



# DESENVOLVIMENTO REFRACTIVO NORMAL

## AUTOR (ES)

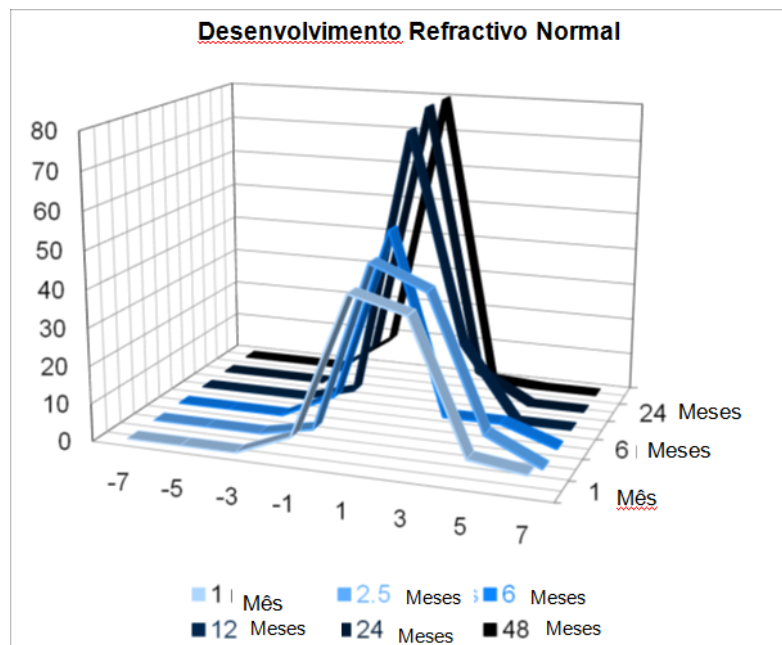
**Kathryn Saunders:** Universidade de Ulster, Irlanda do Norte

## REVISÃO DE PARES

**Tim Fricke:** Universidade de Melbourne, Melbourne, Austrália

## INTRODUÇÃO

Nesta aula iremos examinar o desenvolvimento refractivo normal em bebés e crianças (Fig. 8.1).



**Figura 8.1** Desenvolvimento refractivo normal em bebés e crianças

A figura 8.1 apresenta dados de Mayer et al (2001) que examinou crianças com idades entre os 0 e 48 meses, os dados mostram uma ampla distribuição dos erros refractivos nos bebés mais pequenos, como a média do erro refractivo a situar-se na baixa hipermetropia. Esta distribuição é 'normal' e é normalmente vista em parâmetros biométricos como altura, comprimento de braço etc. e é a forma prevista para uma distribuição de um parâmetro

biológico. No entanto, com o aumento da idade a forma da distribuição altera-se significativamente, tornando-se fortemente acentuada na direcção da baixa hipermetropia/emetropia. Isto é designado de distribuição enviusada e deixa de corresponder ao que se espera para uma variável biológica. Esta mudança na distribuição normal para enviusada indica que o olho está a crescer activamente de forma a promover a emetropia. Emetropização é o nome dado a este processo.

## EMETROPIZAÇÃO

Muita investigação tem sido feita no sentido de se compreender o processo de emetropização e muitos modelos animais têm sido usados para o examinar, bem como dados de estudos em crianças. O processo não é totalmente compreendido e uma discussão extensa vai para além destas aulas, no entanto, podemos generalizar, reconhecendo que a emetropização compreende dois aspectos:

- **Passivo**
- **Activo**

### Aspecto Passivo

O aspecto passivo da emetropização descreve o impacto do crescimento normal do olho no estado refractivo. Como o olho cresce em tamanho, a potência dos componentes ópticos diminui proporcionalmente e tende a reduzir a distribuição dos erros de refração.

### Aspecto Activo

O aspecto activo da emetropização tem sido um tema de muita investigação, mas o termo descreve resumidamente, o papel do feedback visual no desenvolvimento de refração e na promoção da emetropia. Investigação (muita dela usando modelos animais como galinhas, macacos e tupaia) tem demonstrado que o olho parece reconhecer a dimensão e a direcção do seu erro refractivo e cresce para compensar esses erros de forma que a emetropia (ou quase emetropia) é alcançada. Modificando o ambiente visual, os investigadores mostraram que este processo exige experiência visual normal. Por exemplo, galinhas que são criadas com lentes de contacto ou óculos de elevada potência desenvolvem erros refractivos anormais. Relatos de crianças com ptose, catarata congénita ou outros distúrbios patológicos muitas vezes apresentam um erro refractivo elevado e anormal no olho afectado.

Ainda não estão claros os mecanismos exactos que controlam a emetropização activa, mas é claro que uma experiência visual normal é importante e é também evidente que quando a emetropização falha é frequentemente associada com patologia e/ou desenvolvimento visual anómalo. Todos os optometristas trabalhando em cuidados primários irão associar erros refractivos elevados (níveis particularmente elevados de hipermetropia ou anisometropia) com estrabismo e ambliopia. Estas duas condições comuns são claramente associadas ao desenvolvimento anormal do erro refractivo. A hipermetropia e anisometropia serão consideradas nestas aulas em particular à medida que examinamos o desenvolvimento normal de refração e as implicações para o resultado visual normal se a emetropização não ocorrer.

## REVISÃO DA LITERATURA

Ao rever a literatura relativa ao erro refractivo e ao seu desenvolvimento, é importante que se considere a forma como o erro refractivo foi definido na investigação. Isso pode ter um grande impacto sobre os resultados apresentados. Por exemplo, os investigadores podem apresentar resultados relativos a erros de refração esféricos, ao equivalente esférico médio (EEM) ou ao meridiano mais ametrópico (MMA). Outros estudos utilizaram vectores para descrever a ametropia. Os critérios utilizados para definir a ametropia esférica podem ter um efeito considerável sobre os dados esféricos apresentados. Por exemplo, se forem considerados dois bebés com erros de refração muito diferentes; um com +5.00/-5.00x180 e o outro com + 2.50DS,

$$\frac{+5.00/-5.00 \times 180}{2}$$

$$+2.50 \text{ DS}$$

O equivalente esférico médio desses dois erros de refração é idêntico.

#### Equivalente Esférico Médio (EEM):

$$\frac{+5.00/-5.00 \times 180}{2} \rightarrow \text{EEM } +2.50 \text{ D}$$

$$+2.50 \text{ DS} \rightarrow \text{EEM } +2.50 \text{ D}$$

Mas se for considerado o meridiano mais ametrópico, a diferença entre os dois erros é mais clara. Em populações com astigmatismo o uso do EEM vai disfarçar erros esféricos hipermetrópicos e aumentar a prevalência da miopia apresentada. Como veremos nesta aula, o astigmatismo é comum na infância.

#### O Meridiano Mais Ametrópico (MMA):

$$\frac{+5.00/-5.00 \times 180}{2} \rightarrow \text{Meridiano Mais Ametrópico } +5.00 \text{ D}$$

$$+2.50 \text{ DS} \rightarrow \text{Meridiano Mais Ametrópico } +2.50 \text{ D}$$

## HIPERMETROPIA

A Tabela 8.1 descreve a prevalência relatada de erros hipermetrópicos esféricos encontrados por um conjunto de autores para diferentes idades durante o primeiro ano de vida. A definição usada para definir hipermetropia é dada na Tabela 8.1 para fins comparativos. Independentemente dos diferentes critérios utilizados para descrever erros hipermetrópicos, afigura-se que a hipermetropia é comum no nascimento e reduz em prevalência durante o primeiro ano de vida. Dados prospectivos, fazendo o seguimento de bebês individuais à medida que o seu erro refractivo muda - são necessários para afirmar que os bebês apresentam uma diminuição da hipermetropia durante o primeiro ano de vida. Alguns estudos têm seguido o desenvolvimento refractivo do indivíduo ao longo deste período de tempo e mostram que este é o caso quando considerado numa base individual - A rapidez com que a hipermetropia diminui nos primeiros meses de uma criança está relacionada com o tamanho do erro hipermetrópico. As crianças com os níveis mais elevados de hipermetropia no nascimento apresentam a redução mais rápida do erro refractivo com o aumento da idade.

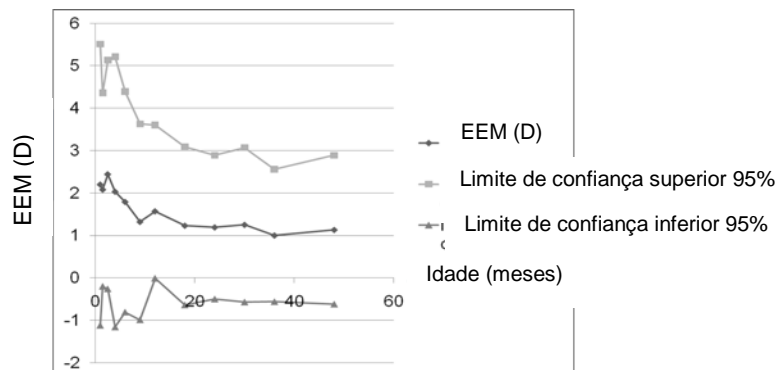
**Tabela 8.1** Prevalência de erros esféricos hipermetrópicos relatados por diferentes autores durante o primeiro ano de vida

Idade	Definição de Hiperopia	Registo da Prevalência (autores)
Recém-nascidos	> +3.00 D	25% (Borish 1970)
6 meses	≥ +4.00 D	9% (Ingram <i>et al</i> 1990)
6-9 meses	≥ +4.00 D	5% (Atkinson Braddick 1988)
12 meses	≥ +3.50 D	3.6% (Ingram <i>et al</i> 1986)

### REDUÇÃO DO ERRO REFRACTIVO COM O AUMENTO DA IDADE

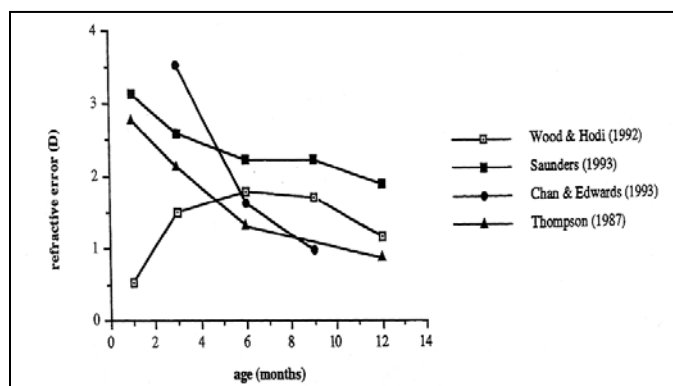
Mayer et al (2001) demonstrou claramente a redução do erro refractivo médio de hipermetropia moderada em Direcção à emetropia durante os primeiros anos de vida (Figura 8.2). Esses dados, bem como dados prospectivos (dados longitudinais) de Ingram et al (1991) dão-nos informações úteis sobre a escala de tempo da emetropização. Embora exista um refinamento no sentido da emetropia após o primeiro ano de vida, a maior

parte do processo de emetropização (em termos da quantidade de alteração observada no erro refractivo) está concluída até ao final do primeiro ano de vida.



**Figura 8.2** As maiores variações no erro refractivo devido à emetropização ocorrerem no primeiro ano de vida.

Estes dados também mostram erros de refração médios em grupos de crianças com idades diferentes, mas eles são provenientes de diferentes estudos sobre erro refractivo infantil (Figure 8.3). Com excepção dos dados de Wood e Hodi (1992), que parecem estar em desacordo com dados obtidos por outros estudos (embora não seja claro na metodologia a razão pela qual possa ter sido encontrado um padrão diferente), o consenso geral é que o erro refractivo médio diminuiu de níveis moderados de hipermetropia para emetropia, à medida que a idade aumenta durante o primeiro ano de vida.



**Figura 8.3** Diminuição do erro refractivo médio com a idade da hipermetropia moderada à emetropia durante o primeiro ano de vida

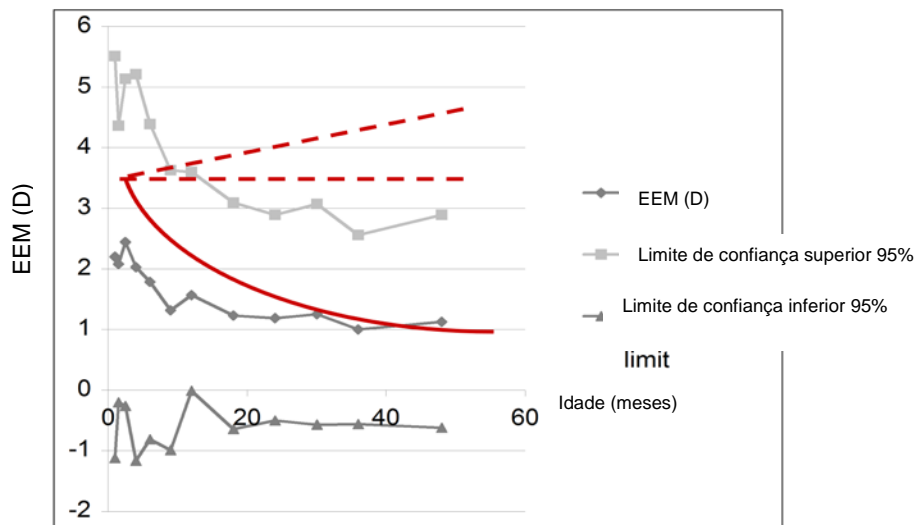
A literatura diz-nos, portanto, que a hipermetropia é relativamente comum na infância. Altas magnitudes de hipermetropia são comuns na primeira infância, mas o olho em desenvolvimento normal demonstra uma rápida diminuição da hipermetropia durante o primeiro ano de vida. Mas o que acontece se não houver redução da hipermetropia?

### CONDIÇÕES DE FALHA DA EMETROPIZAÇÃO

Se imaginarmos um bebé com aproximadamente 3.5 D de hipermetropia ao nascer, poderemos prever a partir literatura que o seu erro refractivo cairia conforme ilustrado pela linha vermelha sólida (Figura 8.4). Dados de Saunders et al (1995) dizem-nos que a taxa de emetropização para bebés com erros refractivos elevados inicialmente é mais rápida do que para aqueles com baixos erros iniciais, com mostra a curva.

O que acontece se, em vez da redução prevista do erro esférico, um indivíduo com níveis elevados ou moderados de hipermetropia apresenta essa diminuição (conforme indicado pela linha vermelha pontilhada

inferior)? Eles não seguem o padrão normal de emetropização; isso tem implicações para o desenvolvimento visual em geral, ou apenas para o seu estado refractivo?



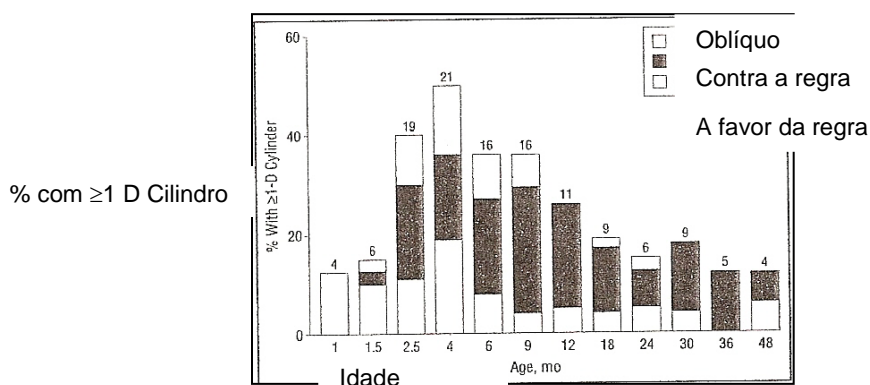
**Figura 8.4** Dados de Saunders et al 1995, que mostram uma taxa de emetropização mais rápida para bebês com erro refractivo inicial mais elevado do que aqueles com erros iniciais mais baixos

Ou se uma criança apresenta um aumento no erro esférico com a idade?

Sabemos que a hipermetropia está associada com estrabismo e ambliopia. Esta anomalia visual está ligada a uma falha no processo de emetropização levando a 13 x mais estrabismo e a 6 x mais ambliopia. Vários autores têm investigado as relações entre esses factores na infância e na primeira infância.

## ASTIGMATISMO

Dados de Mayer et al (2001) mostram a percentagem de crianças com astigmatismo em cada grupo etário testado (Fig. 8.5). O tipo de astigmatismo é mostrado dentro de cada barra. Os dados mostram uma redução na prevalência de astigmatismo (1.00DC ou mais) durante os primeiros anos de vida.



**Figura 8.5** Percentagem dos lactentes com astigmatismo em várias faixas etária. Os números acima indicam o número total de indivíduos na faixa etária.

A análise de outros estudos apresentando dados sobre a prevalência do astigmatismo na infância e infância tardia, demonstram uma maior prevalência de astigmatismo na infância em comparação com a com a infância

tardia, pré-adolescência e a idade adulta. O surgimento das diferenças inter-raciais e geográficas em crianças mais velhas é vista quando dados de Hirsch (1967) e Huynh et al (2007) são comparados com os do estudo NICER (O Northern Ireland Childhood Errors of Refraction, 'Dononghue et al 2010). Os participantes no estudo NICER eram brancos e da Irlanda do Norte, os de Huynh eram brancos e australianos, os de Hirsch eram californianos (EUA) mas a raça não foi registada. Actualmente, a origem dessas diferenças não é clara, mas o estudo NICER mediu dados biométricos oculares e o erro refractivo e demonstram que o astigmatismo corneal é o principal determinante dos níveis relativamente elevados de erro astigmático. Uma alta prevalência de erros astigmáticos também foi relatada em Tohono O'odham Nation Native Americans nos Estados Unidos (Miller et al 2000, Dobson et al 1999). Estas diferenças inter-raciais têm de ser consideradas ao implementar programas de rastreio projectado para identificar as crianças com alto erro refractivo, de tal forma que as ferramentas de triagem usadas sejam capazes de detectar o astigmatismo não corrigido (que nem sempre reduz a visão de longe monocular, suficiente para a detecção adequada num programa de rastreio) sejam usadas.

**Tabela 8.2** Magnitude e prevalência do astigmatismo relatado por vários autores em diferentes idades

Idade	Definição de Astigmatismo	Registo de Prevalência (autores)
4 meses	$\geq 1.00$ D	50% (Mayer et al 2001)
Crianças (1 ano)	$\geq 1.00$ D	65% (Howland et al 1978)
6.5 anos	$\geq 0.75$ D	4.2% (Hirsch 1967)
6 anos	$\geq 1.00$ D	4.8% (Huynh et al 2007)
6-7 anos	$\geq 1.00$ D	24% (Estudo NICER 2010)
12.5 anos	$\geq 0.75$ D	6% (Hirsch 1967)
12 anos	$\geq 1.00$ D	6.7% (Huynh et al 2007)
12-13 anos	$\geq 1.00$ D	20% (Estudo NICER 2010)
Adultos	$\geq 0.75$ D	8% (Howland et al 1978)

O astigmatismo visto na primeira infância tem demonstrado ser sobretudo de natureza corneal e à medida que aumenta o tamanho da córnea com o crescimento, simultaneamente aplanar, reduzindo erros astigmáticos elevados. Há alguma evidência de modelos animais onde o astigmatismo também pode ser influenciado pela experiência visual e onde erros astigmáticos são sensíveis à redução através do processo de emetropização activa.

Diferentes autores relataram resultados diferentes quando se trata dos tipos mais comuns de erro astigmático na infância, mas o consenso é que o astigmatismo a favor da regra (AFR) é o mais comum no nascimento, embora as diferenças regionais e raciais sejam prováveis.

**Tabela 8.3** Classificação dos tipos de astigmatismo

Tipo de Astigmatismo	Eixo do Astigmatismo
AFR	Eixo negativo @ $180 \pm 15^\circ$
CAR	Eixo negativo @ $90 \pm 15^\circ$
Oblíquo	Outros

O astigmatismo é relativamente comum no nascimento e pode estar presente em níveis moderadamente altos. Quando presente em indivíduos, o astigmatismo mostra uma diminuição rápida para além do primeiro ano de vida. A sua prevalência em grupos de dados reduz-se substancialmente depois do primeiro ano de vida. No entanto, sabemos que uma falha na redução da hipermetropia durante o primeiro ano de vida antevê um fraco resultado visual, o mesmo será igual para o astigmatismo? É a retenção de ou o aumento do astigmatismo na infância e na primeira infância um sinal para desenvolvimento visual anormal e fraco resultado visual?

Nós sabemos que astigmatismo é associado ao estrabismo, ambliopia e anisometropia em pacientes mais velhos, por isso é provável que a retenção de astigmatismo não seja "normal" e pode indicar uma maior probabilidade de um fraco resultado visual. Isso será considerado no Capítulo 9.

## ANISOMETROPIA

Anisometropia também foi apresentada em diversos estudos para ser mais prevalente no início da vida do que é normalmente esperado na infância ou na idade adulta (Tabela 8.4).

**Tabela 8.4** Prevalência da anisometropia em diferentes idades reportada por vários autores

Idade	Definição da Anisometropia	Prevalência (autores)
Recém-nascido	> 1.00 D	14.4% (Thompson 1987)
10 semanas	> 1.00 D	25% (Edwards 1991)
6-9 meses	> 1.25 D	1.4% (Atkinson & Braddick 1988)
12 meses	> 0.75 D	8.1% (Ingram & Barr 1979)
1-6 anos	> 1.75 D	4% (Mayer et al 2001)
6-7 anos	≥ 1.00 D	8.5% (NICER study 2010)
5-12 anos	> 0.75 D	3.4% (Flom & Bedell 1985)
12-13 anos	≥ 1.00 D	9.4% (NICER study 2010)
Adolescentes	> 0.75 D	6% (Hirsch 1967)

Os optometristas estão altamente despertos para a relação entre a anisometropia, ambliopia e estrabismo, assim como se costuma ver em pacientes ambliopes e estrábicos adultos com anisometropia. Sabe-se que a acomodação está ligada entre os olhos e que um par de olhos acomoda na mesma proporção, mesmo se um olho tem um requisito de foco diferente do outro. Um indivíduo com um olho plano e um olho hipermetrope terá sempre uma imagem desfocada na retina do olho hipermetrope pois o sistema visual irá preferencialmente focar o olho plano já que este requer menos esforço acomodativo. Vamos discutir a relação entre anisometropia e o fraco resultado visual no Capítulo 9.

## MÍOPIA

A miopia é relativamente rara na infância e na primeira infância. Sempre que estiver presente é frequentemente associada com o nascimento prematuro (não apenas como consequência retinopatia de prematuridade), deficiências neurológicas como paralisia cerebral e desenvolvimento de desordens tais como Síndrome Down. A maior parte da miopia na população em geral ocorre durante os anos de idade escolar (de aproximadamente 6-7 anos em diante) e aumenta durante a adolescência.