

# Aberrações de alta ordem: associação com a idade e erros de refração

*Relationship between high-order aberrations and age and between high-order aberrations and refraction errors*

Otávio Siqueira Bisneto<sup>1</sup>  
Edméa Rita Temporini<sup>2</sup>  
Carlos Eduardo Leite Arieta<sup>3</sup>  
Hamilton Moreira<sup>4</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a relação entre aberrações de alta ordem e erros de refração e a relação entre aberrações de alta ordem e a idade. **Métodos:** Realizou-se estudo retrospectivo analítico, de pacientes submetidos a exames de aberrometria. Foram incluídos neste estudo todos os indivíduos examinados com aberrômetro LadarWave® (Alcon, Fort Worth, Texas), no Hospital de Olhos do Paraná (Curitiba - Paraná) no período de abril de 2004 a abril de 2005, sendo o principal critério de inclusão acuidade visual corrigida ou não de 20/20 ou melhor e o principal critério de exclusão presença de cirurgia e/ou doença ocular prévia. Foram estudadas as seguintes variáveis: idade, grau de refração esférico-cilíndrica, medida do equivalente esférico, aberrações de alta ordem divididas em: coma, aberração esférica, outras e "root mean square" (RMS) de alta ordem. Todas as variáveis foram obtidas com exame de aberrometria realizado no aberrômetro LadarWave®, sob cicloplegia, considerando-se pupila de 6,5 mm. Foram avaliadas aberrações ópticas de alta ordem até a oitava ordem nos polinômios de Zernike. Os pacientes foram divididos em 6 grupos de acordo com o vício de refração e em 3 grupos de acordo com a idade. **Resultados:** Foram avaliados no período estudado 312 olhos dos quais 201 foram incluídos no estudo. A idade média desses pacientes foi de  $33,9 \pm 10,1$  anos variando de 7 a 62 anos. Na comparação geral entre os grupos de acordo com o vício de refração, foi observado que os pacientes hipermetropes com astigmatismo inferior a -0,75 D (Grupo 5) apresentaram maior quantidade de aberração esférica, e que os pacientes hipermetropes com astigmatismo superior a -0,75 D (Grupo 6) apresentaram maior quantidade de aberrações denominadas "outras" e RMS de alta ordem. Na comparação geral entre os grupos de idade, em relação as variáveis estudadas, o grupo de pacientes com 45 ou mais anos (Grupo C) apresentou maior quantidade de todas as aberrações estudadas. **Conclusões:** a) Houve relação positiva, estatisticamente significativa, entre hipermetropia, com e sem astigmatismo, e aberração esférica e RMS de alta ordem; b) Houve relação positiva, estatisticamente significativa, entre idade e aberrações ópticas de alta ordem.

**Descritores:** Refração ocular/fisiologia; Erros de refração/fisiopatologia; Erros de refração/diagnóstico; Acuidade visual/fisiologia; Idade; Técnicas de diagnóstico oftalmológico; Estudos retrospectivos

## INTRODUÇÃO

Atualmente, inúmeros aparelhos disponíveis no mercado, tornaram possível a aferição rápida e objetiva das aberrações ópticas de baixa e alta

Trabalho realizado no Hospital de Olhos do Paraná.

<sup>1</sup> Médico Oftalmologista do Hospital de Olhos do Paraná - Curitiba (PR) - Brasil; Pós-graduando da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP - Campinas (SP) - Brasil.

<sup>2</sup> Professora Associada, Livre Docente da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP - Campinas (SP) - Brasil e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - USP - São Paulo (SP) - Brasil.

<sup>3</sup> Livre Docente da UNICAMP - Campinas (SP) - Brasil.

<sup>4</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná - UFPR - Curitiba (PR) - Brasil.

**Endereço para correspondência:** Rua Prof. Pedro V. P. de Souza, 2511 - Apto. 92 A - Curitiba (PR) CEP 81200-100  
E-mail: otaviobisneto@hotmail.com

Recebido para publicação em 02.06.2006

Última versão recebida em 20.09.2006

Aprovação em 27.09.2006

ordem do olho humano, permitindo uma melhor avaliação da função visual (termo utilizado para designar a avaliação da visão através da acuidade visual de Snellen e testes de sensibilidade ao contraste)<sup>(1)</sup>. A partir do surgimento da cirurgia refrativa a laser e sua popularização, sabendo-se do seu potencial de induzir ou retirar aberrações ópticas do olho humano é crescente o interesse em se conhecer melhor tais aberrações, bem como sua influência na qualidade visual<sup>(2)</sup>. O termo aberração vem sendo empregado na literatura específica, tendo originado também a denominação do aparelho utilizado na sua mensuração, o aberrômetro.

O primeiro trabalho tratando o assunto da óptica do olho humano foi publicado em 1619, quase 70 anos antes dos trabalhos de Newton e de Huygens, considerados os fundadores da óptica física. Neste trabalho, "Oculus, sive fundamentum opticum", foi descrito um aparelho - o disco de Scheiner - para medir "as imperfeições" do olho<sup>(3)</sup>. Em 1900 o disco de Scheiner é aperfeiçoado, e este estudo serve de base para a criação do sensor de Hartmann-Schack em 1971. A primeira aplicação clínica do aberrômetro de Hartmann-Schack foi realizada em 1994, sendo este atualmente o sensor utilizado na maioria dos aberrômetros existentes no mercado<sup>(3-4)</sup>.

Em outra linha de pesquisa, descreveu-se em 1894, um aberrômetro que consistia de uma lente positiva com uma grade gravada. Baseado neste estudo, em 1960, é apresentado o aberrômetro de cilindro cruzado, e em 1977 aplicando-o na população humana ocorre a primeira aplicação clínica deste princípio. Em 1997 aperfeiçoa-se os princípios de Tscherning, possibilitando o uso deste sensor em alguns aberrômetros atualmente disponíveis no mercado<sup>(3,5-6)</sup>.

Para descrever as aberrações oculares, os polinômios de Zernike são os mais utilizados atualmente. Os polinômios de Zernike são divididos em várias ordens dispostas numa pirâmide. De acordo com a ordem dos polinômios, dividem-se as aberrações em baixa ordem (primeira e segunda ordens), e alta ordem (terceira ordem em diante). A unidade de medida das aberrações oculares é o micrômetro ( $\mu$ ), representado pelo valor do RMS (root mean square). Assim, por exemplo, RMS de alta ordem significa o valor de todas as aberrações de alta ordem mensuradas pelo aberrômetro em micrômetros. Os valores obtidos nos polinômios de Zernike são dependentes do diâmetro pupilar no momento do exame. Assim, comparações entre exames só tem validade, quando utilizado o mesmo diâmetro pupilar<sup>(2)</sup>.

Pela utilização recente dos aberrômetros na prática clínica são poucos os dados presentes na literatura. Em 1985 foi publicado um estudo descrevendo as aberrações ópticas do olho humano utilizando o aberrômetro subjetivo de cilindro cruzado de Howland e Howland<sup>(7)</sup>. Somente dez anos após, o mesmo autor descreve a utilização de um aberrômetro objetivo, computadorizado, sendo crescente desde então o número de publicações<sup>(8)</sup>.

Estudos publicados em 2001 e 2003 não verificaram associação estatística entre as aberrações de alta ordem e miopia ou hipermetropia, relatando porém, que olhos com astigmatismo

apresentavam maior quantidade de aberrações totais de alta ordem<sup>(9-10)</sup>. Já outros autores em 1999, 2000 e 2002 descreveram relação direta entre as aberrações de alta ordem e miopia, não se observando, até o presente, consenso na literatura<sup>(11-13)</sup>.

Vários estudos publicados de 1999 a 2002, evidenciaram relação direta entre o aumento das aberrações de alta ordem e a idade<sup>(9,14-16)</sup>.

Os estudos sobre aberrações ópticas de alta ordem disponíveis até o momento, em sua maior parte, foram realizados com o objetivo de analisar-se as mudanças nas aberrações ópticas de alta ordem nos olhos submetidos à cirurgia refrativa a laser. A literatura, entretanto, carece de estudos que analisem as aberrações ópticas de alta ordem em olhos nunca submetidos a qualquer tratamento cirúrgico, sendo controversa, nos raros estudos publicados a relação entre as aberrações ópticas de alta ordem e os vícios de refração, bem como a sua relação com a idade. Os objetivos deste estudo foram avaliar a relação entre aberrações de alta ordem e erros de refração e a relação entre aberrações de alta ordem e a idade.

---

## MÉTODOS

---

Realizou-se estudo retrospectivo analítico, de pacientes submetidos a exames de aberrometria realizados no Hospital de Olhos do Paraná.

O projeto de pesquisa deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, em 23 de agosto de 2005.

Foram incluídos todos os sujeitos examinados no aberrômetro LadarWave<sup>®</sup> (Alcon, Fort Worth, Texas), no Hospital de Olhos do Paraná (Curitiba - Paraná) no período de abril de 2004 a abril de 2005, respeitando-se os critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão foram existência de prontuário médico no Hospital de Olhos do Paraná para obtenção dos dados a serem analisados e acuidade visual corrigida ou não de 20/20 ou melhor. Os critérios de exclusão foram doença ocular associada: alterações da superfície ocular, olho seco, cicatrizes de córnea, trauma ocular, alterações da transparência do cristalino, alterações de transparência do humor vítreo, uso diário de colírios; uso de lentes de contato; cirurgia ocular prévia; prontuário médico incompleto (que não possibilitasse a obtenção dos dados necessários); pacientes encaminhados por outros serviços apenas para realização de exame.

Foram estudadas as seguintes variáveis:

- a) idade
- b) grau de refração esférico-cilíndrica
- c) medida do equivalente esférico
- d) aberrações de alta ordem divididas em: coma, aberração esférica, outras e "root mean square" (RMS) de alta ordem (outras = soma das aberrações de terceira e quarta ordens e RMS de alta ordem = soma das aberrações de alta ordem, de terceira a oitava ordens).

Todas as variáveis foram obtidas mediante exame de aber-

rometria realizado no aberrômetro LadarWave® (Alcon, Fort Worth, Texas), sob cicloplegia, considerando-se pupila de 6,5 mm. Realizou-se a cicloplegia instilando-se 3 gotas de colírio cicloplégico a intervalo de 5 minutos, 45 minutos antes da realização do exame. Foram avaliadas aberrações ópticas de alta ordem até a oitava ordem nos polinômios de Zernike. Os exames cuja dilatação pupilar máxima fosse inferior a 6,5 mm foram excluídos do estudo.

Os pacientes foram divididos em grupos de acordo com o erro de refração e a idade, conforme segue:

a) de acordo com o erro de refração:

Grupo 1: grau esférico negativo menor ou igual a 3,0 D e grau cilíndrico negativo menor ou igual a 0,75 D.

Grupo 2: grau esférico negativo maior a 3,0 D e grau cilíndrico negativo menor ou igual a 0,75 D.

Grupo 3: grau esférico negativo e grau cilíndrico negativo maior de 0,75 D e menor ou igual a 3,0 D.

Grupo 4: grau esférico negativo e grau cilíndrico negativo maior de 3,0 D.

Grupo 5: grau esférico positivo e grau cilíndrico negativo menor ou igual a 0,75 D.

Grupo 6: grau esférico positivo e grau cilíndrico negativo maior de 0,75 D.

OBS: nos grupos 3 e 4 não há limite para o grau esférico negativo.

b) de acordo com a idade:

Grupo A: pacientes de 0 a 30 anos.

Grupo B: pacientes de 31 a 44 anos.

Grupo C: pacientes de 45 ou mais anos.

As variáveis quantitativas foram representadas por média, desvio-padrão, mediana, valores mínimo e máximo.

Recorreu-se à análise descritiva dos dados por meio de tabelas e figuras. Foram utilizados a Análise da Variância (One Way ANOVA), e o teste não-paramétrico “Qui-Quadrado” (pelo Epi-Info), para comparação entre os grupos em relação as variáveis estudadas. O “Coeficiente de correlação de Pearson” (através do “software Primer of Biostatistics”), para correlação entre as variáveis estudadas e a idade e erros de refração. O nível de significância adotado foi menor que 5% ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

Foram avaliados 312 olhos dos quais 201 foram incluídos no estudo de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Os 201 olhos eram de 124 pacientes sendo que 63 (50,8%) eram do sexo masculino e 61 (49,2%) do sexo feminino. A idade média desses pacientes foi de  $33,9 \pm 10,1$  anos (mediana de 33 anos) variando de 7 a 62 anos.

Na tabela 1 observa-se o número de olhos incluídos e a distribuição do sexo em cada grupo de acordo com o erro de refração, não foi observado diferença significativa (Tabela 1).

A avaliação da idade se manteve homogênea entre os grupos de acordo com o erro de refração, não apresentando diferença significativa (Tabela 2).

Na comparação geral entre os grupos de acordo com o erro de refração, em relação às variáveis estudadas, foi observado que a variável coma não apresentou diferença significativa entre os grupos, o grupo 5 maior valor da aberração esférica, e o grupo 6 maior valor da variável outras e RMS de alta ordem (Tabela 3).

Nas correlações entre as variáveis estudadas e o erro de refração, observou-se entre as variáveis refração esférica e aberração esférica uma correlação moderada com diferença significativa, indicando que esférico mais baixo tende a ter aberração esférica também mais baixo (Figura 1); a mesma relação foi observada nas variáveis esférico e RMS de alta ordem (Figura 2), equivalente esférico e aberração esférica (Figura 3), e equivalente esférico e RMS de alta ordem (Figura 4). Nas demais correlações, não se observou diferença significativa.

Na tabela 4 observa-se o número de olhos incluídos em cada grupo de acordo com a idade, e a comparação entre estes grupos e as variáveis estudadas. Não se observou diferença significativa nas variáveis refração esférica, refração cilíndrica e equivalente esférico. O grupo C apresentou maior valor de coma, “outras”, RMS de alta ordem e aberração esférica (Tabela 4).

## DISCUSSÃO

Mesmo antes da utilização da aberrometria na oftalmologia, já havia preocupação dos pesquisadores não somente com a quantidade de visão, mas sobretudo com a qualidade de visão,

Tabela 1. Sexo nos grupos de estudo

Grupo	Masculino		Feminino		Total	
	n	%	n	%	n	%
1	21	51,2	20	48,8	41	33,1
2	3	25,0	9	75,0	12	9,7
3	22	56,4	17	43,6	39	31,4
4	4	80,0	1	20,0	5	4,0
5	5	41,7	7	58,3	12	9,7
6	8	53,3	7	46,7	15	12,1
Total	63	50,8	61	49,2	124	100,0

p=0,323 (Qui-Quadrado)

Tabela 2. Idade nos grupos de estudo

Grupo	n	Média idade (anos)	Desvio-padrão	Mínimo idade (anos)	Máximo idade (anos)	Mediana
1	41	32,7	9,0	19	62	-
2	12	32,3	9,9	21	58	30,5
3	39	35,3	8,0	23	58	-
4	5	32,6	11,1	21	47	32,0
5	12	32,0	15,7	7	55	34,0
6	15	36,3	12,6	8	61	36,0
Total	124	33,9	10,1	7	62	-

p=0,708 (ANOVA)

Tabela 3. Análise comparativa das variáveis por grupos de acordo com o vício de refração

Variáveis/grupo	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Mediana	Valor de p <sup>(1)</sup>
<b>Refração esférica</b>	201	-1,82	3,16	-10,62	9,20	-1,90	< 0,0001
1	66	-1,69	0,84	-3,08	-0,19	-1,81	
2	16	-4,82	1,95	-8,69	-3,28	-4,08	
3	71	-3,56	2,59	-10,62	0	-3,02	
4	9	-3,27	2,47	-7,09	-0,01	-1,91	
5	17	1,51	1,31	0,03	3,70	1,03	
6	22	3,63	2,54	0,10	9,20	3,25	
<b>Refração cilíndrica</b>	201	-1,19	1,23	-5,50	-0,04	-0,75	< 0,0001
1	66	-0,41	0,19	-0,75	-0,05	-0,40	
2	16	-0,30	0,20	-0,75	-0,04	-0,27	
3	71	-1,43	0,50	-3,01	-0,31	-1,37	
4	9	-4,29	0,93	-5,50	-3,11	-4,52	
5	17	-0,39	0,17	-0,66	-0,08	-0,41	
6	22	-2,71	1,82	-5,47	-0,82	-2,18	
<b>Equivalente esférico</b>	201	-2,41	3,11	-11,27	7,69	-2,35	< 0,0001
1	66	-1,89	0,86	-3,42	-0,30	-2,04	
2	16	-4,98	1,99	-8,95	-3,38	-4,30	
3	71	-4,27	2,54	-11,27	-0,62	-3,89	
4	9	-5,41	2,51	-9,04	-1,57	-4,18	
5	17	1,31	1,30	-0,07	3,40	0,91	
6	22	2,27	2,46	-0,39	7,69	1,21	
<b>Coma</b>	201	0,20	0,12	0,01	0,74	0,19	0,124
1	66	0,20	0,11	0,01	0,50	0,19	
2	16	0,21	0,17	0,02	0,55	0,15	
3	71	0,19	0,09	0,02	0,47	0,19	
4	9	0,20	0,09	0,05	0,33	0,19	
5	17	0,28	0,14	0,09	0,59	0,29	
6	22	0,22	0,15	0,06	0,74	0,20	
<b>Aberração esférica</b>	201	0,18	0,14	0	0,66	0,16	0,001
1	66	0,16	0,12	0	0,41	0,16	
2	16	0,20	0,15	0,05	0,66	0,19	
3	71	0,15	0,14	0	0,66	0,10	
4	9	0,14	0,10	0,01	0,34	0,13	
5	17	0,26	0,09	0,09	0,45	0,27	
6	22	0,27	0,21	0,01	0,66	0,21	
<b>Outras</b>	201	0,27	0,10	0,03	0,81	0,25	0,009
1	66	0,27	0,08	0,12	0,52	-	
2	16	0,27	0,08	0,14	0,38	-	
3	71	0,26	0,08	0,13	0,47	0,24	
4	9	0,30	0,12	0,17	0,54	0,26	
5	17	0,21	0,12	0,03	0,54	0,18	
6	22	0,33	0,17	0,15	0,81	0,26	
<b>RMS de alta ordem</b>	201	0,41	0,15	0,18	1,13	0,39	0,001
1	66	0,39	0,11	0,19	0,73	-	
2	16	0,43	0,18	0,20	0,84	0,39	
3	71	0,38	0,13	0,18	0,81	0,36	
4	9	0,41	0,11	0,29	0,68	-	
5	17	0,47	0,11	0,27	0,66	-	
6	22	0,52	0,24	0,24	1,13	0,47	

Outras= soma das aberrações ópticas de terceira e quarta ordens; RMS= root mean square; RMS de alta ordem= soma das aberrações ópticas de alta ordem de terceira a oitava ordens  
 (1) Análise da Variância (ANOVA)

hoje chamada função visual. Assim, por exemplo, o teste de sensibilidade ao contraste já era utilizado como uma forma de se avaliar a visão de uma forma qualitativa. Em 1993 publicou-se estudo onde se avaliou a sensibilidade ao contraste e "glare" em pessoas de meia idade com exame oftalmológico normal,

concluindo com o exame de 90 pessoas entre 21 e 50 anos de idade, que havia grande diferença entre os resultados na comparação entre os pacientes distribuídos por décadas<sup>(17)</sup>.

A popularização da cirurgia refrativa a laser ocasionou aumento do número de estudos avaliando qualidade visual.



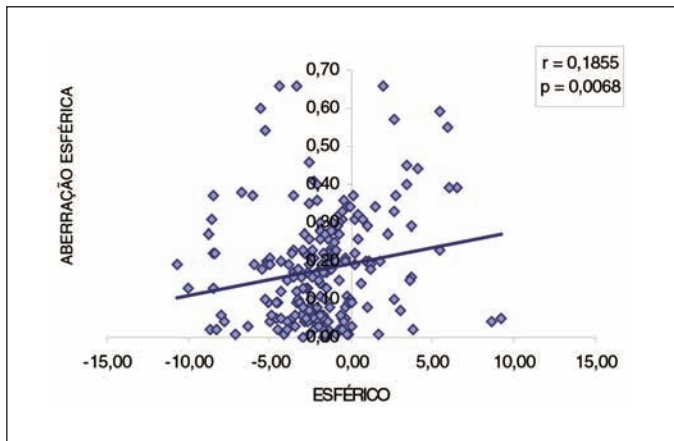


Figura 1 - Correlação entre refração esférica e aberração esférica

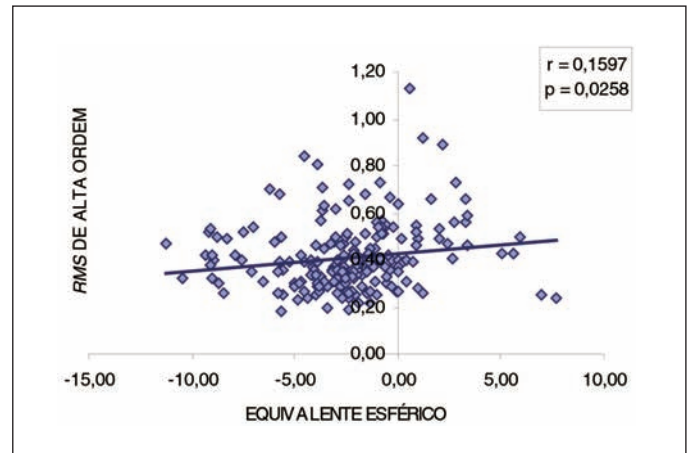


Figura 4 - Correlação entre equivalente esférico e RMS de alta ordem

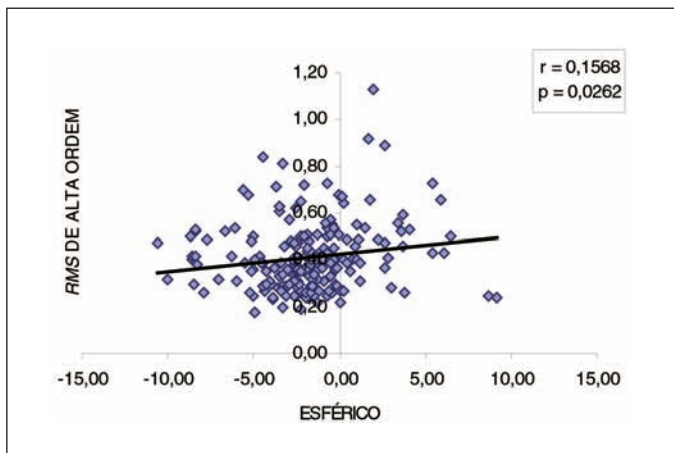


Figura 2 - Correlação entre refração esférica e RMS de alta ordem

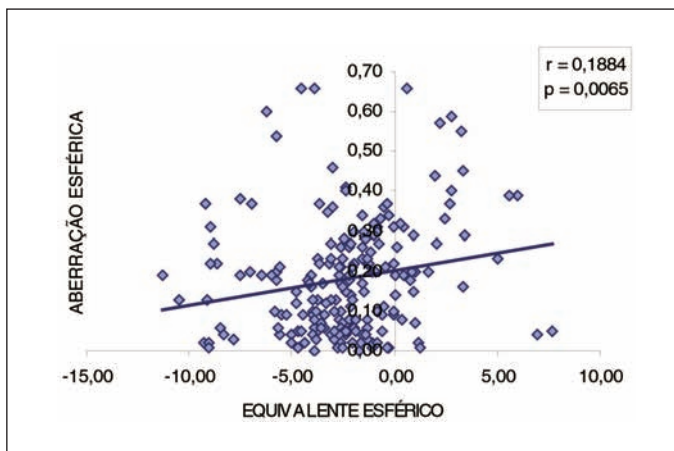


Figura 3 - Correlação entre equivalente esférico e aberração esférica

Isto ocorreu em parte devido ao elevado número de pessoas que apesar de terem uma cirurgia refrativa a laser bem sucedida do ponto de vista refracional, inclusive com acuidade visual 20/20 ao exame oftalmológico, apresentavam quantidade variá-

vel de queixas em relação a sua visão, como por exemplo, distorção das luzes no período noturno. Estudo prospectivo de 220 olhos de 220 pacientes, submetidos à cirurgia refrativa a laser, realizado por meio de um questionário aplicado antes e 6 meses após a cirurgia, aponta a existência e a intensidade de sintomas como halos e ofuscamento. Em relação ao ofuscamento, 35 pacientes (15,9%), apontavam piora deste sintoma após a cirurgia, enquanto 60 pacientes (27,3%), afirmaram haver piora do sintoma halo após a cirurgia<sup>(18)</sup>.

Atualmente, os aberrômetros são adquiridos e utilizados em sua maioria, somente nas clínicas oftalmológicas que dispõem de um excimer laser para realização da chamada cirurgia refrativa personalizada. São poucos os médicos que solicitam um exame de aberrometria para investigar uma queixa visual de seu paciente, se este nunca se submeteu a nenhum procedimento cirúrgico. Talvez isto explique em parte, os raros trabalhos publicados sobre aberrometria em olhos emétopes ou virgens de cirurgia, quando comparado a aberrometria em olhos submetidos à cirurgia refrativa. O alto custo do aparelho e o não pagamento do exame por parte das empresas de seguro saúde e convênios médicos, são outros fatores que limitam a sua utilização a não ser na cirurgia refrativa.

Assim, mesmo dados básicos, como por exemplo, a distribuição das aberrações ópticas na população normal, são pouco conhecidos. Na literatura revisada a relação das aberrações com a idade ou vícios de refração são escassos.

Neste estudo foram avaliadas as aberrações de alta ordem, de terceira a oitava ordens, na população normal, por meio dos exames de aberrometria realizados na rotina de uma clínica oftalmológica. Apesar dos critérios de inclusão e exclusão tentarem eliminar pessoas com alterações oftalmológicas que induzam aberrações de alta ordem, o simples fato destas pessoas estarem numa clínica oftalmológica realizando um exame de aberrometria solicitado pelo seu médico, seja ou não o paciente candidato à cirurgia refrativa, diferencia estas pessoas da população em geral, sendo este um viés na extrapolação dos resultados deste estudo para a população normal.

Tabela 4. Análise comparativa das variáveis em relação à idade

Variáveis/grupo	n	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo	Mediana	Valor de p <sup>(1)</sup>
<b>Refração esférica</b>	201	-1,82	3,16	-10,62	9,20	-1,90	0,363
A	73	-2,24	2,43	-8,57	3,79	-1,94	
B	105	-1,58	3,27	-8,69	9,20	-1,90	
C	23	-1,57	4,49	-10,62	5,93	-0,49	
<b>Refração cilíndrica</b>	201	-1,19	1,23	-5,50	-0,04	-0,75	0,842
A	73	-1,16	1,32	-5,50	-0,04	-0,63	
B	105	-1,18	1,11	-5,47	-0,05	-0,90	
C	23	-1,33	1,50	-5,35	-0,09	-0,89	
<b>Equivalente esférico</b>	201	-2,41	3,11	-11,27	7,69	-2,35	0,374
A	73	-2,82	2,48	-9,06	1,18	-2,68	
B	105	-2,17	3,20	-9,30	7,69	-2,25	
C	23	-2,23	4,28	-11,27	3,26	-1,57	
<b>Coma</b>	201	0,20	0,12	0,01	0,74	0,19	< 0,0001
A	73	0,19	0,11	0,01	0,55	0,17	
B	105	0,19	0,10	0,02	0,46	0,19	
C	23	0,31	0,16	0,07	0,74	0,27	
<b>Aberração esférica</b>	201	0,18	0,14	0	0,66	0,16	< 0,0001
A	73	0,15	0,10	0,01	0,33	0,17	
B	105	0,16	0,13	0	0,60	0,13	
C	23	0,37	0,18	0,01	0,66	0,36	
<b>Outras</b>	201	0,27	0,10	0,03	0,81	0,25	< 0,0001
A	73	0,25	0,08	0,11	0,52	0,24	
B	105	0,26	0,09	0,03	0,54	0,25	
C	23	0,34	0,16	0,15	0,81	0,32	
<b>RMS de alta ordem</b>	201	0,41	0,15	0,18	1,13	0,39	< 0,0001
A	73	0,37	0,11	0,19	0,73	-	
B	105	0,39	0,11	0,18	0,70	-	
C	23	0,63	0,20	0,32	1,13	0,57	

Grupo A= até 30 anos; Grupo B= de 31 a 44 anos; Grupo C= de 45 anos e mais; Outras= soma das aberrações ópticas de terceira e quarta ordens; RMS= root mean square; RMS de alta ordem= soma das aberrações ópticas de alta ordem de terceira a oitava ordens  
(<sup>1</sup>) Análise da Variância (ANOVA)

Ressalta-se ainda o fato de ter-se analisado neste estudo os dois olhos do mesmo paciente, fato este não desejável, mas que não impõe limitações ao estudo.

Na comparação das aberrações com os erros de refração, os grupos não apresentaram diferença significativa entre eles em relação ao sexo e a idade, fato este importante, já que a idade é um fator conhecido na indução de aberrações de alta ordem. Observa-se porém, número de olhos muito heterogêneo entre os grupos, por exemplo, o grupo 4 apresentava apenas 9 olhos, enquanto o grupo 3, 71 olhos.

A análise estatística mostrou que o grupo 5 apresentou aumento de aberração esférica, enquanto o grupo 6 aumento das aberrações denominadas *outras* e RMS de alta ordem (Tabela 3). Nota-se portanto que há uma possível correlação entre a hipermetropia e estas aberrações já que esses grupos representam pacientes hipermétropes. Nos gráficos de correlação é interessante notar que esta tendência se mantém, pois se observou correlação positiva significativa entre a refração esférica e aberração esférica e RMS de alta ordem (Figuras 1 e 2). Quando se analisa então o equivalente esférico e estas mesmas aberrações, para tentar detectar a influência do astigmatismo nestes dados, o resultado se mantém, mostrando

assim, não haver influência aparente do grau cilíndrico nesta relação (Figuras 3 e 4). Ressalta-se que este aumento de aberrações nos indivíduos hipermétropes, não ocorreu por estas pessoas apresentarem mais idade, já que a comparação entre os grupos demonstrou não haver diferença de idade significativa entre os mesmos.

Os poucos dados existentes na literatura, apontam resultados bastante variados entre os diferentes estudos. Estudo publicado em 2003 avaliou 200 olhos normais com erro refrativo entre +5,0 e -10,0 D, pupila de 6,0 mm, não encontrando relação entre as aberrações de alta ordem (terceira a décima ordens), e miopia ou hipermetropia, afirmando porém, que olhos astigmatas tendem a apresentar mais aberrações totais de alta ordem<sup>(10)</sup>.

Outro estudo avaliou aberrações de alta ordem em olhos míopes (até -9,25 D), com pupila variando de 5 a 9 mm, observando em seus resultados o coma mais freqüente em altas miopias e aberração esférica em pupilas mais dilatadas<sup>(13)</sup>. Houve porém, um número pequeno de indivíduos estudados, 27 míopes e 7 emétopes, além da grande variação pupilar, 5 a 9 mm, dificultar a análise dos resultados.

Outro autor em 2001 analisou 38 pessoas, com equivalente

esférico entre +0,5 e -6,0 D, pupila de 7,32 mm, não encontrando relação entre o grau de miopia e aberrações de alta ordem<sup>(9)</sup>. Resultados diferentes são demonstrados em outros estudos onde se encontrou relação positiva entre miopia e aberrações de alta ordem<sup>(11-12)</sup>.

Assim, não só nenhum dos resultados observados na literatura corrobora os resultados deste estudo, como em alguns casos, apontam resultados opostos, já que neste estudo a correlação foi positiva entre olhos hipermetropes e aberração esférica e RMS de alta ordem, diferentemente dos estudos aqui relatados que ou não encontraram nenhuma relação, ou observaram relação positiva com olhos míopes.

Fatores como pequena casuística, além de inúmeras variáveis envolvidas, como tamanho pupilar, faixas de graus a serem analisados, relação entre componente esférico e cilíndrico, entre outros, contribuem para esta falta de consenso na literatura. Estudos com maior número de indivíduos estudados poderão contribuir para um melhor entendimento da relação entre as aberrações de alta ordem e os erros de refração.

Quando foram comparadas as aberrações ópticas com a idade, a comparação entre os três grupos mostrou não haver diferença significativa entre os mesmos em relação ao grau esfero-cilíndrico. Este fato contribui para a análise, já que se um grupo apresentasse pacientes com refração muito distinta dos demais, isto poderia ser um fator de confusão nos resultados.

Todas as variáveis, coma, aberração esférica, outras e RMS de alta de ordem foram significativamente maiores no grupo C (45 ou mais anos), fato este também relatado em outro estudo, onde se observou a relação direta entre o aumento da idade e das aberrações ópticas de alta ordem, analisando-se pupilas de 4 e 6 mm<sup>(14)</sup>. Estudo prospectivo, publicado em 2002, estudou as aberrações ópticas de pessoas de 20 a 70 anos de idade, utilizando sensor de Hartmann-Schack, demonstrando o aumento das aberrações ópticas com a idade, porém, analisando ainda as aberrações corneanas de forma separada das aberrações totais, representando todo o sistema óptico ocular. O estudo conclui que nos jovens a maior parte das aberrações é corneana, porém há uma compensação destas aberrações pelo restante do sistema óptico ocular. Nas pessoas com mais idade a córnea ainda apresenta maior quantidade de aberrações, porém, não há mais uma compensação do restante do sistema óptico, o que pode explicar a piora da função visual neste grupo de pessoas<sup>(16)</sup>.

Estudo publicado em 2001 avaliou 38 pessoas, de 23 a 64 anos, com equivalente esférico entre +0,5 e -6,0 D, pupila de 7,32 mm, concluindo que as aberrações ópticas de terceira e quarta ordens são bastante variáveis em todas as idades, porém aumentam de forma consistente em idades mais avançadas. Ao analisarem as aberrações de quinta a sétima ordens, este aumento foi ainda mais pronunciado. Este autor aponta para um fato interessante, que todos os estudos demonstram um aumento significativo das aberrações com a idade, porém sempre analisando pupilas dilatadas. Sabe-se porém, que com o aumento da idade há uma diminuição fisiológica do diâmetro

pupilar, fato este que pode fazer com que as aberrações e conseqüentemente a qualidade de visão nas pessoas idosas quando medidas em condições fisiológicas não apresentem diferença significativa na comparação com pessoas jovens<sup>(9)</sup>.

Assim, apesar de estar claro na literatura que há um aumento das aberrações ópticas de alta ordem com a idade, fato este também observado neste estudo, inúmeros outros fatores como diminuição do diâmetro pupilar com aumento da idade, separação dos diferentes componentes do sistema óptico ocular e possíveis alterações neurológicas em pessoas com mais idade, tem que ser melhor estudadas para um melhor entendimento da função visual neste grupo de pessoas. O cruzamento de dados de outros exames como análise de sensibilidade de contraste e ofuscamento, com o aberrômetro, também poderá ajudar no melhor entendimento do assunto.

---

## CONCLUSÕES

---

a) Houve relação positiva, estatisticamente significativa, entre hipermetropia, com e sem astigmatismo, e aberração esférica e RMS de alta ordem.

b) Houve relação positiva, estatisticamente significativa, entre idade e aberrações ópticas de alta ordem.

---

## ABSTRACT

---

**Purpose:** To evaluate the relationship between high-order aberrations and refractive errors, and between high-order aberrations and age. **Methods:** An analytic retrospective study of patients that underwent aberrometry examination was conducted. All subjects examined with LadarWave® aberrometer at the Hospital de Olhos do Paraná from April 2004 to April 2005 were included in this study. The major inclusion criterion was 20/20 or better – corrected or not – visual acuity; and the major exclusion criterion, the presence of previous eye surgery or disease. The following variables were analyzed: age, refraction, spherical equivalent, and high-order aberrations which were: coma, spherical aberration, others, and high-order root mean square (RMS). All data were obtained by LadarWave® aberrometry examination, under cycloplegia, utilizing only 6.5 mm pupil results. High-order aberrations up to eight order Zernike's coefficients were evaluated. Patients were divided into 6 groups according to refraction error and into 3 groups according to age. **Results:** Two hundred and one of 312 eyes were studied. The mean age was  $33.9 \pm 10.1$ , varying from 7 to 62 years of age. Among the refraction error groups hyperopic patients with less than -0.75 D astigmatism (Group 5) showed a higher amount of spherical aberration, and hyperopic patients with more than -0.75 D astigmatism (Group 6) showed a higher amount of other and high-order RMS aberrations. In the general comparison between the age groups, the 45 or older group (Group C) showed a higher amount of all the analyzed aberrations. **Conclusion:** a) There



was a statistically significant positive relationship between hyperopia – with or without astigmatism – and spherical aberration and high-order RMS. b) There was a statistically significant positive relationship between age and all analyzed aberrations.

**Keywords:** Refraction, ocular/physiology; Refractive errors/physiopathology; Refractive errors/diagnosis; Visual acuity/physiology; Age; Diagnostic techniques, ophthalmological; Retrospective studies

---

#### REFERÊNCIAS

---

1. Matsushima EH, Ribeiro Filho NP, Silva JA. Limites da percepção visual humana. In: Alves MR, Chamon W, Nosé W, organizadores. Cirurgia refrativa. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2003. p. 87-94.
  2. Thibos LN, Applegate RA. Assessment of optical quality. In: MacRae SM, Krueger RR, Applegate RA, editors. Customized corneal ablation. New Jersey: Slack; 2001. p. 67-79.
  3. Jankov M, Schor P, Chamon W. Analisadores de frente de onda. In: Alves MR, Chamon W, Nosé W, organizadores. Cirurgia refrativa. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2003. p. 183-91.
  4. Liang J, Grimm B, Goelz S, Bille JF. Objective measurement of wave aberrations of the human eye with the use of a Hartmann-Shack wave-front sensor. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis. 1994;11(7):1949-57.
  5. Howland HC, Howland B. A subjective method for the measurement of monochromatic aberrations of the eye. J Opt Soc Am. 1977;67(11):1508-18.
  6. Mrochen M, Kaemmerer M, Mierdel P, Krinke HE, Seiler T. Principles of Tscherning aberrometry. J Refract Surg. 2000;16(5):S570-1.
  7. Walsh G, Charman WN. Measurement of the axial wavefront aberration of the human eye. Ophthalmic Physiol Opt. 1985;5(1):23-31.
  8. Walsh G, Cox MJ. A new computerised video-aberroscope for the determination of the aberration of the human eye. Ophthalmic Physiol Opt. 1995;15(5):403-8.
  9. McLellan JS, Marcos S, Burns SA. Age-related changes in monochromatic wave aberrations of the human eye. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001;42(6):1390-5.
  10. Cheng X, Bradley A, Hong X, Thibos LN. Relationship between refractive error and monochromatic aberrations of the eye. Optom Vis Sci. 2003;80(1):43-9.
  11. Simonet P, Hamam H, Brunette I, Campbell M. Influence of ametropia on the optical quality of the human eye [abstract]. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1999; 40(4):S448.
  12. Marcos S, Moreno-Barriuso E, Llorente L, Navarro R, Barbaro S. Do myopic eyes suffer from large amounts of aberration? Proceedings of the 8<sup>th</sup>. International Congress on Myopia. 2000;(8):118-21.
  13. Paquin MP, Hamam H, Simonet P. Objective measurement of optical aberrations in myopic eyes. Optom Vis Sci. 2002;79(5):285-91.
  14. Calver RI, Cox MJ, Elliott DB. Effect of aging on the monochromatic aberrations of the human eye. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis. 1999;16(9): 2069-78.
  15. Guirao A, Redondo M, Artal P. Optical aberrations of the human cornea as a function of age. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis. 2000;17(10):1697-702.
  16. Artal P, Berrio E, Guirao A, Piers P. Contribution of the cornea and internal surfaces to the change of ocular aberrations with age. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis. 2002;19(1):137-43.
  17. Harrison JM, Applegate RA, Yates JT, Ballentine C. Contrast sensitivity and disability glare in the middle years. J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis. 1993;10(8):1849-55.
  18. Hersh PS, Steinert RF, Brint SF. Photorefractive keratectomy versus laser in situ keratomileusis: comparison of optical side effects. Summit PRK-LASIK Study Group. 2000;107(5):925-33.
- 



## X Simpósio Internacional de Oftalmologia da Santa Casa de Porto Alegre

**13 a 14 de Julho de 2007**

**PORTO ALEGRE - RS**

### INFORMAÇÕES

Tel.: (51) 3214-8504

e-mail: [eventos@santacasa.tche.br](mailto:eventos@santacasa.tche.br)

home page: [www.santacasa.org.br](http://www.santacasa.org.br)