ACOMODAÇÃO: MECANISMO

AUTOR

John McGann: Instituto de Tecnologia de Dublin

REVISTO POR

Marcela Frazier: Universidade de Alabama em Birmingham

CONTÉUDO DO CAPÍTULO

INTRODUÇÃO 1
MECANISMO DE ACOMODAÇÃO (TRÍADE DE PERTO) 2
TEORIA DA ACOMODAÇÃO 2
AMPLITUDE DE ACOMODAÇÃO 4
COMPONENTES DA ACOMODAÇÃO 4
ACOMODAÇÃO NA MIOPIA 4
ACOMODAÇÃO NA HIPERMETROPIA 5
ACOMODAÇÃO E LENTES DE CONTATO 6
RELAÇÃO ENTRE A ACOMODAÇÃO E A IDADE 6
PROFUNDIDADE DE CAMPO 7
PROFUNDIDADE DE FOCO 7
ESTIMULOS VS RESPOSTA ACOMODATIVA 8
MEDEÇÃO DA RESPOSTA ACOMODATIVA (RA) 8
LEITURA SUGERIDA 9

INTRODUÇÃO

Definição de acomodação: *'a função através da qual o poder convergente do sistema ótico de um olho é aumentado para que a luz divergente proveniente de uma fonte próxima possa ser trazida para um foco sobre a retina.'* *Borish;1970*

MECANISMO DE ACOMODAÇÃO (TRÍADE DE PERTO)

Passo 1) Desfocagem da imagem na retina.
Passo 2) O sistema nervoso parassimpático provoca a contração do músculo ciliar.
Etapa 3) As fibras da zónula relaxam, permitindo à cápsula do cristalino ficar mais curva (especialmente a superfície anterior)

+ Aumento da espessura da lente
+ Reduzido diâmetro equatorial.
+ Constrição da pupila.
+ Convergência

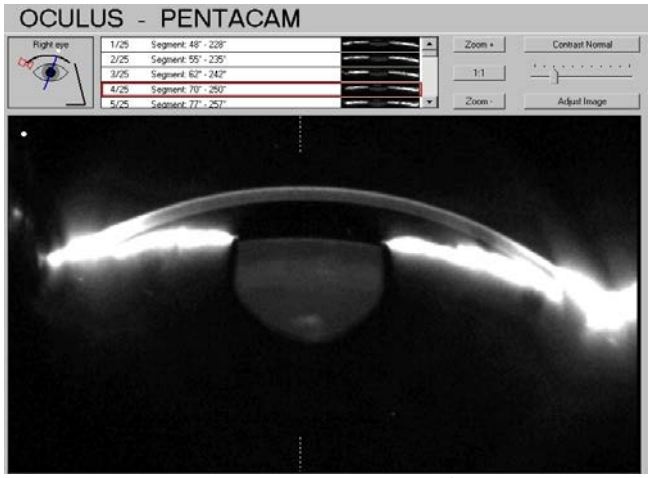

Figura 1.1: Imagem Scheimpflug da Córnea e do Cristalino

TEORIA DA ACOMODAÇÃO

TEORIAS ANTIGAS

Descartes, 1677 observou que a lente (humor) devia ser mais convexa quando focava um objeto ao perto.

- '....a agência das fibras pelo qual o humor é suspenso'
- Por incrível que pareça ele estava correto, embora não tenha feito nenhuma menção do músculo ciliar.

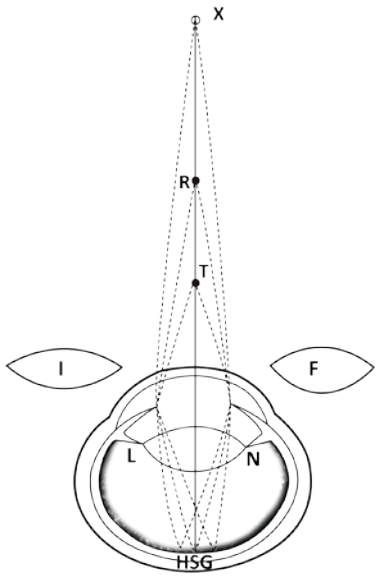

Figura 1.2: *Gráfico de alterações precoces na forma do cristalino com a acomodação*

Em 1801, Young mostrou que a nova mudança na potência da lente foi causada por uma alteração no cristalino, mas estava inseguro do mecanismo. Burow introduziu o termo "acomodação" em 1841. Em 1848, Bowman & Brücke estabeleceram a existência do músculo ciliar. Ao longo dos próximos anos, Langenbeck e Cramer usaram reflexões a partir da superfície da lente para mostrar alterações na forma (Fig.1.2).

TEORIA DE HELMHOLTZ

(1853-56) Helmholtz demonstrou que durante a acomodação, o núcleo da lente se torna mais espesso, enquanto o diâmetro equatorial diminui e o raio de curvatura central, anterior e posterior também diminui. Helmholtz afirmou que "uma contração do músculo ciliar produz uma tensão sobre a coroide que é puxada para a frente, fazendo com que a superfície interna do corpo ciliar faça um movimento para a frente e para dentro. Este movimento relaxa a tensão que é normalmente exercida sobre a lente e permite que as suas superfícies se tornem mais convexas em virtude da sua elasticidade natural.'

TEORIA DE TSCHERNING

Tscherning observou mais tarde que a superfície anterior da lente assumiu uma forma hiperbólica em acomodação, e propôs uma nova teoria que estava em oposição direta à de Helmholtz. Ele sugeriu que o músculo ciliar em contração exerce tensão sobre a cápsula do cristalino através das fibras da zónula, as camadas exteriores moles da lente são comprimidas sobre as camadas mais duras e o núcleo tem uma curvatura mais acentuada. Ele alegou que essa compressão faria com que o centro das superfícies do cristalino se tornassem mais convexas enquanto a periferia seria achatada. Na revisão da sua teoria (1909) admitiu que a espessura do cristalino aumenta à medida que a contração do músculo ciliar exerce tensão sobre a coroide, comprimindo o corpo vítreo contra a lente. Ele continuou a dizer que o vítreo é pressionado contra a periferia da superfície posterior do cristalino e não contra o centro. Esta compressão faz com que a lente tenha uma protuberância no centro e a periferia da superfície anterior se torne achatada. Em nenhuma destas teorias Tscherning reconhece um relaxamento da tensão sobre as fibras da zónula, sob a contração do músculo ciliar (como proposto por Helmholtz).

TEORIAS MODERNAS

É difícil investigar a acomodação 'in vivo', no entanto, estudos recentes têm fornecido provas que apoiam a Teoria de Helmholtz usando o OCT (Baikoff, et al; 2004) e a ressonância magnética (Strenk, et al; 1999, 2004a).

AMPLITUDE DE ACOMODAÇÃO

A amplitude de acomodação (A), expressa em Dioptrias, é a distância linear do ponto de medida (K) para o ponto mais perto (B), em que A é sempre positivo. Isto é, A = K - B.

COMPONENTES DA ACOMODAÇÃO

Existem diferentes tipos de acomodação.

- **Reflexa:** acomodação como resultado de um estímulo de desfocagem. É de alternância entre longe e perto e raramente é maior do que 2D.
- **Tónica:** acomodação em estado de repouso e normalmente é de cerca de 80 centímetros devido ao equilíbrio entre a inervação parassimpática e simpática.
- **Acomodação de convergência:** acomodação quando se fixa um objeto ao perto.
- **Proximal (psíquica):** consciência de um objeto próximo.
- **Acomodação de circuito fechado:** resposta de acomodação a estímulos visuais em condições normais de visualização.
- **Acomodação em circuito aberto:** acomodação que ocorre sem estímulos normais por exemplo, miopia noturna.

Para um Emetrope:

A= -B
(porque K=0)
Por exemplo, Ponto próximo de um emetrope = 20 cm a partir do plano da lente
→ Amplitude de Acomodação= $-[-1/(20 \times 10^{-2})] = 5D$

ACOMODAÇÃO NA MIOPIA

Para míopes, é necessária menos acomodação em comparação com emetropes e hipermétropes. Por exemplo, para um míope de Rx -2.00 D em AO, objetos não corrigidos a 50 cm de distância já estão focados, sem acomodação, enquanto os objetos mais distantes estão desfocados. Objetos a menos de 50 cm exigem alguma acomodação.

MIOPE (EXEMPLO)

Rx OD e OE -10.00D, leitura a 33 cm (Fig.1.3).

A Vergência é:

-3.00+ (-10.00)=-13.00D
-13.00-> 77mm+12mm=89mm
-11.24D.

Poder Efetivo $F_c=F_s/1-dF_s$=> poder no plano corneal=-8.93D. Acomodação requerida= diferença entre ametropia no plano da córnea e convergência de luz naquele plano, ou seja, -8.93 – (-11.24) = +2.31D.

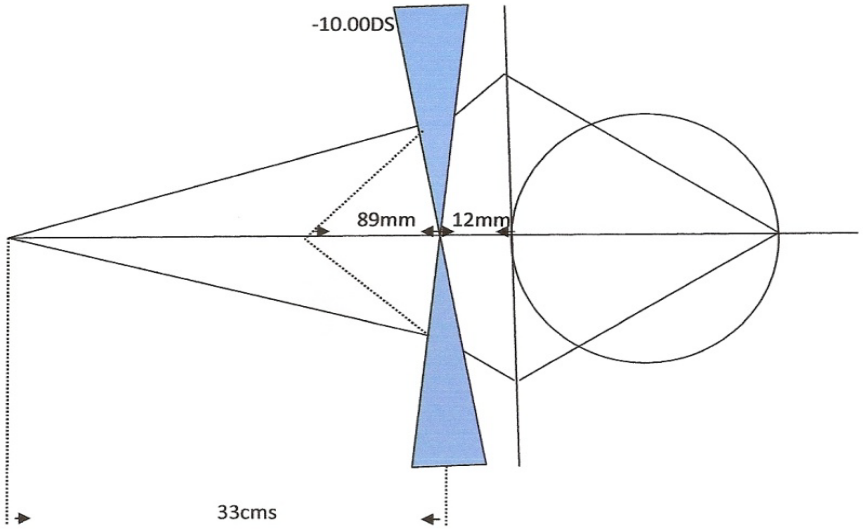

Figura 1.3: *Vergência da luz incidente na superfície anterior do cristalino = -3.00D e -13.00D ao deixar a superfície posterior da lente*

ACOMODAÇÃO NA HIPERMETROPIA

Para os hipermétropes, é necessária mais acomodação em comparação com emetropes ou míopes quando usam óculos (Fig. 1.4).

HIPERMETROPE (EXEMPLO)

Lentes dos óculos =+10.00D, observar objeto a 33cm.
Vergência da luz que sai da lente = +7.00D-> +7.63D na córnea.

143mm-12mm=131mm
+7.63D.

Poder efetivo da córnea=+11.36D.
Acomodação requerida=11.36-7.63=+3.73D.

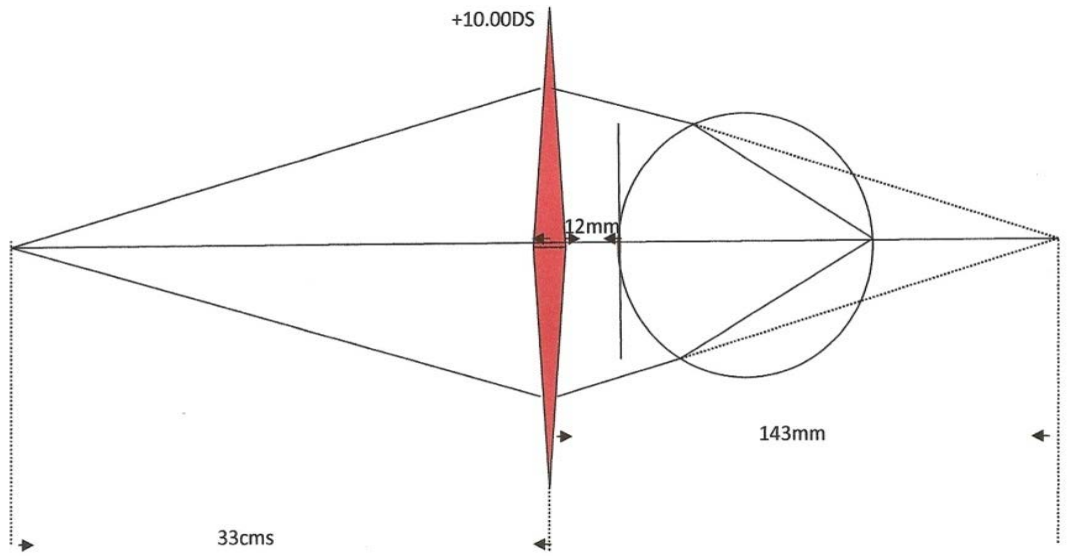

Figura 1.4: *Vergência da luz incidente na superfície anterior do cristalino = -3.00DS e +7.00 DS ao deixar a superfície posterior da lente*

ACOMODAÇÃO E LENTES DE CONTATO

A acomodação necessária é igual para todos os erros de refração. O esforço acomodativo é determinado a partir do plano da córnea em vez do plano dos óculos. Esta é uma vantagem para o hipermétrope mas uma desvantagem para o míope.

RELAÇÃO ENTRE A ACOMODAÇÃO E A IDADE

A amplitude de acomodação é de aproximadamente 14D aos 10 anos de idade, reduzindo a 0,5D ao 60 anos de idade. A fórmula de Duane-Hofstetter para amplitudes mínimas: *15-0.25x(idade).*

Por exemplo, para uma criança de 12 anos de idade, esperamos um valor MIN de 12D (15- [0.25X12])

- Valores médios: (18.5-[0.3 X Idade])
- Valores Máximos: (25-[0.4X Idade])
- Profundidade do foco geralmente significa que o valor registado é mais elevado.

PRESBIOPIA

Para o paciente presbíope, a amplitude de acomodação é insuficiente para desempenhar tarefas de perto, devido ao envelhecimento. Isto é causado pelo endurecimento do cristalino e por uma redução da elasticidade da cápsula. Pode verificar-se quando a amplitude de acomodação é menor do que 4 Dioptrias, e a faixa etária corresponde geralmente 42 - 48 anos (Tabela 1.1).

Tabela 1.1: Restante amplitude de acomodação na sequência da idade do paciente

Idade	Donders	Duane
10	14	11
15	12	10.5
20	10	9.5
25	8.5	8.5
30	7	7.5
35	5.5	6.5
40	4.5	5.5
45	3.5	3.5
50	2.5	
55	1.75	

PROFUNDIDADE DE CAMPO

Profundidade de campo é a "distância sobre a qual um objeto pode ser movido sem causar uma redução de nitidez para além de uma certa quantidade tolerável." Isso pressupõe um estado constante de acomodação. Aumenta à medida que o tamanho da pupila diminui.

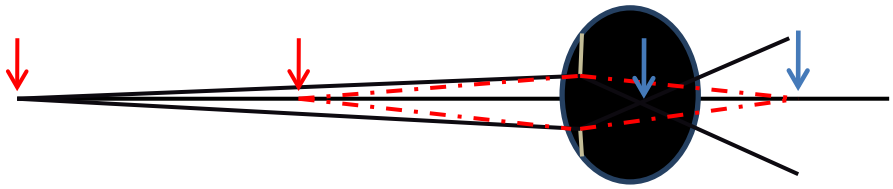

Figura 1.5: *Profundidade de campo*

Para ver à distância de = ∞
Diâmetro pupilar =4mm ∞->3.6m
Diâmetro pupilar =2mm ∞->2.3m
Para ver à distância de 1m
Diâmetro pupilar =4mm 1.4m->80cm
Diâmetro pupilar =2mm 1.8m->70cm
Equivale a ~ ± 0.3D para uma pupila de 3 milímetros

PROFUNDIDADE DE FOCO

'A distância à frente e atrás do ponto focal (retina) sobre a qual a imagem pode ser focada, sem causar uma redução de nitidez para além de uma certa quantidade tolerável' (Dicionário de Optometria e Ciências Visuais; Millodot,M; 7th Ed. Pg 89).

A profundidade de foco assume um estado estável de acomodação e aumenta à medida que diminui o diâmetro da pupila. Não é normalmente medida em pacientes pré-presbiopia (com a acomodação ativa). Os pacientes idosos podem demonstrar uma visão nítida a 25-60 cm ao usar a sua correção de perto que se destina a 40 centímetros de distância. Em

boa iluminação, esses pacientes podem ler confortavelmente sem os seus óculos de visão de perto pois o tamanho do seu círculo de desfocagem diminui devido à constrição da pupila.

ESTIMULO VS RESPOSTA ACOMODATIVA

Existem dois métodos para estimular a acomodação:

1. Coloque um objeto de teste mais próximo do infinito (6m).
2. Lentes negativas.

Ambos os métodos aumentam a vergência dos raios de luz no olho. Para um emetrope ou ametrope corrigido, um objeto colocado a 40 cm a partir do plano dos óculos resultaria em raios de luz divergentes (a menos que ocorre-se acomodação). Estes raios focariam por trás do olho. Uma acomodação suficiente focaria os raios na retina.

1/0.40D ou seja, 2.50D.

MEDIÇÃO DA RESPOSTA ACOMODATIVA (RA)

HAPLÓSCOPIO

Este é essencialmente um instrumento de investigação. Usa um ponto de luz para estimular um olho e uma linha de Snellen 6/6 para o outro olho. Além disso, as lentes são usadas para criar "desfocagem". Em seguida, o poder positivo (+) é reduzido lentamente até ao ponto de luz se tornar claro.

MEDIÇÃO CLÍNICA DA RA

É chamada de Retinoscopia dinâmica. É uma avaliação objetiva ao perto. Ao medir a resposta acomodativa, a acomodação está ativa e o paciente olha para um objeto de leitura apropriado para a idade à distância do ponto próximo normal. O praticante então neutraliza o reflexo através da retinoscopia. Ao medir a retinoscopia dinâmica, é normal encontrar um 'lag' de acomodação de +0,50 a + 0.75D. Valores mais altos indicam uma resposta acomodativa inadequada. Os valores mais baixos ('chumbo') podem indicar um espasmo de acomodação. Existem vários métodos, tais como o Método de estimação monocular (MEM) e a Retinoscopia de Bell.

DICAS CLINICAS

- Qualquer receita de óculos deve ser usada quando se mede a amplitude de acomodação.
- Meça ambos os olhos monocularmente e, em seguida binocularmente.
- Quando efetuar a refração, combine várias lentes de ensaio para reduzir o número de superfícies das lentes.
- A maioria das pessoas pode utilizar apenas ½ a 2/3 da amplitude disponível para o trabalho de perto constante.

SUGESTÕES DE LEITURA

1. Clinical Visual Optics. Bennett & Rabbetts; 4th Ed. Butterworth Heinemann; (Chapter 7)
2. Ocular Accommodation, Convergence & Fixation Disparity; Goss,D;1995; Butterworth Heinemann; (Chapter 1)
3. Dictionary of Optometry & Visual Science; Millodot,M; 7th Ed. Butterworth Heinemann
4. Transactions of The Optical Society;1924-25; The Changes in the Form of the Crystalline Lens in Accommodation; Fincham
5. Primary Care Optometry; Grosvenor,T;4th Ed; 2002; Butterworth Heinemann; pp96-100