

Estudo da pressão média da artéria oftálmica e da pressão de perfusão ocular em indivíduos submetidos à cicloergometria

Mean ophthalmic artery pressure and of the ocular perfusion pressure and cycloergometry

Clóvis Paiva Filho ⁽¹⁾
Clóvis de Azevedo Paiva ⁽²⁾

RESUMO

Objetivo: Comparar a pressão média da artéria oftálmica (POFm) e a pressão de perfusão ocular (PP) de indivíduos submetidos a esforço físico, com a pressão braquial média (PAm). Este estudo tem como finalidade, o melhor entendimento do mecanismo de auto-regulação do fluxo sanguíneo no bulbo ocular, durante o estado de estresse físico.

Método: Os autores examinaram 36 voluntários, submetidos a esforço físico por meio de teste ergométrico, medindo a pressão da artéria oftálmica (POF), assim como a pressão intra-ocular (Po) em três fases: basal, esforço e recuperação. Compararam os resultados com a PAm.

Resultados: Na fase basal, a POFm correspondeu a 71,12% do valor da PAm. Na fase de máximo esforço, a PAm aumentou 36,13% e a POFm, 8,37% e a relação entre elas caiu de 71,12% para 56,62%, ou seja, caiu de 0,71mmHg para 0,56mmHg, o que representa uma redução de 21,12%. Na fase de esforço, a PP sofreu um aumento de 17,4%, ou seja, 9,43mmHg.

Conclusão: Este trabalho gostaria de demonstrar que existe um mecanismo de auto-regulação que controla o suprimento sanguíneo do olho, mesmo quando a POFm não aumenta na mesma proporção da PAm, e que apesar disto, existiria um aumento da PP responsável por um maior aporte de oxigênio para o disco óptico, durante o esforço físico.

Palavras-chave: Pressão da artéria oftálmica; Pressão de perfusão ocular; Cicloergometria; Oftalmodinamometria.

Resumo da tese apresentada à Escola Paulista de Medicina, para obtenção do título de Doutor em Medicina na área de Oftalmologia. Tese orientada pelo Prof. Dr. Clóvis de Azevedo Paiva e aprovada em 10 de agosto de 1992.

Trabalho Realizado na Clínica Clóvis Paiva.

⁽¹⁾ Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade de Pernambuco e da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pernambuco. Mestre em Medicina (Oftalmologia) pela UFPE. Doutor em Medicina (Oftalmologia) pela EPM. Regente da disciplina de Oftalmologia da Faculdade de Ciências Médicas de Pernambuco.

⁽²⁾ Professor Livre Docente de Oftalmologia. Professor Titular Aposentado de Oftalmologia da Faculdade de Medicina da UFPE e da FCMPE.

Endereço para Correspondência: Prof. Dr. Clóvis Paiva Filho - R. Dom Bosco, 855, Boa Vista, Recife (PE) CEP 50070-070. Tel: (081) 423-2999 Fax: (081) 423-1614

INTRODUÇÃO

A circulação do olho humano depende de dois sistemas de vasos, anatômica e fisiologicamente distintos: os vasos retinianos, que irrigam parte da retina, e os vasos uveais ou ciliares que irrigam o restante do olho.

No ser humano, a artéria oftálmica (AO) que é ramo da carótida interna (CI), dá origem às artérias retinianas e ciliares. A artéria central da retina (ACR), ramo da AO, ao chegar ao disco óptico, geralmente se divide em dois ramos: papilar superior e papilar inferior.

A camada de fibras nervosas do disco óptico é suprida pelas arteríolas retinianas, entretanto, em alguns olhos a porção lateral dessa camada pode

ser nutrida pela circulação ciliar posterior, proveniente da região pré-laminar. A região pré-laminar é suprida pela coróide peripapilar, e a região da lâmina crivosa, por ramos centrípetos originados das artérias ciliares posteriores curtas e do círculo de Zinn-Haller, ou de outras arteríolas originadas de ramos piaais recorrentes da coróide peripapilar. A ACR não dá ramos para essa região, que é a mais vascularizada do nervo óptico. A porção retro-laminar é nutrida pelos ramos piaais que se originam da coróide peripapilar e, em alguns casos por ramos axiais centrífugos, originados da ACR¹⁻⁵.

A irrigação da úvea depende das artérias ciliares que se dividem em anteriores e posteriores. As posteriores longas fazem conexão com as anteriores, dando origem ao círculo arterial maior da íris, responsável pela nutrição da própria íris e do corpo ciliar. A coróide propriamente dita constitui um sistema de irrigação único, porquanto forma unidades anátomo-fisiológicas (lagos sangüíneos) não encontradas em qualquer outra parte do bulbo ocular¹.

Objetivo da pesquisa

O esforço físico constitui uma situação de estresse para o organismo, ocorrendo uma maior solicitação energética face a um trabalho intenso de grupos musculares. Uma das primeiras alterações ocorre nos níveis da pressão arterial sistêmica (PAS) e na frequência cardíaca (FC). Por outro lado, sabe-se que a rede vascular se modifica no sentido de direcionar maior quantidade de sangue para os músculos envolvidos na atividade física. Estruturas nobres como o coração, o cérebro e o próprio olho, poderiam ficar prejudicadas em suas funções se não houvessem mecanismos de proteção contra as variações pressóricas e de fluxo nos seus vasos⁶. Foi partindo dessa premissa, que resolvemos avaliar as variações da pressão da artéria oftálmica (POF) e da pressão de perfusão (PP) induzidas pelas variações da PAS durante o esforço físico, assim como, apresentar resultados que comprovariam a existência de um mecanismo de auto-regulação do fluxo sangüíneo do bulbo ocular.

MATERIAL E MÉTODOS

A oftalmodinamometria foi utilizada por ser um procedimento semiológico que permite medir a POF através das pulsações da ACR sob uma compressão externa do bulbo ocular, de maneira fácil e prática⁷.

Examinamos 36 voluntários (19 homens e 17 mulheres, com faixa etária de 19 a 65 anos - média de 39,5 anos), todos procedentes do grande Recife. Cada um deles foi submetido a uma avaliação oftalmológica que constou da medida da acuidade visual para longe e perto, biomicroscopia, tonometria de aplanção e fundoscopia em ambos os olhos.

O teste de esforço foi realizado com bicicleta ergométrica, segundo o protocolo modificado de Astrand⁸, e constituiu na aplicação de cargas progressivas de 25 W, a intervalos de três minutos, até que o esforço máximo fosse atingido. Estudamos

as fases basal ou pré-esforço, cicloergométrica ou de esforço e de recuperação ou pós-esforço. Realizamos a medida da POF, com o oftalmodinamômetro de Bailliart, marca Guilbert & Routit, e oftalmoscópio direto, marca Welch-Allyn; a medida da pressão intra-ocular (Po), com o tonômetro de aplanção de Goldmann, marca Haag-Streit, acoplado à lâmpada de fenda da mesma marca; a medida da PAS, com o manômetro aneróide da marca Tycos e um estetoscópio da marca B-D; e a contagem da FC.

Os valores obtidos para as pressões sistólica e diastólica da AO, com o oftalmodinamômetro de Bailliart, são expressos em gramas. Tivemos, portanto, que transformá-los em mmHg, utilizando as tabelas de conversão de Bedavanija (apud Weigel & Lobstein⁷).

Para precisar a frequência cardíaca máxima (FCMx), utilizamos a equação de Karnoven, (apud Astrand⁸):

$FCMx = 220 - \text{idade do paciente} \pm 10$ batimentos por minuto (BPM).

Para estabelecer a pressão braquial média (PAm) e a pressão média da artéria oftálmica (POFm), o que foi feito nas três fases, recorreremos à fórmula de Wezler & Boeger:

$$PAm = PD + \frac{(PS - PD)42}{100}$$

PS = Pressão sistólica
PD = Pressão diastólica

Os cálculos da relação "R" e da Pressão de Perfusão Ocular (PP) também foram realizados nas três fases do teste.

RESULTADOS

Pressão Braquial Média (PAm)

Nas condições basais, a PAm foi de 95,00 mmHg e aumentou para 129,33 mmHg na fase de maior esforço, representando um incremento de 36,13%. No final do período de recuperação, a PAm caiu para 86,16 mmHg, correspondendo a uma queda de 33,37% em relação à fase de esforço.

Pressão Oftálmica Média (POFm) X Pressão Braquial Média (PAm)

Nas condições iniciais, a PAm foi de 95,00 mmHg e a POFm, 67,57 mmHg, significando este valor 71,12% do primeiro. Durante a fase de esforço, a PAm subiu 36,13%, passando de 95,00 mmHg para 129,33 mmHg, ao passo que a POFm subiu apenas 8,37%, passando de 67,57 mmHg para 73,23 mmHg, o que equivale a 56,10 mmHg ou, em termos percentuais, um valor da POFm com relação à PAm de 56,62%. Ou seja, 14,50% menor que na fase basal.

A Relação "R"

De acordo com Weigel & Lobstein⁷, a relação "R" é representada pelo quociente entre a POFm e a PAm (POFm/PAm) e se presta muito bem à interpretação funcional dos dados fornecidos pela oftalmodinamometria. Neste trabalho,

o valor de "R" caiu de 0,71, nas condições iniciais, para 0,56, na fase de máximo esforço, o que corresponde a uma queda na resistência periférica de 21,12%, devido à vasodilatação no sistema.

Pressão de Perfusão Ocular (PP)

A PP é igual à diferença entre a POFm e a Po⁹. Na fase inicial, a PP foi de 54,18 mmHg e, durante a fase de esforço, passou para 63,61 mmHg, demonstrando um aumento na perfusão sanguínea ocular de 9,43 mmHg, ou seja, 17,4% a mais, a despeito de a POFm ter subido menos do que a PAm, na fase de esforço.

DISCUSSÃO

A pressão arterial média ou efetiva é aquela capaz de manter um volume minuto constante em um determinado leito vascular, em condições variáveis de pressão sanguínea. É, portanto, um índice mais confiável do que a análise separada das variações das pressões sistólicas e diastólicas⁷. Nos indivíduos estudados, observamos nas condições basais, PAm de 95,00 mmHg, que variou para 129,33 mmHg na fase de maior esforço, representando um aumento da ordem de 36,13%. Oito minutos após a fase de maior esforço, na fase de recuperação, a PAm caiu para 86,16 mmHg, correspondendo a um decréscimo de 33,37% em relação à fase do esforço, voltando o organismo aos seus níveis normais de pressão arterial.

Segundo Alm & Bill¹, a pressão nas arteríolas do olho é diferente da encontrada nas outras artérias do corpo. Isso ocorre devido ao fato de o leito vascular ir aumentando em quantidade à medida que os vasos se afastam do coração e vão em direção à periferia.

Em indivíduos normais e em condições de repouso, a POFm corresponde a 70% do valor da pressão arterial sistêmica média. Os dados obtidos neste trabalho permitem confirmar os achados dos autores acima, uma vez que a POFm - nas condições iniciais - foi de 67,57 mmHg, significando 71,12% do valor da PAm na mesma fase.

Esta relação não se mantém se forem considerados os valores obtidos na fase de maior esforço. Nesta fase, a PAm subiu 36,13%, ao passo que a POFm elevou-se apenas 8,37%. Interpreta-se a quebra da relação inicial entre as duas como a expressão de um mecanismo regulador, no sistema carotidiano, na artéria oftálmica, nos vasos da retina, na própria retina e no disco óptico, que impede variações pressóricas significativas no leito vascular, mantendo um volume minuto constante, confirmando o que dizem Hayreh, Bill, Alm & Bill, Ernest, Weinstein et al., Almeida et al.^{5, 9-15}.

O fluxo sanguíneo através de um tecido depende da PP, da resistência vascular e da viscosidade do sangue. Como a PP está diretamente relacionada com a POFm e a Po, e como durante o esforço físico dinâmico a POFm aumenta e a Po diminui¹⁶, cria-se para o olho uma situação bastante favorável, uma vez que devido a elevação da PP, aumenta o aporte

de oxigênio para o disco óptico, como comprovado neste trabalho, já que o delta PP1, ou seja, a diferença entre a PP inicial e a obtida na fase de maior esforço foi positivo nos indivíduos estudados, chegando a representar um acréscimo de 17,4% na perfusão sanguínea ocular.

Como não existem na literatura referências anteriores sobre estes dados, esta investigação constitui-se numa contribuição original sobre o tema, e, esperamos ter aberto novos horizontes para a pesquisa sobre o assunto, principalmente no que se refere às alterações circulatórias do nervo óptico e da retina.

SUMMARY

Purpose: *To compare the mean ophthalmic artery pressure (Pm ophth) and the ocular perfusion pressure (PP) of individuals submitted to physical effort with the mean brachial pressure (Pm brach), with the purpose of obtaining a better understanding of the autoregulation of the blood flow in the eyeball under physical stress.*

Method: *The authors examined 36 volunteers submitted to physical effort by mean of an ergometric test. The ophthalmic artery pressure (P ophth) and the intraocular pressure (IOP) were measured at three phases: basal, effort and recuperation. The results were compared with the Pm brach.*

Results: *During the basal phase, the Pm ophth corresponded to 71.12% of the Pm brach value. During the phase of maximum effort, the Pm brach increased 36.13% and the Pm ophth, 8.37%. Thus the relation between them decreased from 71.12% to 56.62%, i.e., it dropped from 0.71 mmHg to 0.56 mmHg, which represents a decrease of 21.12%. Yet, in the effort phase, the PP underwent an increase of 17.4% or 9.43 mmHg.*

Conclusions: *This study would like to demonstrate the existence of an autoregulatory mechanism that controls the blood flow to the eye even when Pm ophth does not increase in the same proportion as the Pm brach, and, also, that there would exist an increase of the PP responsible for a greater oxygen supply to the optic disc, during physical effort.*

Keywords: *Ophthalmic artery pressure; Ocular perfusion pressure; Cycloergometry; Ophthalmodynamometry.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alm A, Bill A. Ocular circulation. In: Moses RA, Hart WM, Physiology of the Eye. St. Louis: CV Mosby Company 1987;183-203.
2. Duke-Elder S. The Anatomy of the visual system. In: Kimpton H. ed. System of Ophtalmology. London 1961;2:286-93.
3. Hayreh SS, Dass R. The ophtalmic artery, II. Intraorbital Course. Br J Ophtalmol 1962;46:165-84.
4. Hayreh SS. The ophtalmic artery, III. Branches. Br J Ophtalmol 1962;46:212-47.
5. Hayreh SS. Blood Suply of the Optic Nerve Head in Health and Disease. In: Lambrou GN, Greve EL, eds. Ocular Blood Flow in Glaucoma. Amsterdam: Kluger & Ghedini Publications 1989;3-48.
6. Ellestad MM. Stress Testing: principles and practice. Philadelphia. FA Davis Company 1980;286p.

7. Weigelin E, Lobstein A. Ophthalmodynamometry. Basel (Switzerland) S. Karger 1963;134p
8. Astrand PO. Quantification of exercise capability and evaluation of physical capacity in man. Prog Cardiovas Dis 1976;19:51-66.
9. Bill A. Physiological Aspects of the Circulation in the Optic Nerve. In: Helfmann K, Richardson KT, eds. Glaucoma: conception of a disease. Houston: Saunders WB 1978;97-103.
10. Alm A, Bill A. The oxygen supply of the retina II. Effects of high intraocular pressure and of increased arterial carbon dioxide tension on uveal and retinal blood flow in cats. A study with labelled microspheres including flow determinations in brain and some other tissues. Acta Physiol Scand 1972;84:306-19.
11. Alm A, Bill A. Ocular and optic nerve blood flow at normal and increased intraocular pressure in monkeys (*Macaca irus*) a study with radioactively labelled microspheres including flow determinations in brain and some other tissues. Exp Eye Res 1973;15:15-29.
12. Alm A, Bill A. The effect of stimulation of the sympathetic chain on retinal oxygen tension and uveal, retinal and cerebral blood flow in cats. Acta Physiol Scand 1973;88:84-94.
13. Ernest JT. Autoregulation of optic-disc oxygen tension. Invest Ophthalmol Vis Sci 1974;13:101-06.
14. Weinstein JM, Duckrow RB, Beard D, Brennan RW. Regional optic nerve blood flow and its autoregulation. Invest Ophthalmol Vis Sci 1983;24:1559-65.
15. Almeida GV, Bonomo PP, Cohen R. Contribuição ao estudo da auto-regulação vascular da retina no glaucoma crônico. Arq Bras Oftal 1988;51(2):47-52.
16. Raposo Filho A. Variações da pressão intra-ocular em pacientes submetidos ao teste cicloergométrico. Tese de Doutorado em Oftalmologia, apresentada à Escola Paulista de Medicina, 1992;63p.

ANEXO

Metodologia Estatística

Assessoria dos professores: Bartolomeu José dos Santos, Cacilda V. Castelo Branco, Franklin Martorano, Marcília Andrade Campos

Centro de Ciências Exatas e da Natureza. Departamento de Estatística - UFPE. Av. Prof. Luiz Freire, s/n. Cidade Universitária. Recife (PE).

1. Introdução

Os dados a serem analisados referem-se a uma amostra de 36 pacientes e foram obtidos em três fases, na seguinte ordem:

- 1 - Fase basal ou de pré-esforço.
- 2 - Fase de esforço máximo (teste cicloergométrico).
- 3 - Fase de recuperação (8 minutos após o esforço máximo).

Para cada fase e para unidade experimental foram medidas a pressão arterial braquial média (PAm) e a pressão média da artéria oftálmica (POFm).

Uma análise preliminar descritiva dos dados leva o pesquisador a acreditar que o esforço produz um incremento relativo significativamente maior na PAm que na POFm. Ou seja, que a relação $R = \text{POFm} / \text{PAm}$ é significativamente menor na fase de esforço máximo que na fase de pré-esforço.

Questão levantada:

O tamanho da amostra (36) é suficiente para uma comprovação estatística da sua crença?

2. Metodologia

O problema estatístico em questão consiste em comparar os valores médios da relação $R = \text{POFm} / \text{PAm}$ nas fases basal e de esforço máximo. Dadas as condições experimentais, estamos diante de um teste com observações emparelhadas. Devemos testar:

$H_0: M_D = 0$ (ou $M_D \leq 0$) (Hipótese nula)

$H_1: M_D > 0$ (Hipótese alternativa), onde

M_D = média da variável $D = R_B - R_E$

R_B = relação R na fase basal

R_E = relação R na fase esforço máximo.

Foi aplicado o teste de aderência de LILLIEFOR que, ao nível de significância $\alpha = 0,05$, aceitou que as diferenças $R_B - R_E$, para as 36 observações provêm de uma população normal. Ou seja, podemos supor que $D \sim N(M_D, \sigma_D^2)$. Portanto deve ser realizado o teste t para as hipóteses acima. De um modo geral, se os dados provêm de uma população $X \sim N(\theta, \sigma^2)$, o tamanho n da amostra para realizar o teste t unilateral $\theta \leq \theta_0$ contra $\theta > \theta_0$ é dado por

$n = [(t_{1-\alpha} + t_{1-\beta}) / (O_1 - O_0)]^2 \cdot S_0^2$, onde

$S_0^2 = \sum_{i=1}^{N_0} (X_i - \bar{X})^2 / (N_0 - 1)$

N_0 = tamanho de uma amostra piloto

α = nível de significância do teste

β = probabilidade do erro tipo II se $O = \theta_1$

No caso, tomamos $\bar{N}_0 = 36$, $\alpha = \beta = 0,01$ e $\theta_1 = 0,10$. Tais escolhas (de α , β e θ_1) garantem severos padrões, com elevada confiabilidade para qualquer das decisões que venha a ser indicada pelo teste. Para garantir esses padrões, $n = 17$ é o tamanho mínimo da amostra. Portanto, a amostra tomada de 36 pacientes é suficiente.

A realização do teste com as 36 observações permite concluir, ao nível $\alpha = 0,01$, que $M_D > 0$. Isto é, a relação $R = \text{POFm}/\text{PAm}$ é significativamente menor na condição de esforço máximo que na condição basal. Complementando o resultado, uma estimação por intervalo garante-nos com 99% de confiança que $0,103 < M < 0,207$.

Novidades na Internet!!!

Agora no site CBO você tem disponível todas as informações na íntegra dos

Arquivos Brasileiros de Oftalmologia

<http://www.cbo.com.br/abo>