



EMETROPIZAÇÃO

AUTOR

Dr Kenneth R. Seger: The Nova Southeastern University

REVISOR

Prof. Emeritus Barry L. Cole: University of Melbourne

INTRODUÇÃO E REVISÃO

Este capítulo inclui uma revisão de:

- Emetropização e erro refractivo
- Profundidade da câmara anterior
- Distribuição dos erros refractivos
- Idade e etnia em relação a factores oculares
- Factores que afectam a emetropização
- Visão central e periférica na emetropização

Este capítulo inclui uma revisão de sobre emetropização e resultados recentes de estudos sobre o desenvolvimento de erro refractivo que estão a ser desenvolvidos na Universidade de Houston (por Earl Smith et al), Ohio State University (Mutti, Zadnik et al.), Boston (Gwiazda et al) e muitos outros incluindo Jiang, CTea e Seger.

A emetropização descreve as alterações no sentido de emetropia nos parâmetros do olho que ocorrem desde o nascimento até que o animal é considerado adulto. É definido como "um processo que é suposto operar para produzir uma maior frequência de olhos emetropes que caso contrário poderiam ocorrer com base numa mudança probabilística". Este mecanismo coordenaria o desenvolvimento dos diversos componentes do sistema óptico do olho (por exemplo, comprimento axial, potência refractiva da córnea, profundidade da câmara anterior, etc.) para evitar ametropia." (Millodot 2009)

ERRO REFRACTIVO E EMETROPIZAÇÃO

SIGNIFICADO DA EMETROPIZAÇÃO

A emetropização tem realmente um significado mais amplo do que atingir um estado refractivo plano. Pode ser descrito como a obtenção de um estado refractivo que não requer nenhuma correção para visão de longe confortável única. Geralmente, aqueles com erros refractivos entre e incluindo 1 D de hipermetropia e 0.5 D de miopia enquadram-se nesta categoria, e uma pequena quantidade de astigmatismo também é aceitável. Assim como as pessoas têm diferentes níveis de tolerância à dor, as pessoas têm diferentes níveis de tolerância a erros refractivos não corrigidos, mas em geral, se o erro refractivo na idade adulta está nesse intervalo, consideramos que a emetropização teve 'sucesso'.

A maior parte do crescimento do olho ocorre durante os primeiros anos. O globo cresce a partir de um comprimento axial de cerca de 16-17 mm no nascimento para cerca de 23-24 mm na idade adulta. A medição do comprimento axial é feita a partir do ápice da córnea até à parte posterior do globo quando a pessoa está em posição de olhar primária.

FACTORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DO ESTADO REFRACTIVO

Há uma forte componente hereditária relativamente ao estado refractivo que uma determinada pessoa tem em idade adulta. Estudos em gémeos monozigóticos têm mostrado que estes têm erros refractivos semelhantes na idade adulta. Além disso, as crianças míopes são mais propensas a ter pais míopes e pais míopes são mais propensos a ter crianças míopes.

Há também evidências de influências ambientais sobre o desenvolvimento do estado refractivo. Em macacos, quando uma pálpebra é suturada para a manter fechada no nascimento, para que eles sejam privados de ver ou se eles forem criados usando uma lente negativa em frente de um olho induzindo desfocagem, eles desenvolvem miopia naquele olho, enquanto o olho de controlo sofre de emetropização normal.

Também existem alguns estudos que sugerem uma relação entre pacientes com atrasos acomodativos excessivos, especialmente com endoforia, que pode causar desfocagem em visão de perto, e levar ao desenvolvimento de miopia.

DISTRIBUIÇÃO DOS ERROS REFRACTIVOS

O gráfico abaixo compara a distribuição do erro refractivo em recém-nascidos e a distribuição do erro refractivo em crianças entre as idades de 6 a 8 anos (Figura 9.1). A distribuição nos recém-nascidos é em forma de sino e centra-se num erro refractivo entre 2-3 D de hipermetropia. A distribuição para as crianças mais velhas torna-se leptocúrtica. Uma distribuição leptocúrtica é simétrica, mas o pico central é muito maior. Isto significa que há uma maior frequência de valores próximos da média do que numa distribuição normal. Observe que a distribuição de leptocúrtica se centra num valor de cerca de 1 D de hipermetropia.

Os lactentes saudáveis normais nascem com 2 D de hipermetropia, mas pode variar largamente, e podem até ser míopes. A quantidade de hipermetropia diminui cerca de 2-3 D em toda a infância. Além disso, é comum os bebés nascerem com 2 D ou mais de astigmatismo, com astigmatismo contra-a-regra (CAR, no inglês ATR) sendo mais prevalente do que o astigmatismo a favor-da-regra (AFR, no inglês WTR) em crianças de raça branca. Alguns investigadores têm sugerido que o ATR que se encontra em crianças é um erro de medição, porque os bebés têm um ângulo lambda maior do que os adultos. Um ângulo lambda grande fará que a retinoscopia em crianças seja fora do eixo e induzir astigmatismo ATR. O ângulo lambda aproxima-se dos níveis dos adultos em crianças de aproximadamente 2 anos de idade, e que o astigmatismo encontrado em crianças deste grupo etário é menor do que em crianças mais pequenas.

À medida que as crianças entram na primeira infância, a distribuição do erro refractivo estreita, e o astigmatismo geralmente reduz em cerca de 0.75 – 2 D. Uma mudança global para astigmatismo AFR também ocorre durante o desenvolvimento. Novamente, o astigmatismo CAR encontrado na infância pode ser um artefacto da geometria, mas há uma tendência definitiva para o astigmatismo AFR na infância. O astigmatismo que permanece para além dos 2 anos de idade é provável que permaneça (por isso é importante corrigir o cilindro em crianças).

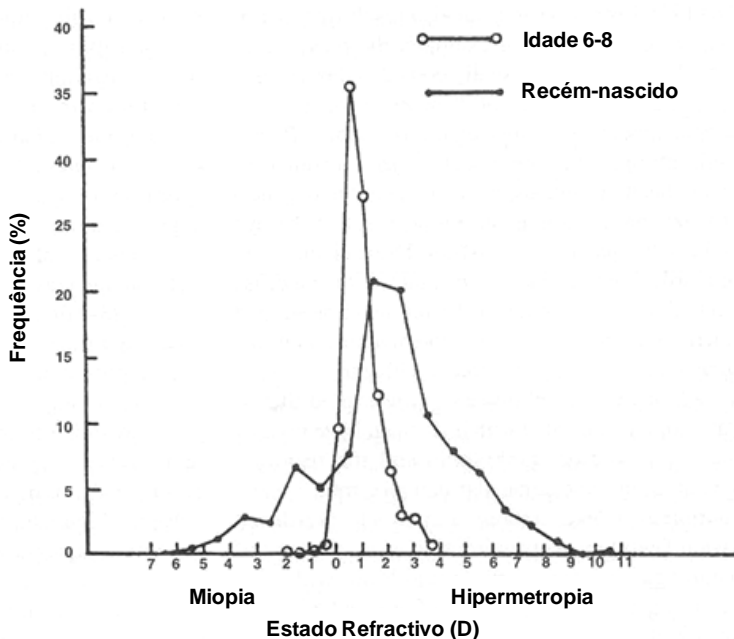


Figura 9.1: Natureza vs Cultura (Nature vs Nurture no Inglês). Comparação da distribuição do erro refractivo em crianças e recém-nascidos

Referência: Figura de Sivak JG, Bobier WR. *Optical Components of the Eye: Embryology and post-natal development* In: Roseblum AA Morgan MW eds *Practice of Pediatric Optometry* Figura 2b Philadelphia JB Lippincot 1990:40. Based on data from Kempf *et al* (children age 6-8) and Cook and Glasscock (newborn children).

PROFUNDIDADE DA CÂMARA ANTERIOR

Um estudo de idade e componentes oculares infantis, de género e etnia revelou que a profundidade de câmara anterior é maior em função da idade (ver Figura 9.2).

A profundidade da câmara anterior é também não consistente em grupos étnicos (etnia é usada como uma combinação de factores genéticos e ambientais e é difícil de definir). Foram examinados cinco grupos étnicos - Afro-americanos, Asiáticos, Hispânicos, Americanos nativos e Brancos (Caucasianos). O grupo branco tinha câmaras anteriores mais profundas. Os americanos nativos tinham a mais rasa, de seguida surgem os asiáticos. Sugere que o glaucoma de ângulo fechado pode ser mais prevalente em idades mais velhas, o qual é verdade para os asiáticos e tem sido relatado nos Inuits da Gronelândia, Canadá e Alasca. Acredita-se que os americanos nativos tenham vindo para o "Novo Mundo" via Estreito de Bering, da Ásia.

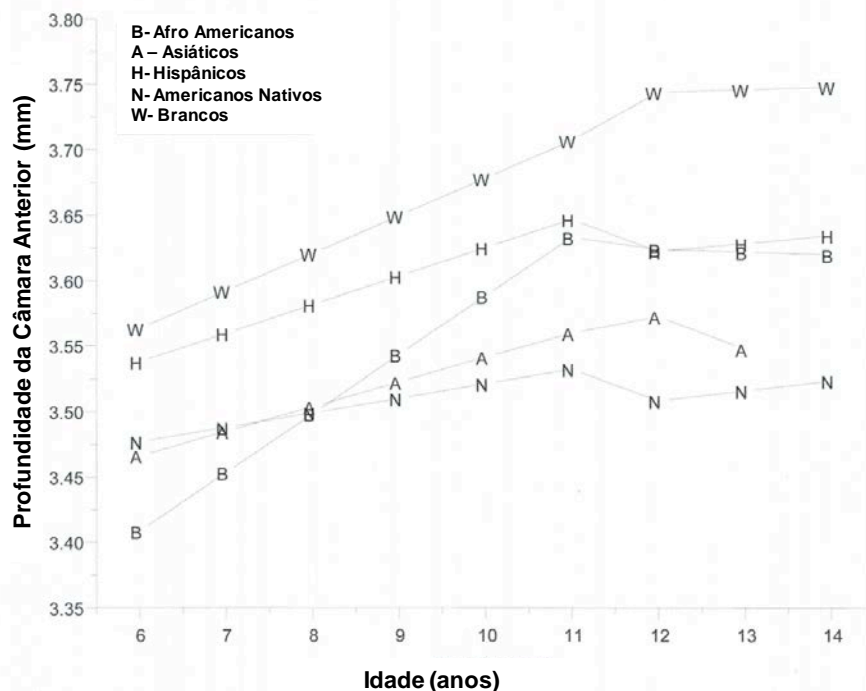


Figura 9.2: Profundidade de Câmara Anterior (A interação entre a idade e etnicidade em relação à profundidade da câmara anterior)

Reference: JD Twelker, GL Mitchell, DH Messer, R Bhakta, LA Jones, DO Mutti, SA Cotter, RN Kleinstei, RE Manny, K Zadnik, CLEERE Study Group. Children's Ocular Components and Age, Gender, and Ethnicity. Optom Vis Sci. 2009 August; 86(8): 918–935.

DISTRIBUIÇÃO DE ERROS REFRACTIVOS

A distribuição do erro refractivo em adultos é também leptocúrtica e centra-se geralmente em 0.5-1.0 D de hipermetropia. No entanto, existem determinadas populações de adultos, em que a miopia é a regra, ao invés da excepção. Por exemplo, num estudo longitudinal de erro refractivo em crianças em idade escolar em Singapura, a miopia aumentou 10 vezes nas crianças ao longo de um período de 5 anos. Há 80% de incidência de miopia em Singapura.

Na Figura 9.3, a linha tracejada mostra a distribuição de erros refractivos num grupo de crianças dos 3 aos 6 anos de idade numa população de crianças pré-escolares de Hong Kong. Cinco anos mais tarde, as crianças foram refraccionadas novamente. Houve uma mudança significativa para miopia, como apresentado na metade direita do gráfico.

A miopia é um benefício para os optometristas, cirurgiões e oftalmologistas, mas pode estar associada a consequências patológicas, **bem como aquelas práticas**, por exemplo precisam de um par de óculos para desempenhar funções. (Dr. Leasher/UNESCO etc)

Os investigadores estão a estudar os factores que afectam a emetropização, bem como aqueles que induzem a miopia, hipermetropia, etc. a fim de tentar entender como retardar ou impedir a progressão e talvez até mesmo uma prevenção do desenvolvimento de erros refractivos significativos.

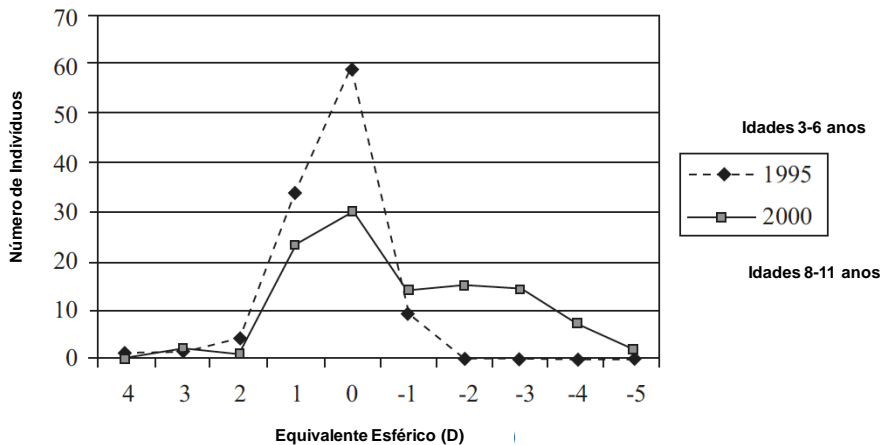


Figura 9.3: Distribuição da refração esférica equivalente

Referência: DSP Fan, EYY Cheung, RYK Lai AKH Kwok, DSC Lam. Myopia Progression Among Preschool Chinese Children in Hong Kong. Ann Acad Med Singapore 2004;33:39-43

IDADE E ETNIA EM RELAÇÃO A FACTORES OCULARES

ETNICIDADE E TORICIDADE DA CÓRNEA

O estudo Twelker et al (2009) de idade e componentes oculares infantis, género e etnia revelou que os nativos americanos têm mais toricidade corneal e que os Brancos caucasianos têm menos toricidade (ver Figura 9.4). Existem diferenças de cilindro entre tribos. Os americanos-mexicanos (Hispanicos são uma etnia diversa), são na sua maioria de indígenas e também têm quantidades elevadas de astigmatismo.

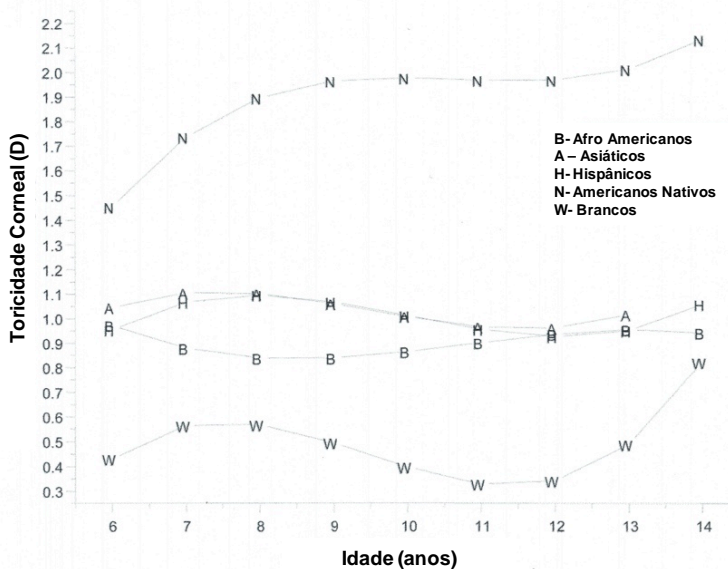


Figura 9.4: A interação entre idade e etnia em relação à toricidade da córnea

Referência: JD Twelker et al. Optom Vis Sci. 2009 August; 86(8): 918-935.

ETNICIDADE E ERRO REFRACTIVO

Do mesmo estudo de ametropia esférica nestes grupos verificou-se que as crianças asiáticas foram as menos hipermetrópes/mais miópes do coorte. Todos os componentes oculares das crianças asiáticas estavam no intervalo médio para cada componente. Então, a incompatibilidade de vários componentes oculares para a miopia ocorre mais frequentemente em crianças asiáticas (não apenas em olhos mais compridos).

A propósito, a emetropização é bidirecional (vai da miopia, bem como da hipermetropia); mostra uma mudança pequena no erro refractivo nos primeiros 3 meses e maior mudança entre 2 e 9 meses de idade.

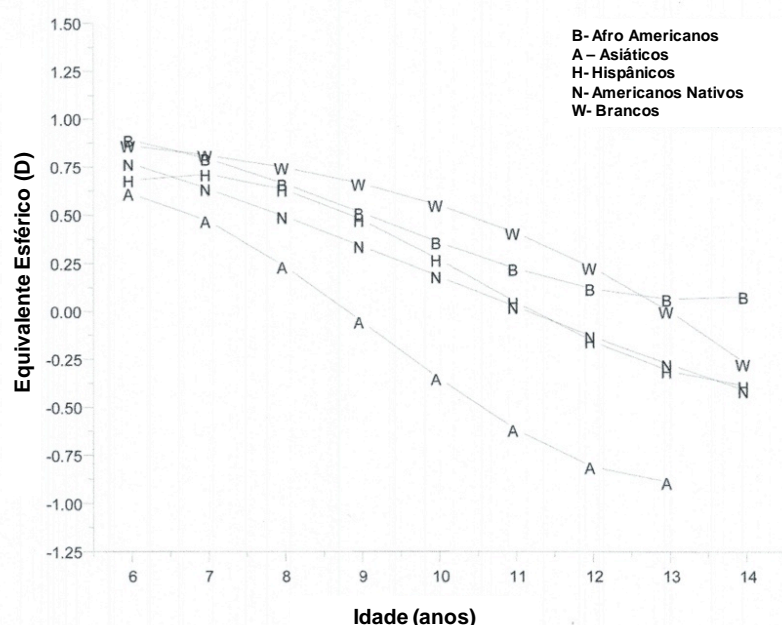


Figura 9.5: A interação entre idade e etnia em relação ao erro refractivo esférico equivalente

Referência: JD Twelker *et al* Optom Vis Sci. 2009 August; 86(8): 918–935.

FACTORES QUE AFECTAM A EMETROPIZAÇÃO

ACOMODAÇÃO E TEMPO PASSADO AO AR LIVRE

Ingram *et al.* (1994) & Mutti *et al* (2009 & 2010) encontraram bebés (e crianças) que acomodam bem (com precisão) para eliminar a desfocagem retiniana bem emetropizada. Uma má acomodação leva à desfocagem levando assim à miopia.

Gwaizda *et al.*, a partir de 2000 abordou este assunto com uma adição (+ 2,00 D) (somente efectivo para endofóricos).

Jiang *et al* (2008/2009) abordaram melhor a temática reduzindo a adição e tendo em conta a foria. Tentou compensar o atraso acomodativo e manter foria normal de perto (em -3 dioptrias prismáticas). Uma **adição** mais fraca foi normalmente usada ~+1.00 D, mas esta variou entre indivíduos.

Mutti *et al.* (2010) identificou que o tempo passado ao ar livre, sem incluir trabalho de perto, pode ser a variável ambiental mais importante na miopia. O efeito do tempo ao ar livre mostra uma interação importante para a protecção de miopia com uma contribuição genética substancial para o risco de miopia.

PRIVAÇÃO DE FORMA

Seguindo o famoso trabalho em gatinhos nos anos 60 realizado por Hubel & Wiesel (& Freeman), em 1977 Wiesel & Raviola privaram o olho de um macaco jovem e permitiram que o olho contralateral tivesse uma experiência visual normal. O olho privado de forma recebeu luz, mas não conseguia ver linhas ou formas, etc. Eles descobriram que, quando o olho sofre uma degradação crónica da imagem, ele sofre maior alongamento axial do que aquele que ocorre com a emetropização normal e torna-se míope. Na Figura 9.6, a imagem da esquerda mostra a diferença entre o comprimento do olho normal em comparação com o comprimento do olho que sofreu privação de forma.

Calossi (1994), num estudo de 13 pacientes humanos que tiveram catarata unilateral devido a um traumatismo infantil, relatou que todos os 13 pacientes desenvolveram assimetria nos comprimentos axiais entre os seus dois olhos, com o olho que sofreu privação de forma pela catarata a ser mais longo que o olho não afectado.

Os tipos de alterações observadas nas experiências com macacos também foram semelhantes a essas alterações associadas a miopia de início juvenil. Estes estudos apoiam a ideia de que uma imagem retiniana nítida é essencial para o desenvolvimento de refração normal; ou seja, para a emetropização. E dentro de certos limites operacionais, isso é exactamente o que ocorre. Então, o próximo passo foi investigar o que acontece com o desenvolvimento ocular na presença de desfocagem óptica. Se um erro refractivo conhecido é induzido num olho, ela afetará o desenvolvimento refractivo, e se assim for, será previsível?

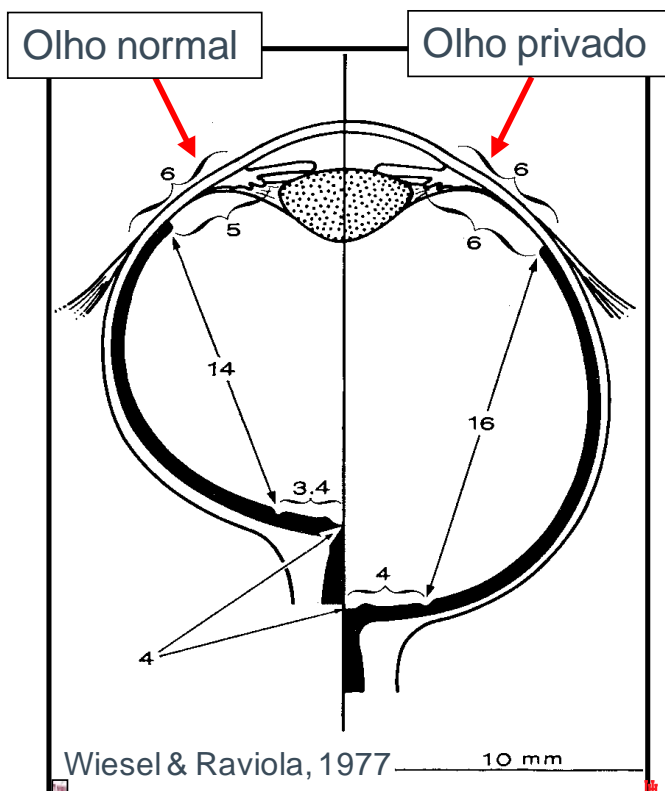


Figura 9.6: Monocularidade por privação de forma num macaco (From Wiesel & Raviola)

ERROS REFRACTIVOS INDUZIDOS

A miopia pode ser induzida num olho, colocando uma lente convergente, ou uma lente positiva em frente do olho e a hipermetropia pode ser induzida, colocando uma lente divergente, ou negativa em frente ao olho (veja a Figura 9.7a e 9.7b).

Para compensar a miopia induzida opticamente, o olho deve tornar-se mais hipermetrope (ou seja, mais curto no comprimento). Para compensar a hipermetropia induzida opticamente o olho deve tornar-se mais míope (ou seja, com comprimento mais longo).

Agora, se um olho começa com 16 milímetros de comprimento axial e é induzida miopia com uma lente, o globo ocular não se vai tornar mais curto para se tornar hipermetrope. O que acontece é que a taxa de crescimento do olho retarda, para que o olho não se torne tão comprido como seria de esperar se a miopia não tivesse sido induzida.

Quando um erro refractivo é induzido com lentes, nós referimo-nos ao estado refractivo resultante como 'lente de compensação de miopia' ou 'lente de compensação de hipermetropia'. Por outras palavras, a 'lente de compensação de miopia' é miopia que se desenvolve porque uma lente negativa foi colocada em frente do olho e induzir hipermetropia. De forma semelhante, "a lente de compensação de hipermetropia" é hipermetropia que se desenvolve porque uma lente positiva foi colocada em frente do olho para induzir miopia.

Lembre-se, estes são macacos infantis, e os seus olhos vão crescer. Se trouxermos o ponto focal para a frente da retina com uma lente positiva, o olho ainda vai crescer para se tornar mais comprido, mas para minimizar a desfocagem a magnitude de alongamento será menor — assim esse olho vai acabar por ser mais curto do que o normal — ele vai acabar sendo hipermetrope.

Se colocamos o ponto focal atrás da retina com um sinal de negativo na lente, o olho não somente tem o sinal normal para crescer, mas tem um incentivo para crescer ainda mais, a fim de obter uma imagem nítida na retina — então esse olho vai acabar por ser mais comprido que o normal — ele vai acabar sendo míope.

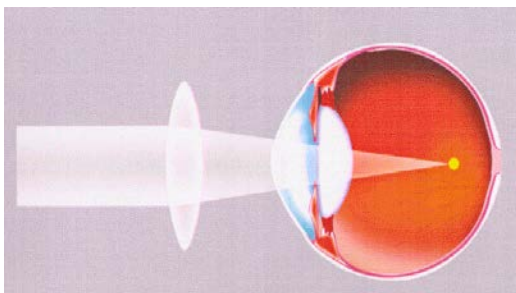


Figura 9.7(a)

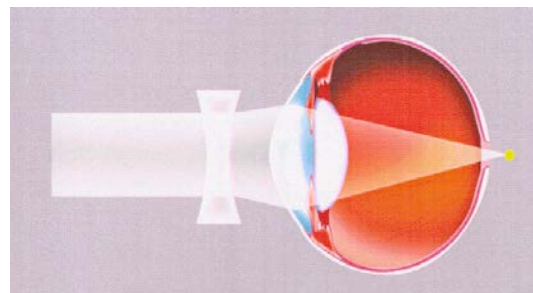


Figura 9.7(b)

Na Figura 9.8, são apresentados os resultados de um estudo de compensação de lente feito em 6 macacos. No eixo x é representado o erro refractivo e no eixo y é representada a idade em dias de vida do macaco cada vez que o erro refractivo foi medido. A linha verde a tracejado que atravessa o gráfico mostra a escala prevista do erro refractivo dos macacos normais na idade adulta. Os macacos adultos têm normalmente uma hipermetropia de 2-3 D.

Vamos olhar para o primeiro macaco à esquerda. Este macaco usava lentes +9.00 D em tempo integral após o nascimento durante 4-5 meses. Periodicamente durante este tempo as lentes foram removidas apenas o tempo suficiente para verificar o estado refractivo dos olhos. Este macaco começou com um pouco mais de 4 D de hipermetropia e o efeito das lentes + 9.00 D consistia em tornar o macaco mais hipermetrope, assim foi quase 10 D mais hipermetrope ao longo de mais de 100 dias de idade.

O macaco seguinte usava continuamente lentes de + 6.00 D. Este macaco começou como uma hipermetropia de 6 D. Durante os 100 dias seguintes, o erro refractivo deste macaco não mudou significativamente. Então, parece que corrigir o erro refractivo deste macaco na infância impediu os olhos de crescer de forma significativa, e o macaco ainda era hipermetrope de 6 D após 100 dias.

O terceiro macaco começou como uma hipermetropia de 6 D, mas foi dado apenas + 3,00 D para usar. Por outras palavras, este macaco estava subcorrigido. Os macacos jovens podem acomodar muito, e mesmo se a acomodação não fosse precisa neste macaco jovem, por vezes poderia acomodar o suficiente para ver claramente

através de lentes de +3.00. Depois de 100 dias, o olho deste macaco tinha crescido o suficiente para colocá-lo apenas no intervalo normal esperado do erro refractivo.

O quarto macaco era o macaco de controlo, ele foi criado no mesmo ambiente que os outros, mas com lentes planas. Eles ainda puseram o macaco a usar lentes para que a metodologia experimental fosse a mesma para todos os macacos, mas suas lentes não tinham qualquer potência. Depois de 100 dias, o estado refractivo deste macaco estava bem dentro da normalidade esperada.

Os dois últimos macacos começaram com 4 D ou mais de hipermetropia e usavam lentes negativas continuamente. É improvável que eles possam sustentar acomodação suficiente através de lentes de -3 D e -6 D para obter uma imagem nítida. O resultado desta imposição de lentes negativas é que ambos os macacos se tornaram míopes após 100 dias.

Então, a indução de erros refractivos com lentes pode afectar o desenvolvimento refractivo dos macacos jovens. Tenha em mente que estas lentes são impostas durante a infância dos macacos quando os olhos ainda estão a crescer. Estes efeitos **não são produzidos** quando os erros refractivos são impostos aos macacos **adultos**.

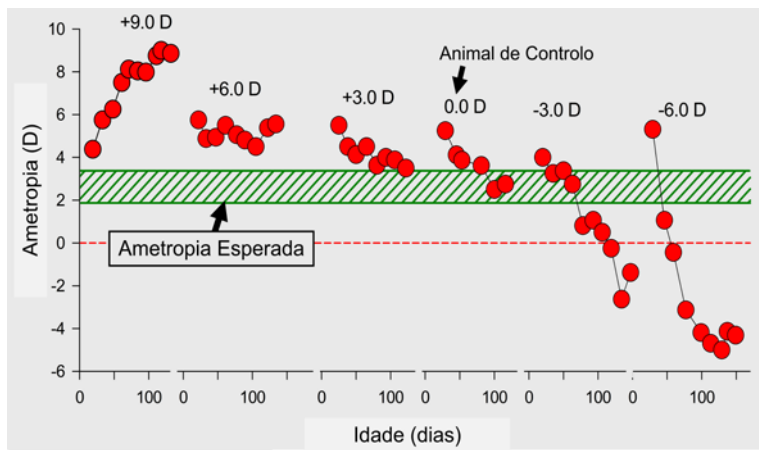


Figura 9.8: Compensação de lentes em macacos

SUBCORRECÇÃO DE MIOPIA

Em estudos relacionados nos humanos, Chung (2002) pegou num grupo de míopes dos 9 aos 14 anos e propositadamente subcorrigiu metade com + 0.75 D. Por outras palavras, seria semelhante a alguém sem nenhum erro refractivo a ver através de lentes + 0.75 D para longe, as quais desfocariam até cerca de 20/40. A partir de estudos em animais podemos esperar que aqueles subcorrigidos tivessem uma progressão da miopia mais lenta, mas ocorreu o oposto. A miopia progrediu mais rápido e tinham alterações maiores no comprimento axial do que aquelas crianças no grupo controlo.

Um resultado semelhante foi encontrado por Adler e Millodot (2006), que subcorrigiu os sujeitos em questão com + 0,50 D. A diferença encontrada entre os dois grupos não atingiu significado estatístico, mas a desfocagem positiva crónica ao longe não retardou o crescimento daqueles olhos em comparação com aqueles que foram totalmente corrigidos.

Tenha em mente que para estes estudos humanos, as crianças provavelmente NÃO estavam desfocadas ao perto porque eles estavam subcorrigidos para prescrição de longe em menos uma dioptria. Então estes humanos não experimentaram o mesmo grau de desfocagem que o dos macacos.

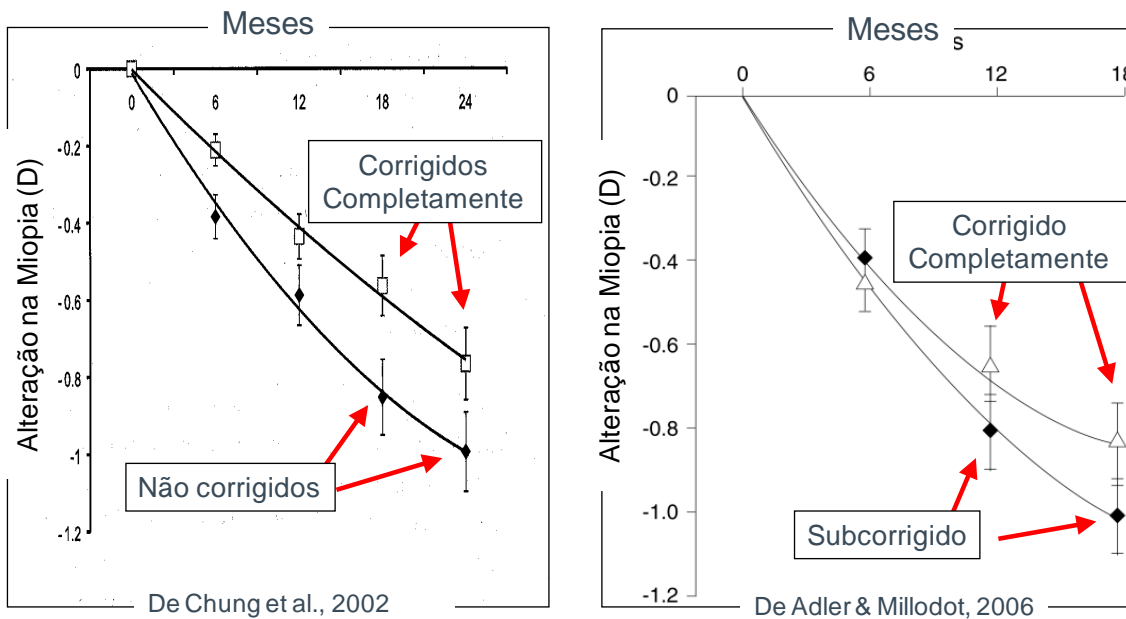


Figura 9.9: Subcorreção não impede progressão miópica em crianças

PERMISSÃO DE VISÃO NÃO RESTRITIVA DURANTE CURTOS PERÍODOS

O próximo passo foi ver o que aconteceria se, ao invés de usar as lentes indutoras de erro refractivo continuamente, fossem autorizados curtos períodos de visão irrestrita a cada dia. Na Figura 9.10, no eixo y é representado o erro refractivo do macaco (lembre-se, isto é medido após as lentes serem temporariamente removidas), e no eixo x é representada a idade do macaco quando as medições são tomadas.

As linhas cinzentas indicam que os dados recolhidos dos macacos, cuja visão era opticamente irrestrita – por outras palavras, usavam lentes planas. Podemos ver a tendência dos macacos começar sem miopia e tornando-se menos míopes ao longo do tempo, terminando num intervalo de hipermetropia de 2-3 D.

Os dados representados nos símbolos vermelhos mostram os resultados dos macacos que usavam lentes de -3 D continuamente. Como na Figura 9.9, esses macacos também começaram sem miopia, mas ao longo do tempo, ficaram míopes ou significativamente menos hipermetrópes do que o esperado (Fig. 9.10).

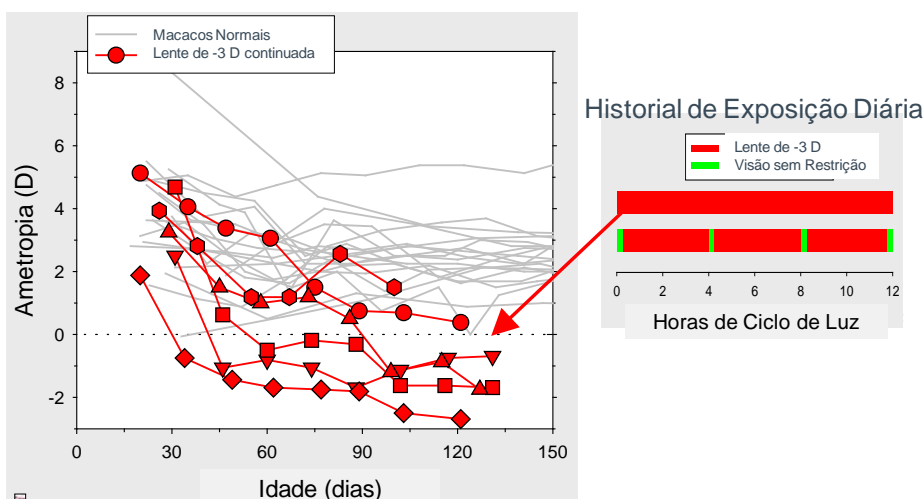


Figura 9.10: Integração temporal de sinais visuais de desfocagem hipermetrope vs Visão irrestrita

Na Figura 9.11, os dados verdes mostram o desenvolvimento refractivo dos macacos que usavam lentes de -3 D para a maioria das horas do ciclo da luz. No entanto, para 1 hora de cada 4 horas, os macacos olharam através de lentes planas ao invés de lentes -3 D, então eles tinham visão irrestrita por curtos períodos durante as horas de vigília. O desenvolvimento refractivo destes macacos em geral é bastante diferente daqueles macacos que usavam as lentes de -3 D continuamente. Estes macacos têm curvas de desenvolvimento refractivo que são muito mais parecidas com as curvas dos macacos que usava lentes planas continuamente.

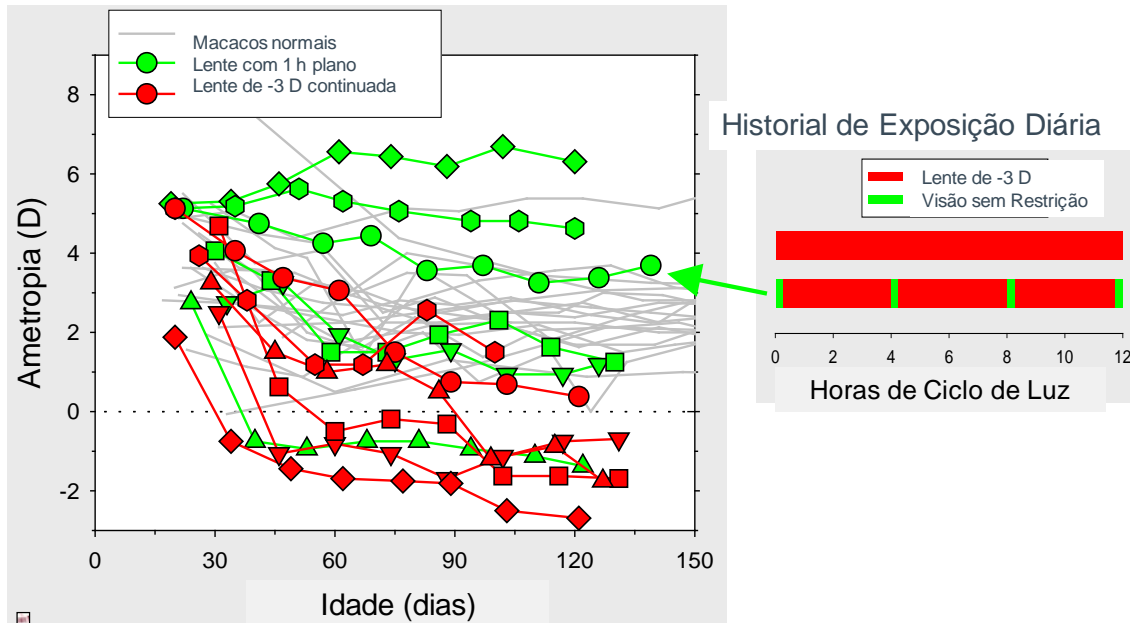


Figura 9.11: Integração Temporal de Sinais Visuais de Desfocagem Hipermetrope vs Visão irrestrita

Concluíram desta investigação que os sinais que aumentam o crescimento axial e aqueles que diminuem o crescimento axial não são ponderados igualmente, e para estimular o crescimento axial, um estímulo miopiogénico deve estar presente quase que constantemente.

Outra forma de dizer isto é dizer que a visão não tem de ser sujeita a restrições em todos os momentos de forma a existir um processo de emetropização relativamente normal.

VISÃO CENTRAL E PERIFÉRICA NA EMETROPIZAÇÃO

Porque a acuidade de resolução é mais alta na fóvea e diminui rapidamente com a excentricidade, supunha-se que a visão central dominava o desenvolvimento refractivo. Mas, na verdade sem testar as mesmas coisas na periferia, não sabemos com certeza. Agora parece que a refração periférica é mais importante (em termos de emetropização) do que a refração central!



Figura 9.12: Visão Central vs. Periférica

Presume-se que a visão central, domina o desenvolvimento refractivo porque a acuidade de resolução é mais alta na fóvea e diminui rapidamente com a excentricidade.

A Figura 9.13 mostra o erro refractivo em várias excentricidades no meridiano horizontal e vertical através da fóvea. Este sujeito é um míope de 2.50 D na fóvea, e à medida que avançamos para a periferia do olho torna-se menos míope. Se o erro refractivo varia com excentricidade, então a natureza do sinal que regula o crescimento do olho também varia com a excentricidade.

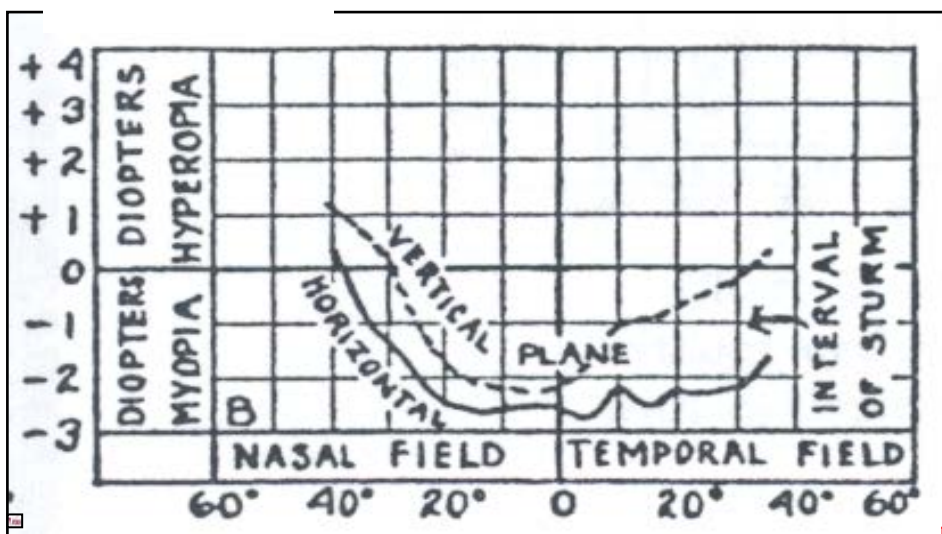


Figura 9.13: Erro Refractivo Central vs. Periférico

O erro refractivo varia com a excentricidade, ou seja, a natureza do sinal que regula o crescimento do olho varia com excentricidade.

Um olho míope típico é alongado axialmente, mas o olho não tem uma forma esférica. Se este olho é corrigido com uma lente esférica, a concha da imagem produzida teria a forma do arco castanho (Fig. 9.14). A pessoa poderia ser totalmente corrigida na fóvea, mas a imagem seria hipermetrópe para o globo ocular na periferia.

Então, como consequência do formato dos olhos e/ou das superfícies ópticas asféricas da córnea e do cristalino, os olhos míopes 'corrigidos' muitas vezes experimentam desfocagem hipermetrópica significativa através do campo visual.

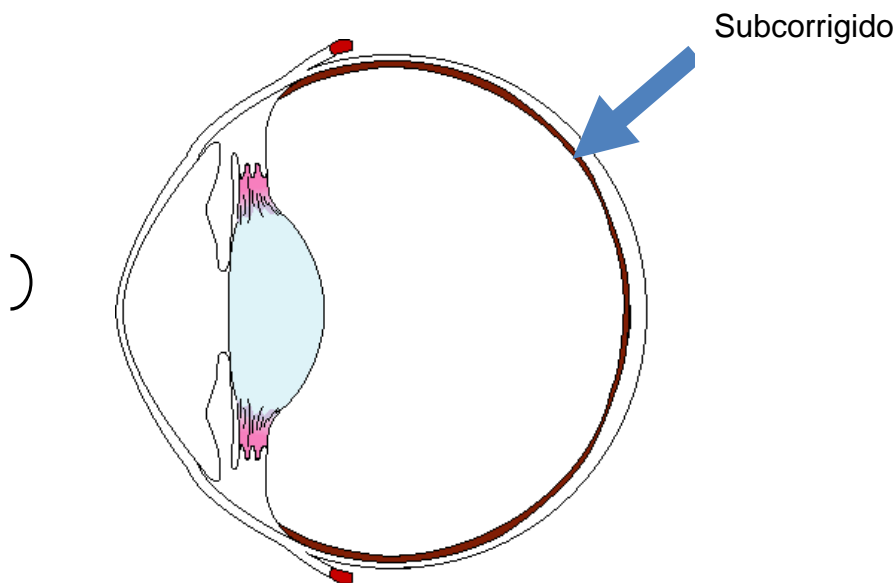


Figura 9.14 Consequências das Lentes de corretivas tradicionais

Como consequência do formato dos olhos e/ou superfícies ópticas asféricas, olhos míopes 'corrigidos' muitas vezes experimentam desfocagem hipermetrópica significativa através do campo visual.

EFEITO VISÃO CENTRAL NÍTIDA E PRIVAÇÃO DE VISÃO PERIFÉRICA

Para testar o que acontece com o desenvolvimento ocular na presença de visão central clara e privação de visão periférica, os investigadores punham macacos jovens a usar este tipo de engenho que permitia a passagem dos raios centrais através da fóvea mas impedia a retina periférica de receber qualquer imagem formada. Os resultados são apresentados na Figura 9.15c.

Os símbolos coloridos representam os dados para os macacos com privação de informação periféricamente. O eixo dos y mostra a magnitude e a direção da ametropia. Os macacos que tinha privação de forma dos campos periféricos não só desenvolveram uma gama maior de erros refractivos, mas a média dos erros refractivos foi sobre o plano, o qual é mais míope do que as 2 D de hipermetropia esperadas, exibida pelo grupo com visão sem restrição.



Figura 9.15(a)

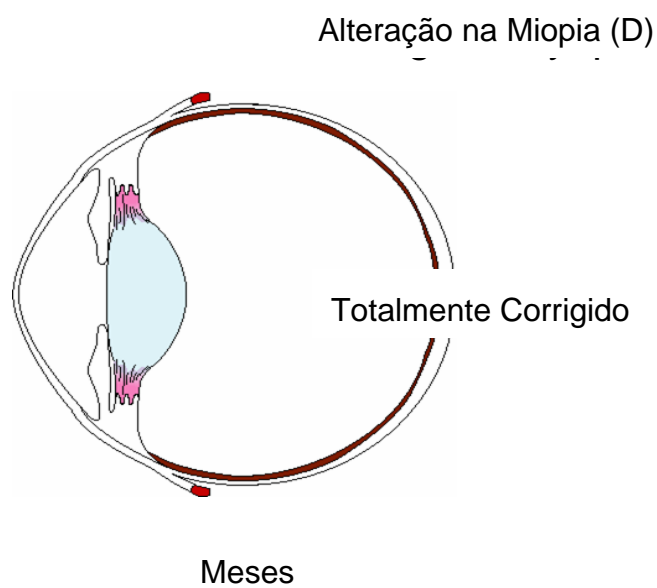


Figura 9.15(b)

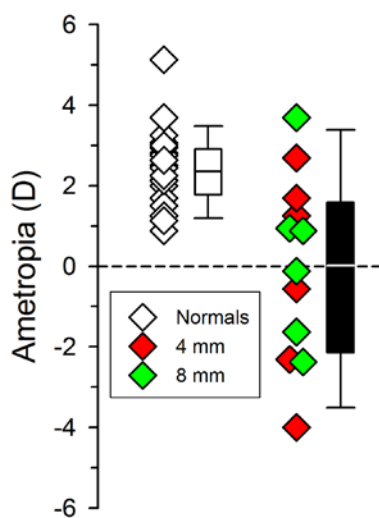


Figura 9.15(c): Privação de forma periférica produz miopia central

Em macacos, quer a privação de forma como a desfocagem hipermetrope periférica podem produzir miopia axial na fóvea, mesmo na presença de visão central sem restrições.

Também, quando há sinais visuais contraditórios para o crescimento do olho, os sinais da periferia podem dominar o crescimento ocular e desenvolvimento refractivo.

EFEITO DE VISÃO CENTRAL INTERROMPIDA

Noutro estudo, os investigadores queriam saber se a visão central intacta é necessária para a emetropização. Eles ablacionaram a fóvea do olho de um dos macacos jovens, como apresentado na Figura 11.16 no canto superior direito e nos scans OCT através da fóvea na parte inferior direita.

Novamente, temos o erro refractivo no eixo dos yy e a idade do macaco no qual a medida foi tomada no eixo dos xx. Os dados a vermelho representam os resultados para o olho que levou laser, e os dados verdes representam os resultados para o olho contralateral não tratado.

Os erros de refração dos dois olhos são praticamente os mesmos ao longo do tempo.

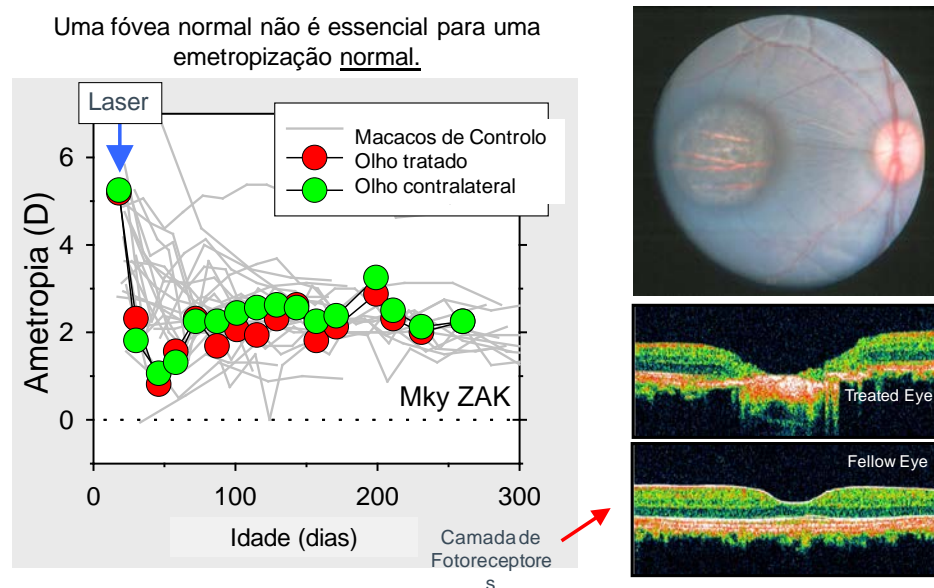


Figura 9.16: Uma fóvea intacta não é essencial para a normal emetropização

Em macacos, a fotoablação da fóvea **não**:

- Interferiu com a emetropização normal
- Impediu a recuperação de erros refractivos induzidos
- Evitou miopia por privação de forma
- Impediu a compensação óptica desfocagem

Isoladamente, os sinais visuais da periferia podem mediar:

1. Respostas emetropização e
2. Indução de miopia axial central.

CONCLUSÃO

Visão periférica pode ter uma influência substancial no desenvolvimento central refractivo em primatas.

As implicações destes estudos em macacos para a investigação em humanos foram:

- Ao procurar factores que estão relacionados com a experiência visual no desenvolvimento de miopia, os investigadores devem concentrar-se em factores que são muito constantes ao longo do tempo.
- Visão periférica deve ser considerada ao avaliar os efeitos da experiência visual em desenvolvimento refractivo.
- A visão periférica deve ser levada em conta nas estratégias de tratamento óptico para a miopia. Isto está ainda em fase inicial.

OVS 2010 Lin et al. Descobriram que lentes de monovisão usadas para corrigir a miopia resultaram num aumento da desfocagem hipermélope na retina periférica nos olhos de crianças chinesas. A magnitude deste aumento tende a aumentar com o aumento da ametropia e excentricidade, especialmente na miopia moderada.

- Acomodação imprecisa é um factor de risco significativo no desenvolvimento de miopia. Nós podemos compensar isso com uma **adição apropriada**.

Por exemplo, ao aumentar a curvatura de campo efectiva, seria possível corrigir erros centrais e quer corrigir erros periféricos ou induzir desfocagem miópica periférica (Fig. 11.17).

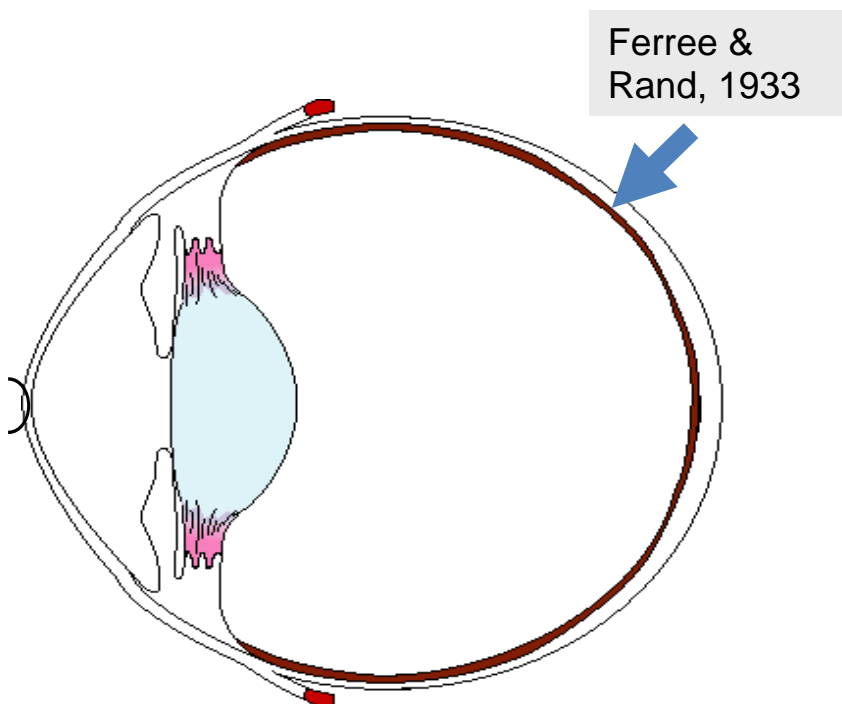


Figura 9.17: A melhor maneira de corrigir míopes, com lentes hoje

SUGESTÕES PARA A CORREÇÃO DE MIOPIA

E aqui está a sugestão sobre a melhor maneira de corrigir a miopia para potencialmente retardar ou impedir a progressão adicional, pelo menos qualquer progressão que seja desencadeada por desfocagem de hipermetropia periférica.

Lentes de contato hidrófilas: Reduzem a curvatura de campo hipermetrópica a meio.

Lentes Rígidas Permeáveis ao Gás: Eliminar a curvatura do campo hipermetrópico, mas pode causar astigmatismo oblíquo. (Ajuda a explicar por que é que as LC rígidas pareciam ser tão boas em retardar a progressão da miopia.)

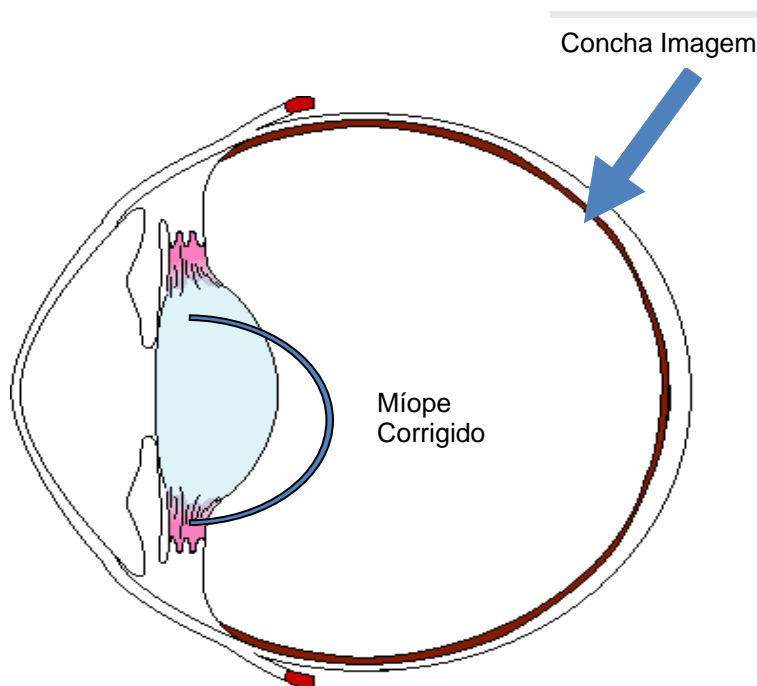


Figura 9.18: A melhor maneira de corrigir míopes

Ao aumentar a curvatura de campo efectiva seria possível corrigir erros centrais e ou corrigir erros periféricos corretos ou induzir desfocagem periférica míope.

IMPORTÂNCIA DA ESTIMULAÇÃO VISUAL NORMAL DURANTE A INFÂNCIA

Nós vamos encerrar hoje ao ouvir uma história sobre um homem que perdeu a visão antes dos 5 anos e que a voltou a adquirir 40 anos mais tarde. O caso dele dá uma ideia de como a privação da visão durante um longo tempo pode afectar várias funções visuais.

Entrevista de Michael May

<http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=1407849>

BIBLIOGRAFIA

- Gwiazda JE, Hyman L, Norton TT, Hussein ME, Marsh-Tootle W, Manny R, Wang Y, Everett D; COMET Group. Accommodation and related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004 Jul;45(7):2143-51.
- Ingram RM, Gill LE, Goldacre MJ. Emmetropisation and accommodation in hypermetropic children before they show signs of squint--a preliminary analysis. Bull Soc Belge Ophtalmol. 1994;253:41-56.
- Jiang BC, Bussa S, Tea YC, Seger K. Optimal dioptric value of near addition lenses intended to slow myopic progression. Optom Vis Sci. 2008 Nov;85(11):1100-5.
- Mutti DO, Mitchell GL, Jones LA, Friedman NE, Frane SL, Lin WK, Moeschberger ML, Zadnik K. Accommodation, acuity, and their relationship to Emmetropização in infants. Optom Vis Sci. 2009 Jun;86(6):666-76.
- Wiesel TN, Raviola E. Myopia and eye enlargement after neonatal lid fusion in monkeys. Nature. 1977 Mar 3;266(5597):66-8.
- Hubel DH. Single unit activity in lateral geniculate body and optic tract of unrestrained cats. J Physiol. 1960 Jan;150:91-104.
- Calossi A. Increase of ocular axial length in infantile traumatic cataract. Optom Vis Sci. 1994 Jun;71(6):386-91.
- Hereditary and environmental contributions to Emmetropização and myopia.
- Mutti DO.
- Millodot, M. Review. Optom Vis Sci. 2010 Apr;87(4):255-9. Dictionary of Optometry and Visual Science, 7th edition. 2009 Butterworth-Heinemann.