosas da via óptica partilhem a mesma célula do córtex visual

Depois do período crítico não é possível desenvolver correspondência retiniana anómala

Fusão 1

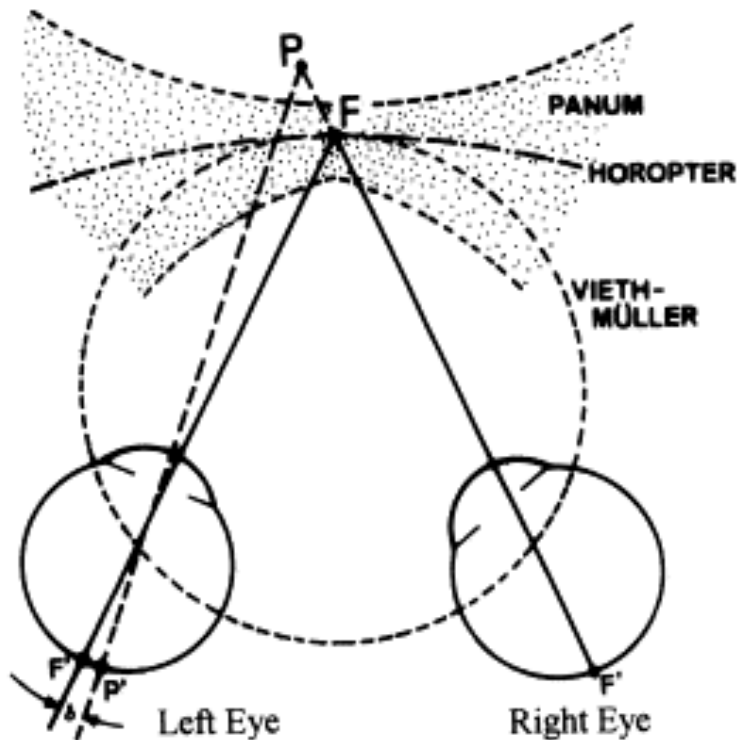
A fusão está artificialmente dividida em : motora (alinhamento com fixação bifoveal) e sensorial (percepção de uma imagem única). As duas componentes são necessárias para manter visão binocular normal

A linha imaginária, traçada no espaço, que liga todos os pontos na vizinhança do ponto de fixação cujas imagens caem em pontos correspondentes da retina na vizinhança das fóveas forma o horoptero



Fusão 2

Em cada lado do horoptero existe uma área estrita chamada área fusional de Panum onde existe visão binocular com fusão das imagens



As imagens dentro da área podem não cair em pontos anatomicamente correspondentes em cada uma das retinas. Este facto constitui a base fisiológica (na retina) para a esteriopsia

Fusão 3

A fusão motora (amplitude fusional) é um mecanismo cerebral que mantém os olhos alinhados para que ambas as fóveas projectem para os mesmos pontos do espaço levando à fusão sensorial

Fusão motora 1

A estabilidade da fusão depende de áreas correspondentes da retina serem mantidas em alinhamento perfeito em diferentes posições do olhar e sob pouco esforço visual

São necessárias duas vias para que tal aconteça

Acuidade visual -- via forma

Movimentos fusionais – via motora

A informação para estas duas vias é processada por diferentes grupos de células ganglionares na retina

Fusão motora 2

Requer alinhamento motor complexo envolvendo músculos extraoculares e nervos cranianos III, IV, VI

Existem células no cérebro, perto do núcleo oculomotor comum, que respondem especificamente à vergência e outras especificamente à divergência

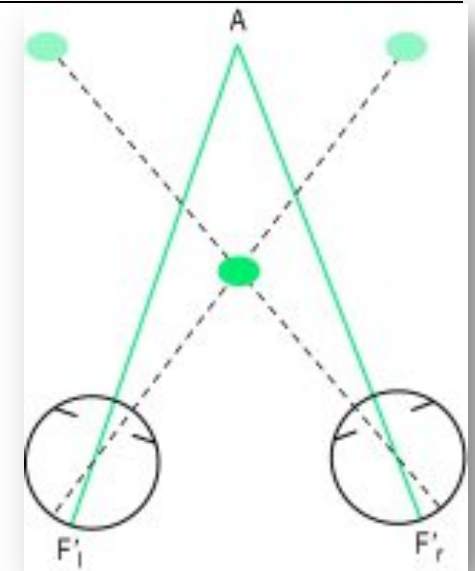
Fusão motora 3

A deprivação visual prolongada em adultos pode provocar perturbações na fusão, no entanto, não é susceptível de causar alterações na acuidade

Acredita-se que os períodos críticos de acuidade e fusão sejam diferentes

Esteriopsia 1

A esteriopsia depende de input em pontos díspares da retina mas dentro das áreas fusionais de Panun

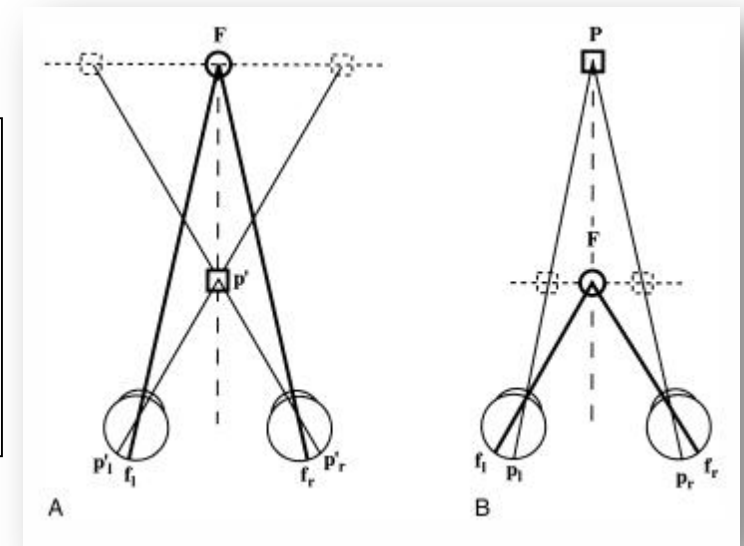


Quando as imagens caem em pontos correspondentes e áreas não correspondentes, isto é, mais próximo ou mais afastado do que o ponto que estamos a fixar dá-se o fenómeno da diplopia fisiológica

Esteriopsia 2

A diplopia fisiológica também tem um papel na esteríopsia

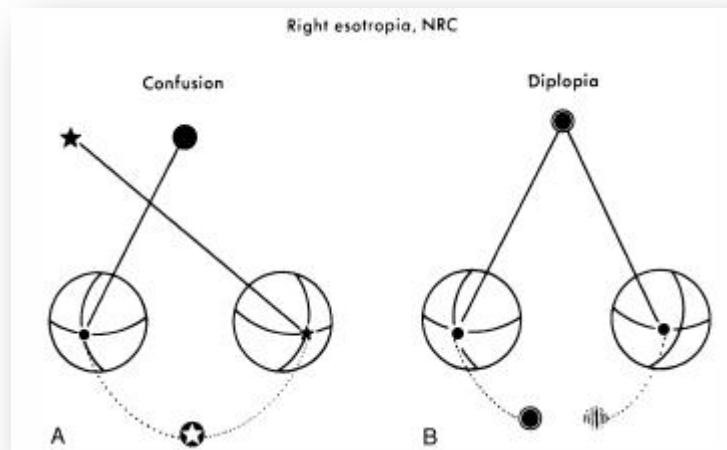
Physiologic diplopia. A, Crossed (heteronymous) diplopia of the object p, closer than the fixation point F, imaged in temporal disparity. B, Uncrossed (homonymous) diplopia of the object P, more distant than the



- ▶ Deslocamentos temporais das imagens > diplopia cruzada > sensação de proximidade
- ▶ Deslocamentos nasais das imagens > diplopia homónima > sensação de distanciamento

Supressão 1

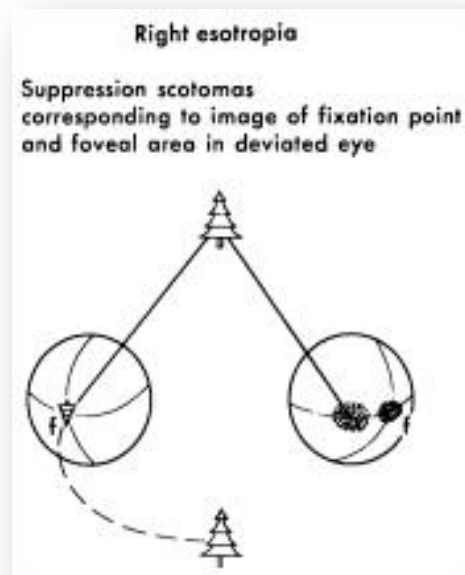
Supressão é um mecanismo que permite eliminar imagens não desejadas causadas, por exemplo, por estrabismo e ambliopia



Effects of the relative deviation of the visual lines. *A*, Confusion. *B*, Diplopia. NRC, Normal retinal correspondence. (From Burian HM: Adaptive mechanisms. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 57:131. 1953.)

Supressão 2

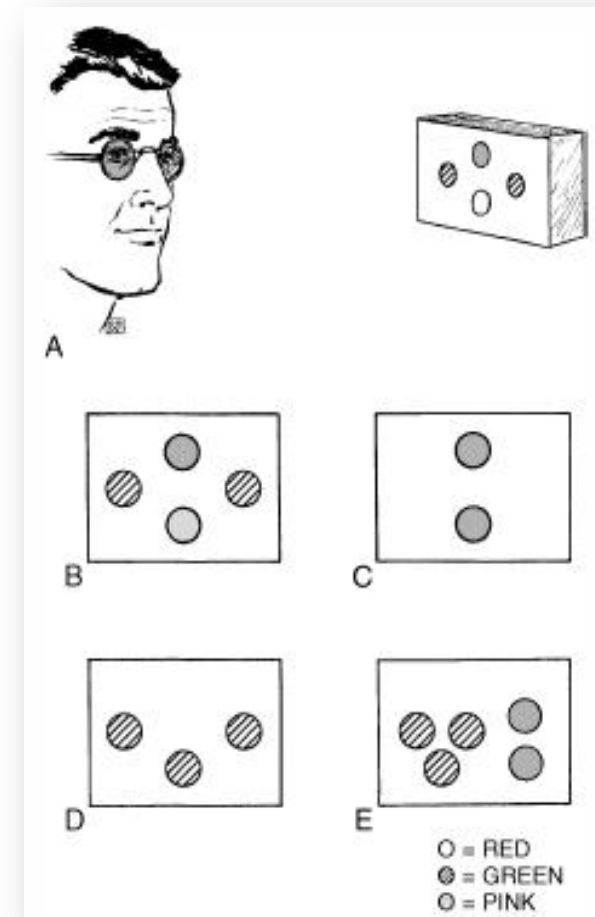
A supressão desenvolve-se em indivíduos visualmente “imatuross” em resposta a diferentes inputs corticais oriundos de cada olho



Peripheral fixation point and central suppression scotomas in deviated eye.
(Modified from Burian HM: Adaptive mechanisms. Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol 57:131, 1953.)

Supressão 3

The Worth four-dot test. *A*, Looking through a pair of red and green goggles, the patient views a box with four lights (one red, two green, one white) at 6 m and at 33 cm (with the four lights mounted on a flashlight). The possible responses are given in *B* to *E*. ***B*, Patient sees all four lights: peripheral fusion with orthophoria or esotropia with anomalous retinal correspondence. Depending on ocular dominance, the light in the 6-o'clock position is seen as white or pink.** *C*, Patient sees two vertically displaced red lights: suppression OS. *D*, Patient sees three green lights: suppression OD. ***E*, Patient sees five lights. The red lights may appear to the right, as in this figure (uncrossed diplopia with esotropia), or to the left of the green lights (crossed diplopia with exotropia).** (From Noorden GK von: Atlas of Strabismus, ed 4. St Louis,



Ambliopia

Foi tratada numa aula à parte

Bibliografia

Purves, D et al, in Neuroscience, 3rd Edition

Capítulos 11, 22 e 23

AOA-guideline Strabismus

http://telemedicine.orbis.org/bins/content_page.asp?cid=1-2193-2312

ESTRABISMO 3

Objectivo/Resumo: Nesta aula foram definidos os termos de classificação de estrabismos (aos alunos foram recordados dos conceitos já estudados). Foram também lembradas as técnicas de avaliação de crianças ou adultos com estrabismos (as técnicas e testes já foram abordados noutra UCs). Tratamos também de definir algumas entidades (tipos) de estrabismos.

Estrabismo 3	282	b) Diagnostico diferencial	295
Parâmetro para classificar estrabismos	284	c) Objectivo do tratamento.....	296
Prevalência do estrabismo	285	d) Controvérsias	297
Objectivos do tratamento do estrabismo	286	Estrabismo 4	298
O estrabismo pode estar associado	287	Análise do estrabismo: Teste de Hirschberg	300
Avaliação geral da criança (ou adulto) com estrabismo	288	Análise do estrabismo: medir um estrabismo.....	300
Decisões de acordo com a acuidade visual	289	Análise do estrabismo: pequenos estrabismos	301
6. Avaliação da visão binocular	290	Análise do estrabismo: cover test com lanterna	301
Determinação do alinhamento ocular	291	Análise do estrabismo: paralisia do VI par	302
Tratamento	292	Análise do estrabismo: paralisia do IV par	302
1) Endotropia Infantil	293	Bibliografia	304
a) Achados típicos	294		

Parâmetro para classificar estrabismos

- Intermitente vs Constante
- Congenito vs Adquirido
- Acomodativo vs Não-acomodativo
- Comitante vs Incomitante
- Horizontal (exo/endo) – Vertical (Hiper/Hipo) – Ciclotorcional

Prevalência do estrabismo

- Pode afectar 2.8% a 5% da população até aos 5 anos
- Dos indivíduos afetados cerca de 60% tem endotropia e 20% tem exotropia

Objectivos do tratamento do estrabismo

O objectivo é restabelecer o alinhamento normal do olho, com isso maximiza-se a cooperação sensorial entre os 2 olhos tentando assegurar a existência de visão binocular

- Manter ou restaurar a visão ótima em AO
- Restaurar o alinhamento normal dos olhos
- Restaurar ou manter uma visão binocular normal
- Descartar a existência de doença neurológica grave?
- Corrigir a postura anómala (compensatória) da cabeça

O estrabismo pode estar associado

- Historia familiar de estrabismo e ambliopia
- Prematuridade
- Sindroma de Down
- Atraso do desenvolvimento
- ***Sindroma craneo-facial***
- ***Sindroma fetal alcoólico***
- Doença ocular unilateral
- Paralisia cerebral

Avaliação geral da criança (ou adulto) com estrabismo

Testes de acuidade visual

- Grelha fixação preferencial
- Cartões Cardiff
- 3 metros logMar Kays
- 3 metros lagMar Kays
<http://www.kaypictures.co.uk/>
- 3 metros Crowded Cards

Idade

0 - 1 ano

0 - 2 anos

18 meses – 3 anos

2 - 4 anos

sempre que possível

Decisões de acordo com a acuidade visual

- Prescrever óculos
- Decisão sobre a ambliopia
- Decisão sobre o follow –up
- Decisão sobre referir p/Oftalmologia

6. Avaliação da visão binocular

Exemplo de testes

Perto

4 luzes worth

Bagolini

TNO

Frisby: <http://www.frisbystereotest.co.uk/>

Lang: http://www.lang-stereotest.com/lang/fileadmin/user_upload/Instructions/brief_Instructions_e.pdf

Sinoptoforo

Longe

4 luzes worth

Bagolini

Determinação do alinhamento ocular

- A maior parte dos estrabismos infantis são concomitantes, no entanto, podem existir casos de inconcomitancia devido a factores tais como a paralisia dos nervos cranianos
- O alinhamento é normalmente analisado com testes ao longe/perto
- As torções/rotações podem ser analisados com dupla lente de **Madox**, examinando fundo ocular ou com o sinoptoforo

Tratamento

1. A primeira fase consiste na prescrição da correção total a criança/adulto
2. Se ainda persistir o estrabismo devem ser consideradas diferentes opções
 - Cirurgia (numa boa parte dos casos)
 - Prismas (para ex – paralisia do VI par)
 - Exercícios (para insuf. de convergência sem sintomas à distância)

1) Endotropia Infantil

a) A definição: endotropia constante aos 6 meses de idade

Outra terminologia: endotropia congénita, endotropia infantil essencial

- Incidência: 8% dos casos da endotropia infantil
- Idade de aparecimento: antes dos 6 meses
- Etiologia: desconhecida (idiopática)
- Forma de apresentação /detecção: os pais ou cuidadores notam o desvio do olho para o lado nasal desde os 1os meses

a) Achados típicos

- Boa acuidade em cada 1 dos olhos ou Ambliopia
- Ausência de visão bino
- Erro refractivo nulo ou baixo (atenção que estamos a falar da idiopática, não da endotropia acomodativa)
- A endotropia tem normalmente 1 ângulo grande
- Nistagmus latente
- Fixação alternante
- Resposta optocinetica assimétrica

b) Diagnostico diferencial

- Endotropia acomodativa de aparecimento precoce
- Paralisia do VI par
- Síndrome de Duane (incapacidade de um dos olhos para realizar abdução)
- Endotropia para bloqueio do nistagmus
- Endotropia sensorial

c) Objectivo do tratamento

- Minimizar risco de Ambliopia permanente
- Alinhamento normal dos olhos
- Desenvolvimento da binocularidade
- Correção associada a hiper-ação do oblíquo inferior (padrão V)

d) Controvérsias

- Definição: alguns especialistas sugerem 12 meses como período normal para o aparecimento
- Efeito da cirurgia na prevalência da Ambliopia
- Idade para cirurgia

Tipo de cirurgia

ESTRABISMO 4

Objectivo/Resumo: Classificação e análise do estrabismo baseado em vídeos.

UNIDADE 4	: Estrabismo 4	298
	Análise do estrabismo: Teste de Hirschberg	300
	Análise do estrabismo: medir um estrabismo	300
	Análise do estrabismo: pequenos estrabismos	301
	Análise do estrabismo: cover test com lanterna	301
	Análise do estrabismo: paralisia do VI par	302
	Análise do estrabismo: paralisia do IV par	302
	Bibliografia	304

Análise do estrabismo: Teste de Hirschberg

Vídeo 1

[video1@aula10e11@31Maio13](#)

Análise do estrabismo: medir um estrabismo

Vídeo 2

[video2@aula10e11@31Maio13](#)

Análise do estrabismo: pequenos estrabismos

Vídeo 3

[video3@aula10e11@31Maio13](#)

Análise do estrabismo: cover test com lanterna

Vídeo 4

[video4@aula10e11@31Maio13](#)

Análise do estrabismo: paralisia do VI par

Vídeo 5

[Video5@aula10e11@31Maio13](#)

Análise do estrabismo: paralisia do IV par

Vídeo 6

[video6@aula10e11@31Maio13](#)

Análise do estrabismo: cirurgia

Vídeo 7

[video7@aula10e11@31Maio13](#)

Bibliografia

Purves, D et al, in Neuroscience, 3rd Edition

Capítulos 11, 22 e 23

AOA-guideline Strabismus

http://telemedicine.orbis.org/bins/content_page.asp?cid=1-2193-2312

ESTRABISMO 5

Objectivo: Classificação e análise do estrabismo baseado em vídeos (continuação). Revisões sobre o teste de Hirschberg e o ângulo K.

UNIDADE 1: Estrabismo 5

Estrabismo 5	305	Porquê testar a correspondência retiniana	323
Endotropia acomodativa infantil	307	Princípios de testes para a correspondência retiniana.....	324
Endotropia depois do primeiro ano de vida.....	309	Testes de correspondência retiniana.....	325
Exotropia	310	Exemplos de testes de CR: lentes de Bagolini.....	326
Como é que o optometrista deve avaliar uma criança em idade pré-escolar com exotropia?	311	Teste de pós-imagem para a CR - 1	327
Supressão – 1	316	Teste de pós-imagem para a CR - 2	328
Supressão – 2	317	Padrões “A” e “V” - 1.....	328
Supressão – 3	318	Padrões “A” e “V” - 2.....	330
Avaliação Motora do Estrabismos - Teste de Hirschberg ...	319	Ações do m. oblíquo superior	331
Avaliação motora - Ângulo K positivo.....	320	Ações do m. oblíquo inferior	331
Avaliação motora – teste Hirschberg - Endotropia 15° OE .	321	Bibliografia	332
Avaliação motora – teste Hirschberg - Endotropia 30° OE .	322		

Endotropia acomodativa infantil

- Em cerca de 15% dos pacientes com endotropia infantil esta é do tipo acomodativos
- Quando o erro refrativo é superior a +2.25D devem ser sempre testados óculos antes da cirurgia

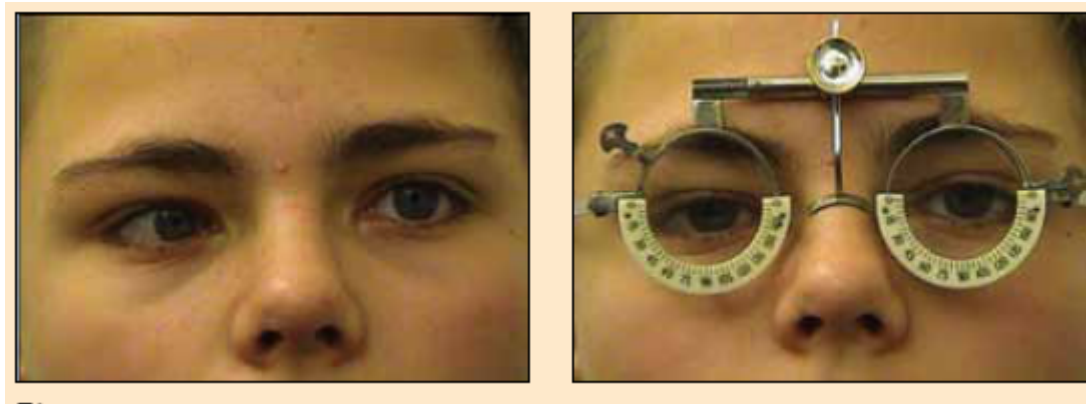


Figura 3: Retirado de (Evans, **).

- A cirurgia deve compensar a parte da endotropia que não é compensada pelos óculos -- o paciente deve continuar a usar óculos depois da cirurgia

Endotropia depois do primeiro ano de vida

- Aumenta a probabilidade de ser considerada endotropia acomodativa
- Tipicamente deve ser realizada refração cicloplégica -- que deve ser normalmente significativamente hipermetropica
- Se a tropia fica resolvida com óculos não deve ocorrer ambliopia, no entanto, deve manter-se vigilância
- Nos casos em que a tropia não desaparece totalmente com óculos deve referir para investigação médica:
 - 1) Para se saber a origem do estrabismo
 - 2) Para se averiguar se a cirurgia pode ser útil

Deve ter-se especial cuidado com o hepicanthus -- estes casos devem ser monitorizados de perto

Exotropia

Exotropias intermitentes e espontâneas são comuns até aos 6 meses de idade -- devem ser consideradas preocupantes se permanecem após os 6 meses

Um exotropia numa criança em idade pré-escolar tem poucas probabilidades de responder a tratamento optométrico

Como é que o optometrista deve avaliar uma criança em idade pré-escolar com exotropia?

Nestes casos a exotropia será tipicamente de aparecimento recente e por isso o Optometrista deve investigar 3 aspetos:

- I. Deve procurar uma possível patologia (fundamental os reflexos pupilares e a oftalmoscopia)
- II. Tentar estabelecer uma causa do estrabismo -- nestes casos o Optometrista só deve interferir se a tropia for claramente refrativa (casos que normalmente não acontecem)
- III. Deve tentar caracterizar o estrabismo -- se for um estrabismo de aparecimento repentino (dias ou horas antes da consulta) o Optometrista deve referir para observação médica urgente

Objetivo geral	Detalhes	Testes
Detectar patologia	Existe uma patologia da retina?	<ul style="list-style-type: none">• Oftalmoscopia, normalmente deve ser feita com dilatação
	Existe uma patologia do sistema nervoso?	<ul style="list-style-type: none">• Testar as reações pupilares• Outros sinais ou sintomas neurológicos• Examinar os discos óticos• Verificar se o estrabismo é inconcomitante• Verificar a existência de nistagmus
	Existe alguma outra patologia sistémica?	<ul style="list-style-type: none">• A criança apresenta deformações?• Existem outros problemas de crescimento/desenvolvimento?• O comportamento da criança é normal para a idade?

Objetivo geral	Detalhes	Testes
Chegar à causa do estrabismo -- assumindo que não há causa patológica obvia	Existe uma história familiar de estrabismo?	<ul style="list-style-type: none"> • Estrabismo • Alta hipermetropia • Nistagmus • Ambliopia • Cirurgia ocular em bebê
	Existe alguma história pessoal relevante?	<ul style="list-style-type: none"> • Complicações durante a gravidez • Prematuridade e/ou baixo peso à nascença • Complicações durante o parto • Complicações no primeiro ano de vida (doenças/cirurgias) • Doenças com febres altas perto do aparecimento da tropia • Trauma (incluindo causas não acidentais)
	Existe alguma evidência de inconcomitância que esteve presente desde	<ul style="list-style-type: none"> • Síndrome de Duane • Paralisia do IV par • Paralisia do VI par

o nascimento?

Existe algum erro refrativo significativo?

- Refração cicloplégica

Objetivo geral	Detalhes	Testes
Determinar as características da heterotropia	É concomitante?	<ul style="list-style-type: none">• Fazer testes de motilidade
	Tipo de desvio?	<ul style="list-style-type: none">• Cover teste longe é perto
	É acomodativos?	<ul style="list-style-type: none">• Ver o efeito da correção refrativa
	Existe uma ambliopia?	<ul style="list-style-type: none">• Testar acuidade visual

Estas 3 tabelas foram extraídas de (Evans, **)

Supressão – 1

A supressão é o mecanismo usado para eliminar a imagem não desejada de um dos olhos causada, por exemplo, por um estrabismo ou anisometropia

Na fusão normal na área de sobreposição dos dois olhos é percebida uma única imagem

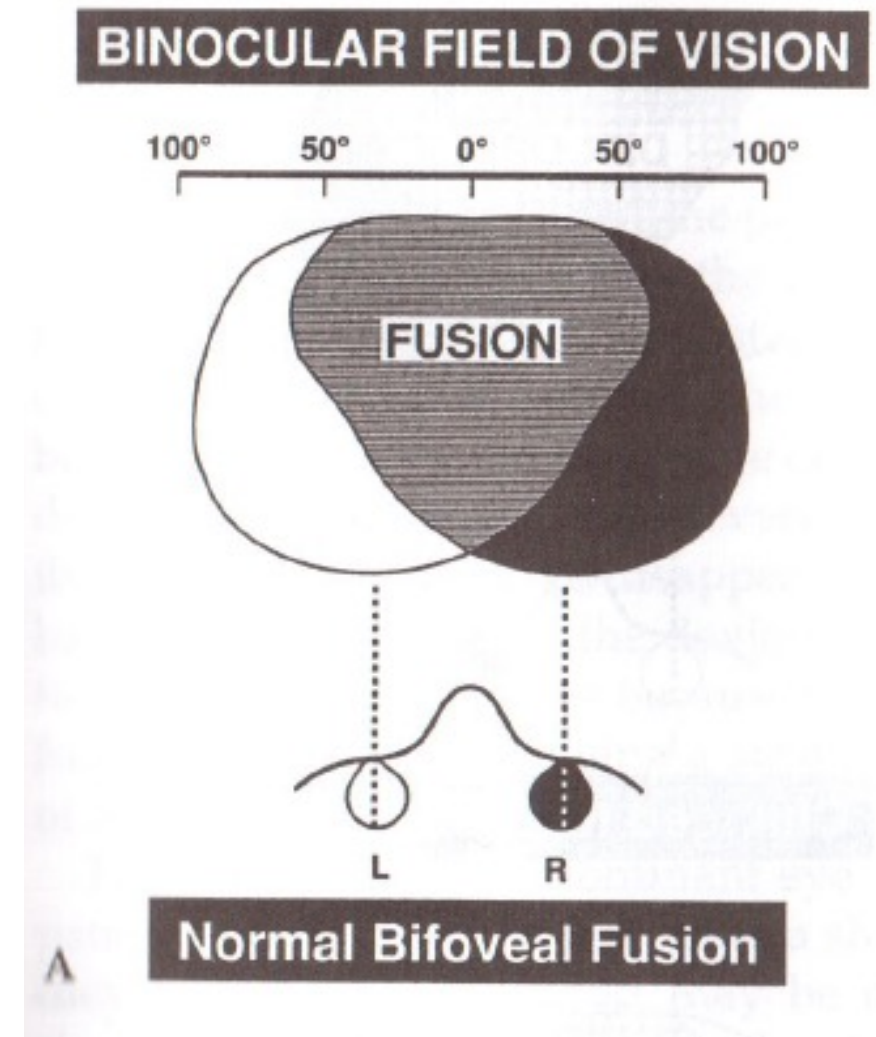
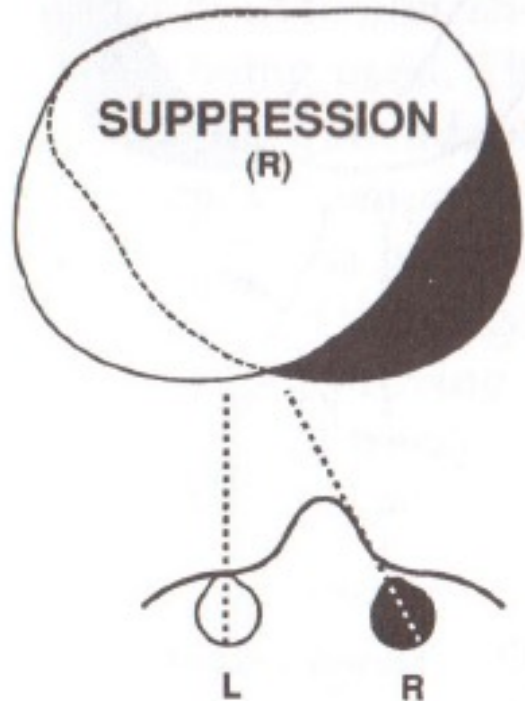


Figura 4: Fusão Normal (Pratt-Johnson, **).

BINOCULAR FIELD OF VISION

100° 50° 0° 50° 100°



Esotropia with Suppression

B

Supressão – 2

Um paciente estrábico com boa acuidade em ambos os olhos tem uma de duas hipóteses:

- 1) supressão
- 2) diplopia

Figura 5: Campo de visão binocular na endotropia -- com supressão -- o campo é ligeiramente inferior ao normal (Pratt-Johnson, **).

Supressão – 3

Num olho que suprime a imagem do objecto que está a ser fixado cai sempre na mesma área da retina e é suprimida. Se o desvio se mantiver a supressão mantêm-se. Se o desvio for (hiper) corrigido com prismas ou cirurgia isso representa uma nova situação, a supressão não está preparada para isso e a diplopia pode surgir (quase obrigatoriamente surge)

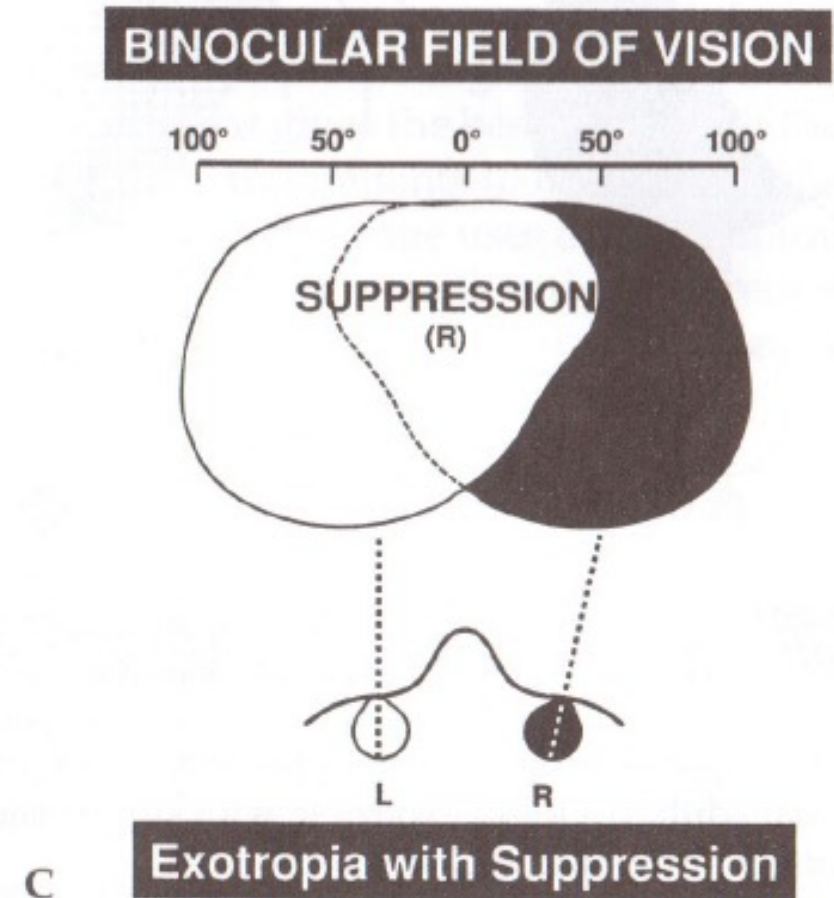


Figura 6: Campo de visão binocular na exotropia -- com supressão -- o campo é ligeiramente maior do que o normal (Pratt-Johnson, **).

Avaliação Motora do Estrabismos - Teste de Hirschberg

(Teste do reflexo corneal)

Este teste é feito normalmente ao perto com uma fonte pontual de luz (mais indicado é o oftalmoscópio). O observador deve-se situar imediatamente por detrás da luz

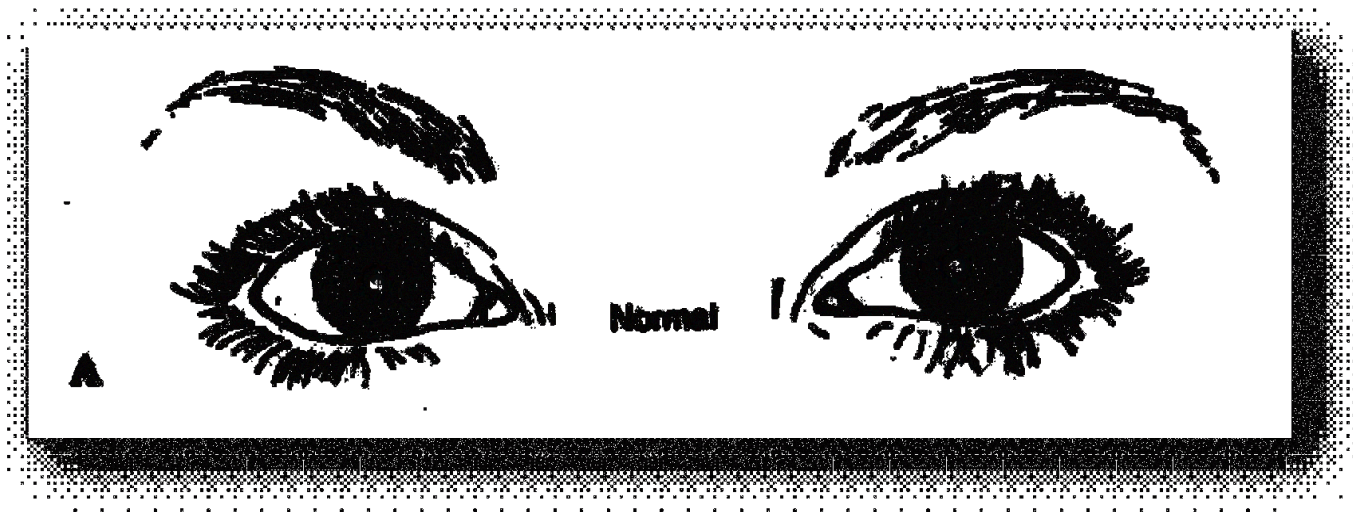


Figura 7: Teste do reflexo corneano (Hirschberg) normal

Avaliação motora - Ângulo K positivo

Um ligeiro ângulo K+ (descentramento nasal do reflexo) ou K- (descentramento temporal do reflexo) é normal desde que os reflexos sejam simétricos e o cover- teste não demonstre desvios

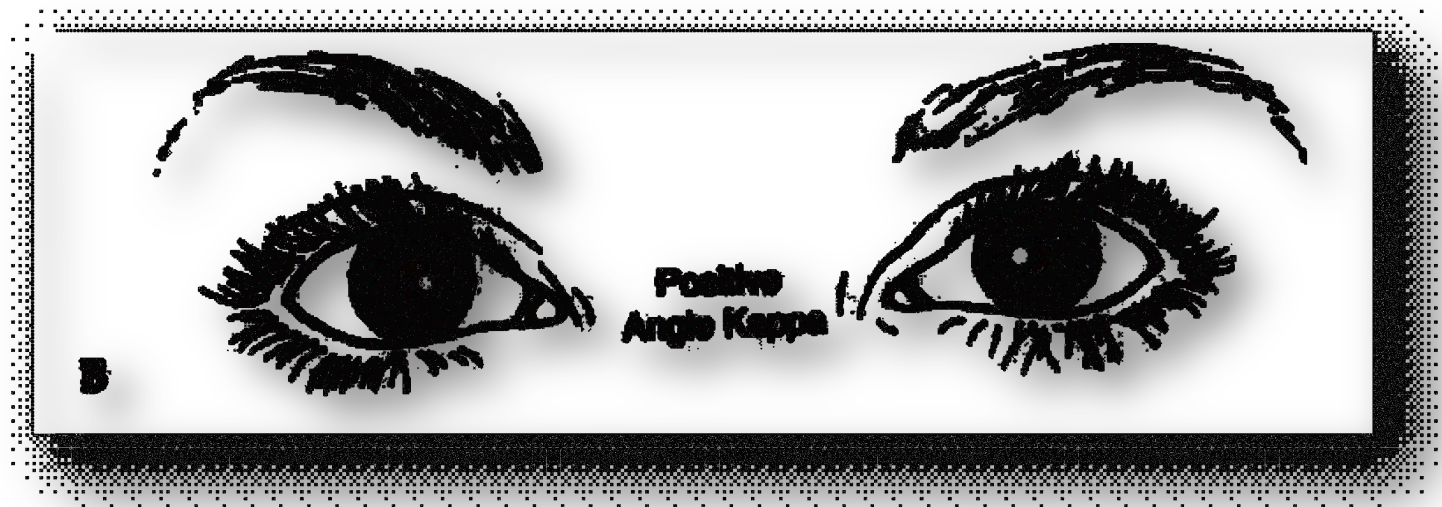


Figura 8: Ângulo K positivo simétrico. Este ângulo é normal e os olhos não têm qualquer desvio.

Avaliação motora – teste Hirschberg - Endotropia 15°

OE



Figura 9: Teste de Hirschberg anormal, o reflexo no OE mostra que existe endotropia de cerca de 15°.

Avaliação motora – teste Hirschberg - Endotropia 30°

OE



Figura 10: Teste de Hirschberg anormal, o reflexo no OE mostra que existe endotropia de cerca de 30°.

Porquê testar a corespondencia retiniana



**Testes sensoriais no estrabismo
(nomeadamente fusão), porquê?**

- Pode dar uma ideia da origem do estrabismo
- Pode ajudar no planeamento da cirurgia
- Ajuda a prever os resultados da cirurgia

Princípios de testes para a correspondência retiniana

Os teste de correspondência retiniana baseiam-se no principio de que: imagens retinianas menos parecidas têm menos probabilidade de ser fundidas

Testes que fazem as imagens ficar menos parecidas, nomeadamente, o teste do filtro vermelho

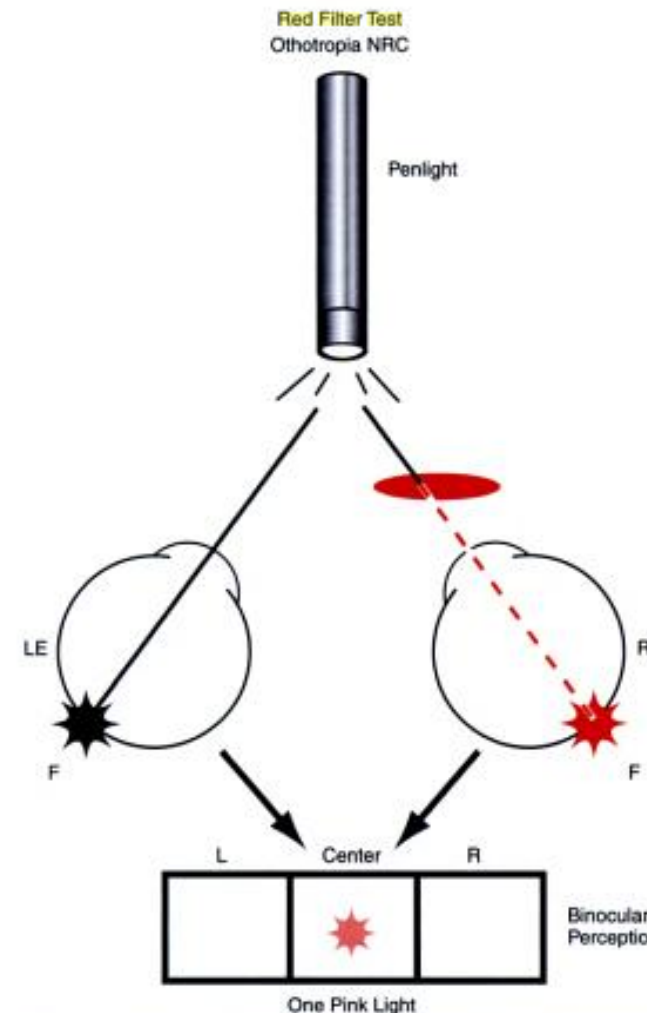


FIGURE 11-10. Red filter test in a normal patient with straight e and normal retinal correspondence. Note that the image from t penlight falls on both foveas and the patient perceives a single bin ular image.

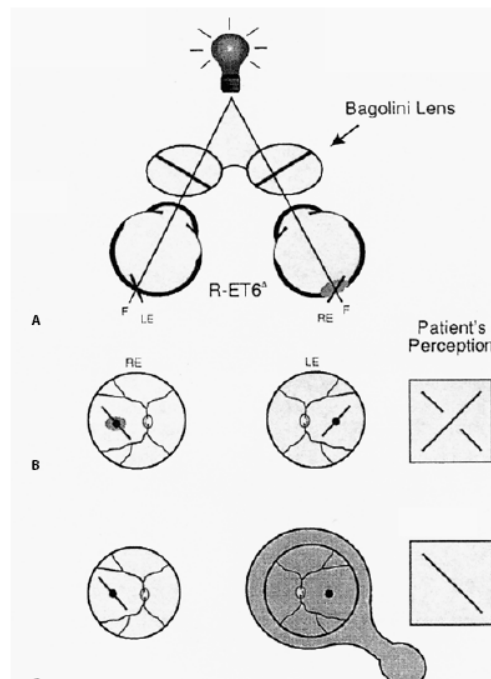
Figura 11: Imagem extraída de (Spiegel, **).

Testes de correspondência retiniana

- Lentes extriadas de Bagolini
- Sinoptoforo
- Filtro vermelho
- 4 luzes de worth
- Pós-imagens

Exemplos de testes de CR: lentes de Bagolini

FIGURE 6-5A–C. Monofixation with microtropia and visual perception with Bagolini lenses. (A) Bagolini lenses over right small-angle esotropia and suppression scotoma, right eye. (B) Retinal images from (A). Note the patient's perception is one continuous line LE, and one line with an interruption in the center RE. (C) Covering the fixing eye (LE) eliminates the suppression scotoma, and the patient sees a single, continuous line from RE.



Teste de pós-imagem para a CR - 1



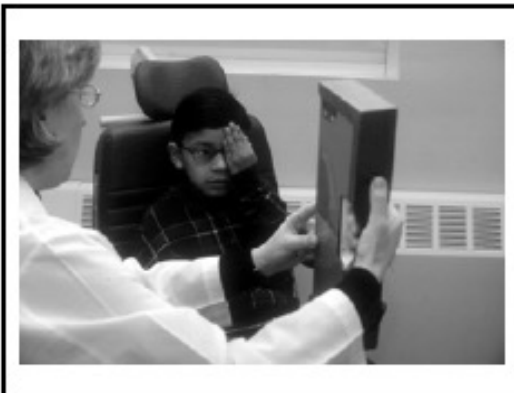
Testar a correspondência retiniana-- o teste da pós-imagem

- O paciente deve ter fixação central
- Cada olho é testado separadamente

Fenda de luz (atenção, não corresponde à imagem da página seguinte):

**Horizontal no olho fixador

**Vertical no olho desviado Os resultados vão ser independentes da posição do olho



Teste de pós-imagem para a CR - 2

Na parte esquerda da imagem vemos processo de “criação” da pós imagem

Na parte direita da imagem vemos os possíveis resultados (ver legenda da figura)

Nota: em todos os casos há correspondência retiniana anômala

Padrões “A” e “V” - 1

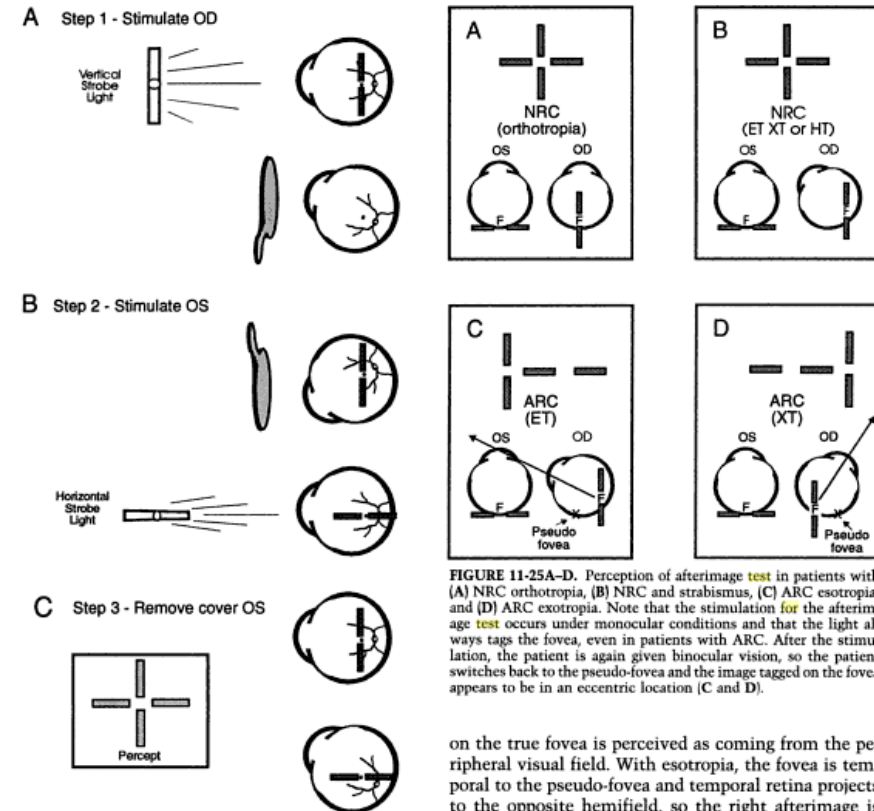
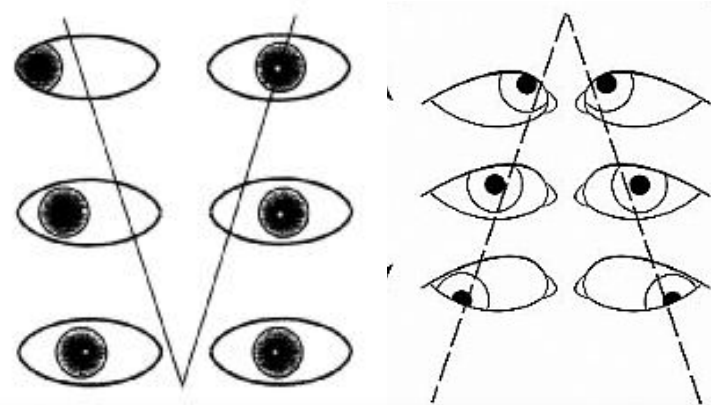


FIGURE 11-25A-D. Perception of afterimage test in patients with (A) NRC orthotropia, (B) NRC and strabismus, (C) ARC esotropia, and (D) ARC exotropia. Note that the stimulation for the afterimage test occurs under monocular conditions and that the light always tags the fovea, even in patients with ARC. After the stimulation, the patient is again given binocular vision, so the patient switches back to the pseudo-fovea and the image tagged on the fovea appears to be in an eccentric location (C and D).

FIGURE 11-24A-C. Afterimage test of a patient with NRC. If the patient has NRC, the results of the afterimage test are the same whether the patient has straight eyes, esotropia [ET], exotropia [XT], or a hyperdeviation. (A) Right eye is stimulated with a vertical strobe while the left eye is covered. (B) Left eye is stimulated with a horizontal strobe light while the right eye is covered. (C) The cover is removed and the patient reports seeing a cross.

on the true fovea is perceived as coming from the peripheral visual field. With esotropia, the fovea is temporal to the pseudo-fovea and temporal retina projects to the opposite hemifield, so the right afterimage is seen on the left (Fig. 11-25C). Exotropia is just the opposite, with the fovea nasal to the pseudo-fovea and nasal retina projecting to the ipsilateral hemifield, so the right afterimage is seen on the right (Fig. 11-25D).



Page 5

“A” AND “V” PATTERNS

- **Definition:** A differential in horizontal alignment between up and down gaze. For “A” greater than 10 diopters for “V” greater than 15 diopters.
- **Etiology:**
 - Oblique dysfunction
 - Overaction superior oblique = “A”
 - Overaction inferior oblique = “V”
 - Topographic -
 - Possible vertical offset horizontal muscles
 - Possible orbital pulley issue
- **Treatment:**
 - Weaken/strengthen obliques
 - Vertical offset of horizontal muscles:
 - Move medials to “point” of pattern and laterals to base of pattern (i.e., for “V” move medials down/laterals up - this is true for recess or resect of any muscle)

Surgery

Padrões “A” e “V” - 2

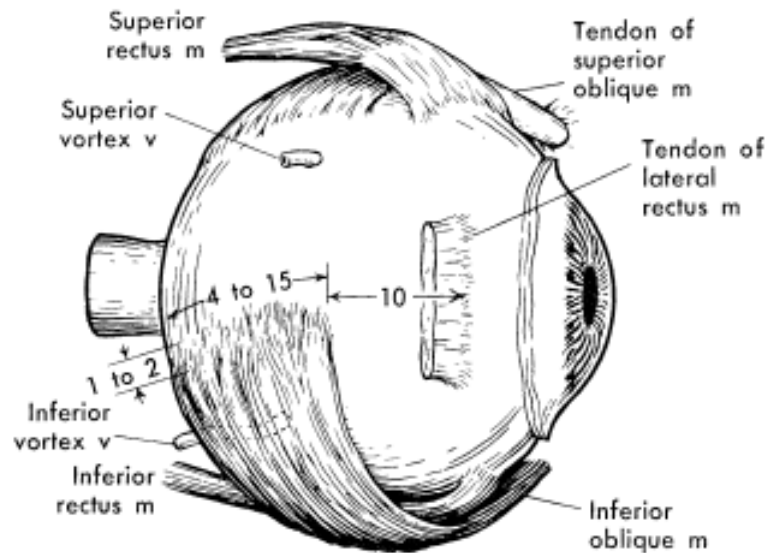
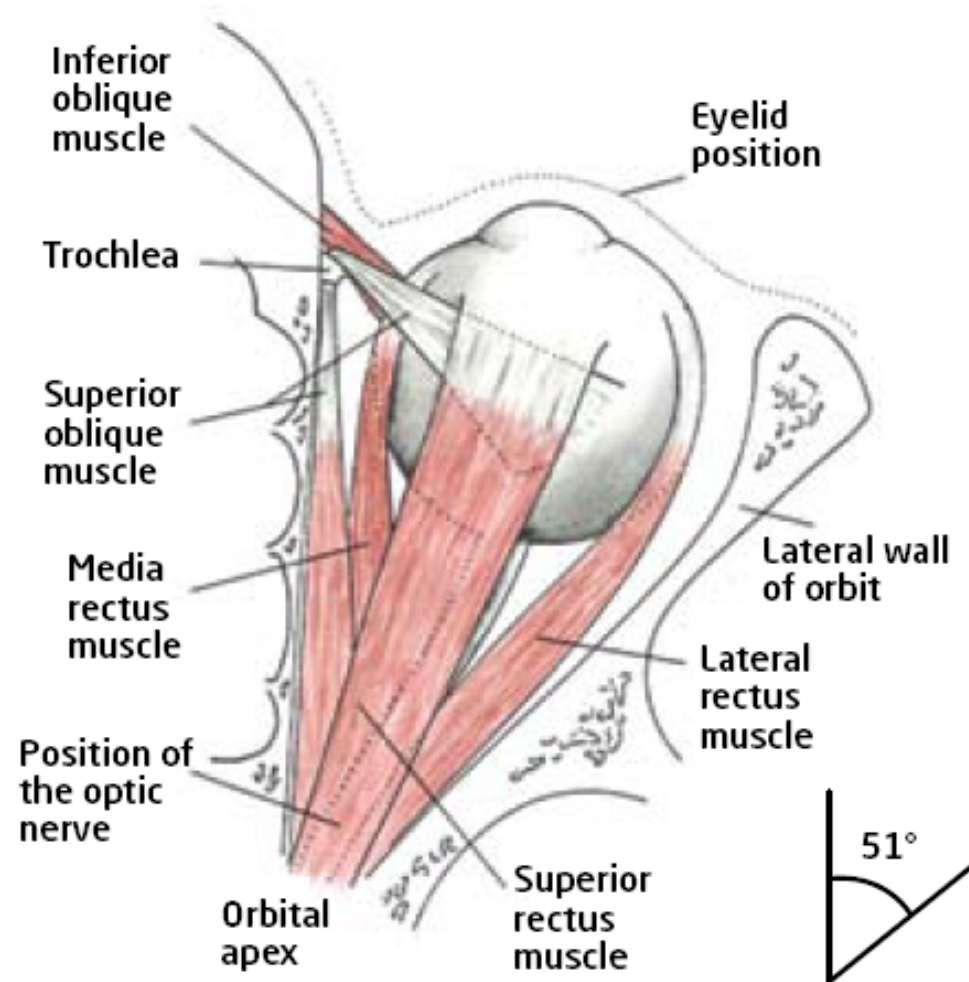


FIGURE 3-7. Course of inferior oblique muscle and the relationships of its tendon. Measurements are in millimeters. (Modified from Fink WH: *Surgery of the Vertical Muscles of the Eyes*, ed 2. Springfield, IL, Charles C Thomas, 1962.)



Ações do m. obliquo superior

Ação primária: inciclodução

Ação secundária: depressão

Ação terciária: abdução

Ações do m. obliquo inferior

Ação primária: exciclodução

Ação secundária: elevação

Ação terciária: abdução

Bibliografia

Evans, B., **. *The investigation and management of heterotropia*, **: **.

Pratt-Johnson, J. a. T. G., **. *Management of Strabismus and Amblyopia, A practical guide*. **: **.

Spiegel, K. W. W. a. P. H., **. *Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. **: **.