

---

# A posição de repouso do sistema acomodativo. Implicações clínicas

The resting state of the accommodative system. Clinical implications

Antônio Augusto Velasco e Cruz<sup>(1)</sup>

## RESUMO

Segundo a clássica teoria de Helmholtz, a posição de repouso do sistema acomodativo é o infinito. Esse modelo não é mais válido, visto que para a maioria das pessoas a posição de repouso do sistema é intermediária. O presente trabalho discute algumas implicações clínicas dessa nova abordagem, especialmente uma possível relação entre acomodação tônica e deterioração das esotropias acomodativas.

**Palavras-chave:** acomodação, esotropia acomodativa, posição de repouso.

## INTRODUÇÃO

Helmholtz<sup>(1)</sup> foi o primeiro a propor que o sistema acomodativo do olho emétrope está em repouso quando o objeto de fixação encontra-se no infinito óptico. Essa hipótese a respeito da posição de repouso da função acomodativa mostrou-se clinicamente bastante útil e por essa razão foi por mais de um século considerada verdade inquestionável. Como pode acontecer com qualquer teoria, o modelo proposto por Helmholtz perde inteiramente a validade científica a partir do momento em que fenômenos observados por diversos grupos de investigadores e reproduzíveis em diferentes condições de experimentação eram melhor explicados por um modelo alternativo, no qual a posição de repouso do sistema acomodativo não era assumida como sendo obrigatoriamente o infinito.

O objetivo deste trabalho é discutir a atual concepção da posição de repouso do sistema acomodativo, bem como apontar algumas implicações clínicas decorrentes desta concepção.

## POSIÇÃO DE REPOUSO DO SISTEMA ACOMODATIVO

A posição de repouso do sistema acomodativo era considerada como o infinito, porque para longe a resposta é próxima a zero. Entretanto zero não significa repouso. Com efeito, o músculo ciliar pode estar *ativamente* diminuindo o poder focal ocular. *Ativamente* significa relaxamento das fibras inervadas pelo parassimpático e *contração* das inervadas pelo simpático. Uma definição mais fisiológica de “repouso” seria verificar qual o poder focal que o olho adota quando não há nenhum estímulo acomodativo. Considere um sujeito emétrope fixando um objeto a dez metros de distância. Nessas condições, sua acomodação será quase igual a zero (estímulo = 0.1 D). Suponha que subitamente todos os estímulos acomodativos sejam removidos do campo visual (campo vazio ou *Ganzfeld*). O que acontecerá com a resposta acomodativa? Na maioria das vezes o olho acomoda para uma distância intermediária. Essa posição focal que o olho adota na ausência de estimulação

---

(1) Professor Doutor do Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Correspondência - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP  
14049 - Ribeirão Preto - São Paulo.

acomodativa é uma característica individual, podendo variar de 0 a 4.0 D<sup>(2,3)</sup>. A existência desse fenômeno torna difícil a aceitação do infinito como posição de repouso. Muito mais interessante é o modelo que assume ser intermediária a real posição de repouso. A partir dessa posição, o olho *ativamente* diminuiria (longe) ou aumentaria (perto) seu poder focal. Isso significa que o músculo ciliar tem um tônus de repouso diferente do zero. Essa é a razão da denominação acomodação tônica como sinônimo de posição de repouso<sup>(4-11)</sup>. Não confundir acomodação tônica com tônus cicloplégico que é a diferença entre a posição focal para longe encontrada sem cicloplegia e com cicloplegia. Os valores médios de acomodação tônica referidos na literatura (0.5 a 1.5 D) variam de acordo com a metodologia de medida (interferometria a laser, feixes de infravermelho ou optômetros tipo Badal) e o processo usado para abrir a alça acomodativa (escuro, campo vazio ou buraco esteopéico<sup>(5,6,8,12-14)</sup>).

## IMPLICAÇÕES CLÍNICAS

### 1 – Miopia noturna, espacial e instrumental

Uma conseqüência da existência da acomodação tônica é a miopia noturna. Esse fenômeno, na obscuridade o olho fica míope, foi descrito pela primeira vez por Lorde Maskeyline, um astrônomo britânico, no século XVIII<sup>(2,15)</sup>. Durante muito tempo ele foi explicado por diferentes mecanismos, até que mais modernamente Leibowitz e Owens reenfatizaram que o foco do escuro (*dark focus*) era na verdade a posição de repouso do sistema acomodativo<sup>(2,3)</sup>. Esses autores mostraram que à medida que a luminância do ambiente vai diminuindo, os objetos perdem a capacidade de estimular a acomodação e o sistema vai tendendo cada vez mais a adotar sua posição de repouso. Esses achados têm interesse prático, pois indica que certas baixas visuais noturnas devem-se à miopia induzida pela acomodação tônica. De maneira semelhante, pilotos podem experimentar miopias transitórias quando

fixando campos vazios aéreos. O mesmo é válido para dificuldades de focalização com o uso de microscópios, pois a abertura do sistema óptico desses aparelhos pode simular uma condição de alça aberta e o sistema acomodativo desvia em direção a posição de repouso, isto é, o olho acomoda<sup>(2,15,16)</sup>.

### 2 – Efeito do borramento óptico sobre a resposta acomodativa

Na tentativa de revelar a maior hipermetropia possível, é comum durante a retinoscopia para longe interpor-se lentes positivas diante do olho fixador (*fogging*). Aqueles que usam essa técnica assumem que o borramento miópico da imagem induz relaxamento compensatório do músculo ciliar e, portanto, mais hipermetropia seria medida consensualmente.

Para analisar essa questão é necessário compreender-se o que significa “borramento” óptico. Assuma que ondas senoidais de luminância, caracterizadas por frequência espacial e contraste, sejam as unidades elementares da percepção visual. Dessa maneira a imagem de um objeto complexo qualquer é formada por um espectro de ondas senoidais de luminância de diferentes frequências e contraste<sup>(17)</sup>. “Borrar” a imagem significa diminuir o contraste das ondas de alta frequência espacial, além do limiar de percepção visual. Em outras palavras, o efeito do borramento óptico é retirar da imagem grupos de frequência espacial<sup>(18)</sup>. Estudos sobre a relação entre frequência espacial e acomodação mostraram que quando o estímulo de fixação é uma rede senoidal, se a frequência espacial diminui a resposta acomodativa torna-se inacurada e tende à posição de repouso do sistema<sup>(19)</sup>. Ou seja, nada indica que o borramento óptico possa relaxar, induzir relaxamento do corpo ciliar na ausência de hipermetropia.

Recentemente reexaminei essa questão ao medir a resposta acomodativa de 23 sujeitos emétopes durante a fixação para longe (4 metros) de optotipos<sup>(20)</sup>. O estímulo de fixação consistiu em 9 letras negras dispostas sobre um fundo branco retroiluminado (luminância igual a 20 cd/

m<sup>2</sup>). Os optotipos tinham alto contraste e o ângulo visual era igual a 5 minutos de arco. Inicialmente a resposta acomodativa era quantificada para longe. Em seguida as luzes eram apagadas e a posição de repouso do sistema era medida no escuro. Finalmente medi a resposta acomodativa quando os optotipos eram borrados através da interposição de lentes positivas (+0.5, +1.0, +1.5, +2.0, +2.5, +3.0, +3.5 e +4.0D). Todas as medidas foram feitas no *Infant Vision Laboratory do Massachusetts Institute of Technology*, com o autorefrator Canon R1®. Este aparelho estabelece a posição focal do olho por meio de dois feixes de infravermelho e tem sido largamente utilizado para a medida objetiva da acomodação<sup>(4-6,13,21,22)</sup>.

A Figura 1 mostra a distribuição da acomodação tônica obtida. Os valores extremos foram -0.25D e 1.66D e a média foi igual a 0.54D. Essas cifras estão de acordo com dados obtidos com a mesma metodologia em outros trabalhos<sup>(23)</sup>.

A Figura 2 compara a resposta acomodativa média obtida para longe e as obtidas com as lentes positivas. Para longe a resposta média foi igual a demanda vergencial óptica (acomodação (D)) = 1/ distância (metros), logo 1/4 = 0.25 D). A partir desse valor basal, é fácil notar que à medida que o borramento óptico aumentava mais acomodação era gerada e os sujeitos iam ficando cada vez mais míopes. Essa relação foi linear até a lente + 3.50, a partir da qual a acomodação não mais aumentou.

Análise de variância unifatorial detectou diferenças significantes entre estas respostas (F = 2.22, p < 0.05). *Post Hoc* análises (95% intervalo de confiança) indicaram que só as respostas obtidas nos níveis mais altos de borramento (+3.50 e 4.00 D) foram diferentes da resposta para longe.

Esses dados indicam claramente que em pessoas emétopes, o borramento óptico induzido por lentes positivas não induz relaxamento do músculo ciliar, ao contrário o sistema acomodativo tende pela degradação da imagem à posição de repouso. Como na maioria das vezes essa posi-

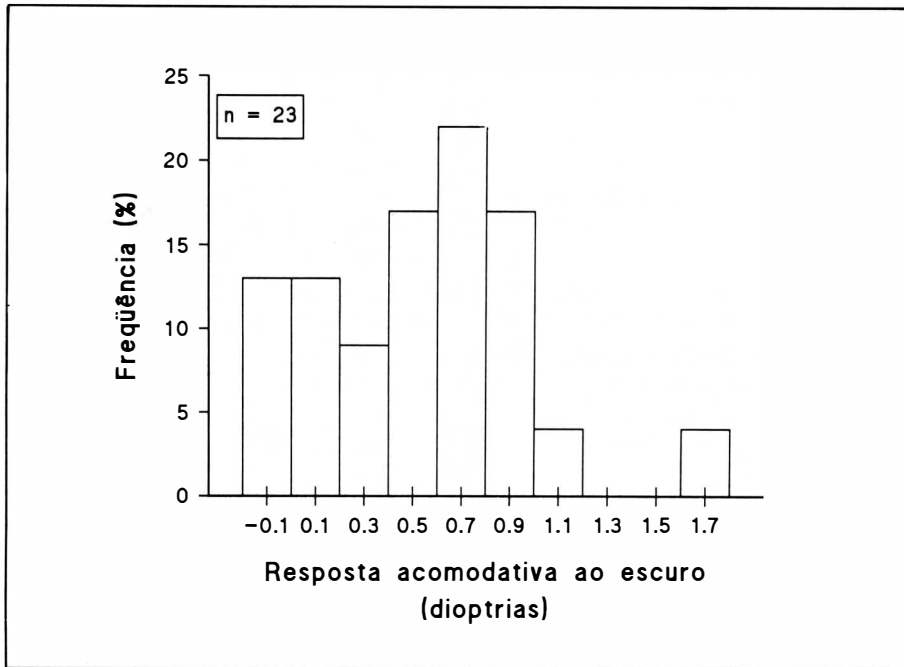


Figura 1 – Distribuição da acomodação tônica obtida em 23 pessoas emétopes.

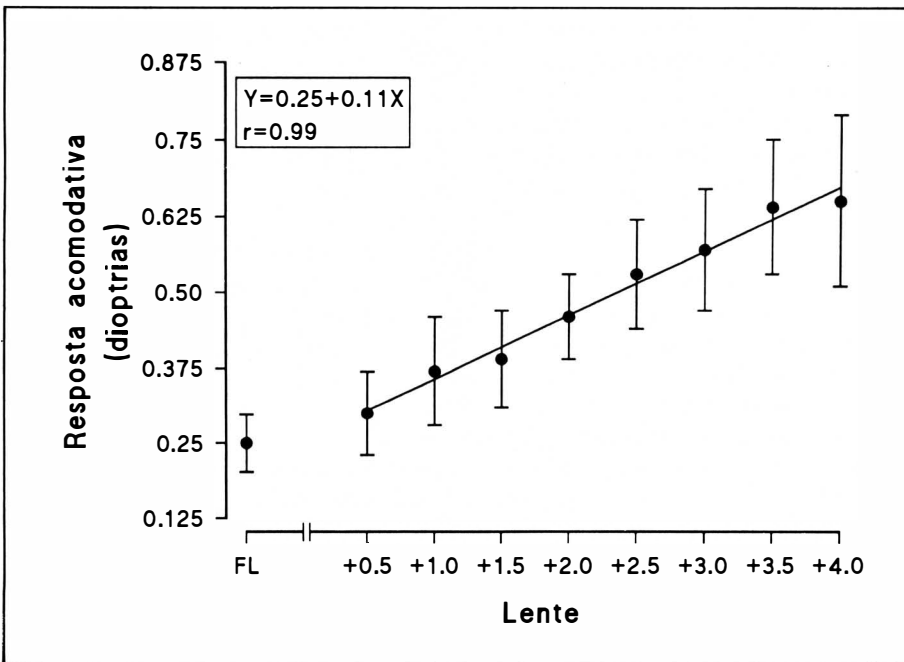


Figura 2 – Efeito do borramento óptico com lentes positivas sobre a resposta acomodativa. (FL = posição focal medida sem lente)

ção é miópica, o borramento óptico induzido por lentes positivas na verdade é indutor de acomodação.

Uma possível implicação desse fenômeno diz respeito ao problema da deterioração

das esotropias acomodativas. A correção total da hipermetropia (latente + manifesta) é a conduta mais aceita para o tratamento dos pacientes com esodesvio acomodativo<sup>(24)</sup>. Entretanto, mesmo assim

15% a 50% dos pacientes deterioram. Ou seja, voltam a apresentar esodesvio mesmo usando corretamente a correção óptica prescrita<sup>(25,26)</sup>. Como a deterioração ocorre na vigência do tratamento óptico ela é considerada como um fenômeno não acomodativo, cujo mecanismo é ainda desconhecido<sup>(25,27)</sup>.

Acredito que a resposta acomodativa ao borramento óptico pode explicar em parte o fenômeno da deterioração na esotropia acomodativa. Como o tônus do músculo ciliar é inversamente proporcional à idade, a correção total da hipermetropia em crianças indubitavelmente acarreta borramento visual para longe. Esse fato é amplamente reconhecido<sup>(28)</sup>, sendo que alguns autores sugerem que concomitantemente ao uso dos óculos colírio de atropina 1% seja usado durante até um mês, no intuito de facilitar a aceitação da correção óptica<sup>(29)</sup>. Levando-se em consideração que os valores da acomodação tônica são mais elevados nos hipermetropes<sup>(12)</sup> e que alta hipermetropia<sup>(30)</sup>, alta relação CA/A<sup>(31)</sup> e precocidade no aparecimento do desvio<sup>(26)</sup> são fatores que favorecem a deterioração dos esodesvios acomodativos, pode-se postular que a esta deterioração seja um fenômeno acomodativo. De fato, é possível que o borramento óptico induzido pela correção da hipermetropia total em pacientes com alto tônus ciliar (baixa idade) e alta acomodação tônica (hipermetropia) possa resultar em acomodação. Esse componente, aliado à alta relação CA/A, provocaria um estímulo convergencial responsável pelo início da deterioração.

Embora esse mecanismo seja por enquanto uma mera hipótese de trabalho, ele justifica a introdução da medida da acomodação tônica no arsenal semiótico da oculomotricidade.

#### SUMMARY

According to the classic theory of Helmholtz the accommodative system rests at optical infinity. However this assumption is no longer acceptable. In fact, it has been shown that for most subjects the accommodative system

adopts an intermediate position of rest. The present paper discuss a possible relationship between tonic accommodation and the deterioration of accommodative esotropia.

---

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. VonHelmholtz, H. *Helmholtz's treatise on physiological optics*, 3rd ed. New York: Dover, Vol. 1, 1962.
2. Owens, D.A. The resting state of the eyes. *Am. Scientist* 72: 378-87, 1984.
3. Leibowitz, H.W. & Owens, D.A. New evidence for the intermediate position of relaxed accommodation. *Doc. Ophthalmol.* 46: 133-47, 1978.
4. Bullimore, M.A. & Gilmartin, B. Tonic accommodation, cognitive demand, and ciliary muscle innervation. *Am. J. Optom. Physiol. Opt* 64: 45-50, 1987.
5. Bullimore, M.A. & Gilmartin, B. The measurement of adaptation of tonic accommodation under two open-loop conditions. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 9: 72-5, 1989.
6. Bullimore, M.A.; Gilmartin, B.; Hogan, R.E. Objective and subjective measurement of tonic accommodation. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 6: 57-62, 1986.
7. Ebenholtz, S.M. Long-term endurance of adaptative shifts in tonic accommodation. *Ophthalmic Physiol. Opt.* 8: 427-31, 1988.
8. Fisher, S.K.; Ciuffreda, K.J.; Levine, S. Tonic accommodation, accommodative hysteresis, and refractive error. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 64: 799-809, 1987.
9. Gilmartin, B. & Hogan, R. The relationship between tonic accommodation and ciliary muscle innervation. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 26: 1024-8, 1985.
10. Gilmartin, B.; Hogan, R.E.; Thompson, S.M. The effect of timolol maleate on tonic accommodation, tonic vergence, and pupil diameter. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 25: 763-70, 1984.
11. Heath, G.G. Components of accommodation. *Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom.* 33: 569-79, 1956.
12. McBrien, N.A. & Millodot, M. The relationship between tonic accommodation and refractive error. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 28: 997-1004, 1987.
13. Rosenfeld, M. Evaluation of clinical techniques to measure tonic accommodation. *Optom. Vis. Sci.* 66: 809-14, 1989.
14. Rosner, J. & Rosner, J. Relation between clinically measured tonic accommodation and refractive status in 6- to 14- year-old children. *Optom. Vis. Sci.* 66: 436-9, 1989.
15. Leibowitz, H.W. & Owens, D.A. Anomalous myopias and the intermediated dark focus of accommodation. *Science* 189: 646-8, 1975.
16. Gilmartin, B. A review of the role of sympathetic innervation of the ciliary muscle in ocular accommodation. *Clin. Vision Sci.* 6: 23-37, 1986.
17. De Valois, R. & De Valois, K. *Spatial Vision*, 1st ed. Oxford: University Press, 1990.
18. Westheimer, G. Pupil size and visual resolution. *Vision Res.* 4: 39-45, 1964.
19. Charman, W.N. & Tucker, J. Dependence of accommodation response on the spatial frequency spectrum of the observed object. *Vision Res.* 17: 129-39, 1977.
20. Cruz, A.A.V.; Tanaka, E.; Held, R. Is tonic accommodation involved in the deterioration of accommodative esodeviations? *J. Ped. Ophthalmol. Strab.*, 1992 (Submitted to publication).
21. Ward, P.a. & Charman, W.N. An objective assessment of the effect of fogging on accommodation. *Am. J. Optom. Physiol. Opt* 64: 762-7, 1987.
22. Gilmartin, B. & Bullimore, M.A. Sustained near-vision augments inhibitory sympathetic innervation of the ciliary muscle. *Clin. Vision Sci.* 1: 197-208, 1987.
23. McBrien, N.A. & Millodot, M. Differences in adaptation of tonic accommodation with refractive state. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 29: 460-9, 1988.
24. Jampolsky, A. A simplified approach to strabismus diagnosis. In: *Symposium on strabismus, Transactions of the New Orleans Academy of Medicine*. Saint Louis: Mosby, 1971, p. 35.
25. Raab, E.L. Deterioration in accommodative esotropia. In: *Strabismus II*, edited by Reinecke R.D. Orlando: Grune and Stratton, 1984, p. 213-222.
26. Baker, J.D. & Parks, M.M. Early-onset accommodative esotropia. *Am. J. Ophthalmol.* 90: 11-8, 1980.
27. Raab, E.L. Etiologic factors in accommodative esodeviation. *Tr. Am. Ophth. Soc.* 80: 656-94, 1982.
28. Von Noorden, G.K. Binocular vision and Ocular motility. *Theory and management of strabismus*, 4th ed. Saint Louis: Mosby, 1990.
29. Parks, M.M. & Wheller, M.B. Concomitant esodeviations. In: *Clinical Ophthalmology*, edited by Duante T. D. Pennsylvania: Lippincott, vol. 1, 1988, p. 3.
30. Dickey, C.F. & Scott, W.E. The deterioration of accommodative esotropia: frequency, characteristics, and predictive factors. *J. Ped. Ophthalmol. Strab.* 25: 172-4, 1988.
31. Ludwig, I.H.; Parks, M.M.; Getson, P.R.; Kammerman, L.A. Rate of deterioration in accommodative esotropia correlated to the AC/A relationship. *J. Ped. Ophthalmol. Strab.* 25: 8-12, 1988.