



"CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DAS VARIAÇÕES
DA PRESSÃO INTRA-OCULAR CONSEQÜENTES
A COMPRESSÃO COM OFTALMODINAMÔMETRO
DE BAILLIART, E DE SUA RECUPERAÇÃO,
EM OLHOS NORMAIS"

GRACIELA ANTOLA AITA

RIBEIRÃO PRETO

1993

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

GRACIELA ANTOLA AITA

"CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DAS VARIAÇÕES DA
PRESSÃO INTRA-OCULAR CONSEQÜENTES À COMPRESSÃO
COM OFTALMODINAMÔMETRO DE BAILLIART,
E DE SUA RECUPERAÇÃO, EM OLHOS NORMAIS."

ORIENTADOR:

Prof^o. Dr. **ARGEMIRO LAURETTI FILHO**

RIBEIRÃO PRETO - SP

1993

TRABALHO APRESENTADO PARA
DEFESA DO TÍTULO DE MESTE EM
OFTALMOLOGIA, À FACULDADE
DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

AO PAULO,
AO NOSSO FILHO,
À CRIS,
AO NOSSO PAI.

MEU AGRADECIMENTO

Ao Prof. Dr.

Argemiro Lauretti Filho

pela dedicação na constante orientação.

À Prof^a. Dr^a.

Maria de Lourdes Veronese Rodrigues

pela amizade, pelo apoio.

Ao Prof. Dr.

Antônio Dorival Campos

pela colaboração na análise
estatística deste trabalho.

Ao Alvaro, meu amigo

de todas as horas.

Aos colegas do Departamento,
que de alguma forma ajudaram
na realização deste trabalho.

ESTE TRABALHO CONTOU
COM A COLABORAÇÃO
FINANCEIRA DA C.A.P.E.S.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
1 - INTRODUÇÃO	01
2 - MATERIAL E MÉTODOS	16
3 - RESULTADOS	25
4 - DISCUSSÃO	40
5 - CONCLUSÕES	57
6 - SUMÁRIO	58
7 - SUMMARY	59
BIBLIOGRAFIA	60

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Compressão: Pressões intra-oculares estabilizadas (Po) e, aos 0 minutos (P0Min), aos 5 minutos (P5Min), e aos 10 minutos (P10Min) do tempo de recuperação	27
TABELA 2 - Olhos controles: Pressões intra-oculares estabilizadas (Po) e, aos 0 minutos (P0Min), aos 5 minutos (P5Min) e aos 10 minutos (P10Min) do tempo de recuperação	28
TABELA 3 - Diferenças entre pressões medidas imediatamente após o término da compressão (P0Min) e pressões estabilizadas (Po) antes da compressão	29
TABELA 4 - Diferenças entre pressões intra-oculares aos 5 minutos do tempo de recuperação (P5Min) e pressões estabilizadas (Po) antes da compressão	29
TABELA 5 - Diferenças entre pressões intra-oculares aos 10 minutos do tempo de recuperação (P10Min) e pressões estabilizadas (Po) antes da compressão	30
TABELA 6 - Comparações múltiplas segundo o procedimento de Friedman para as pressões intra-oculares da tabela 1 .	31
TABELA 07 - Forças (g), no oftalmodinamômetro de Bailliar, correspondentes às pressões diastólicas e sistólicas (mmHg) da artéria central da retina, em 10 pacientes	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Distribuição de freqüência das pressões intra-oculares estabilizadas (P_o) em 30 olhos submetidos a compressão	25
FIGURA 2 - Distribuição de freqüência das pressões intra-oculares estabilizados (P_o) nos 30 olhos controles	26
FIGURA 3 - Pressão intra-ocular ao zero minuto (P_{0Min}) depois da compressão, versus a pressão intra-ocular estabilizada (P_o), em mmHg	32
FIGURA 4 - Pressão intra-ocular aos cinco minutos do período de recuperação (P_{5Min}), versus a pressão intra-ocular estabilizada (P_o) em mmHg	33
FIGURA 5 - Pressão intra-ocular aos dez minutos do período de recuperação (P_{10Min}), versus a pressão intra-ocular estabilizada (P_o) em mmHg	34
FIGURA 6 - Pressão intra-ocular a zero minutos (P_{0Min}) do período de recuperação, versus pressão intra-ocular estabilizada (P_o), em mmHg, nos olhos controles	36
FIGURA 7 - Pressão intra-ocular aos cinco minutos (P_{5Min}) do período de recuperação, versus pressão intra-ocular estabilizada (P_o), em mmHg, nos olhos controles	37
FIGURA 8 - Pressão intra-ocular aos dez minutos (P_{10Min}) do período de recuperação versus pressão intra-ocular estabilizada (P_o), em mmHg, nos olhos controles	38

1 - INTRODUÇÃO

O primeiro relato sobre massagem ocular, isto é, a queda de pressão intra-ocular que se observa após manobras realizadas sobre o olho e que aumentam sua pressão interna, deve-se, talvez a Pagenstecher, que o fez no ano de 1878 (1). Esse fenômeno, nos anos seguintes, foi confirmado por outros autores como Costomiris (2), Maklakoff (3) e o próprio Schiötz (4) ao experimentar seu tonômetro, passando a despertar o interesse para aplicações práticas, principalmente relacionadas com o diagnóstico do glaucoma (5).

Em 1911, Polak Van Gelder (6) procurou explicar o fenômeno relacionando-o com a expressão do aquoso e à "capacidade de filtração" desse líquido pelo olho. As experiências de Polak Van Gelder foram realizadas com um tonômetro de Schiötz e os pesos 5,5g e 7,5g, aplicando-o sobre a córnea em intervalos de 5 segundos e, também, continuamente durante 1 a 5 minutos. Esse autor verificou que, para obter-se a mesma redução tensional, os olhos glaucomatosos deveriam ser massageados por mais tempo e concluiu que o teste era útil para o diagnóstico precoce da doença.

Em 1912, Knapp (7) descreveu, também, um teste para glaucoma baseado em vigorosa massagem digital sobre o olho fechado, durante 1 minuto, ou colocação de um peso de 250g por 10 minutos. Observou que, nos olhos normais, a pressão sofria uma queda acentuada, retornando aos níveis normais dentro de 60 a 70 minutos, enquanto que, nos glaucomatosos, o tempo de retorno era reduzido à metade. Notou, ainda, uma hipertensão reativa seguida de retorno da pressão aos níveis iniciais em 90 minutos.

Em 1922, Magitot (8)(9) comunicou, à Sociedade de Biologia de Paris, suas experiências sobre pressão em olhos de animais e

humanos normais, após punção da câmara anterior e compressão do globo ocular.

Magitot observou que, retirando-se o humor aquoso da câmara anterior de cães, a pressão ia a zero e o olho ficava extremamente flácido. Rapidamente, no entanto, a pressão se elevava de tal modo que aos 10 minutos já ultrapassava o ponto inicial e continuava a subir ate atingir 50 ou 70 mmHg. Após alguns minutos nesse nível elevado a pressão intra-ocular descia gradativamente, apresentando elevações transitórias, para, ao fim de uma hora, estar nos níveis iniciais da experiência. As medidas eram registradas com um manômetro especial e comparadas com a pressão sangüínea.

No homem, após a retirada do humor aquoso da câmara anterior, a pressão intra-ocular recuperava-se mais lentamente, atingindo os 20 mmhg somente após 30 minutos. Continuava, então, a subir para atingir valores de 32 a 35 mmHg ao fim da primeira hora e, após uma parada nesses níveis, começava a descer, com oscilações positivas, atingindo as cifras do olho oposto controle, somente depois de 6 horas. As medidas de pressão intra-ocular, no homem, foram feitas por tonometria de Schiötz.

Quando Magitot ligava a carótida do mesmo lado, no cão, a pressão intra-ocular não somente não voltava aos níveis iniciais, como também demorava várias horas para aproximar-se desses valores.

Magitot relatou, também, que as mesmas curvas tensionais poderiam ser obtidas sem perfurar a córnea ou retirar uma só gota de humor aquoso, bastando exercer uma massagem prolongada e forte sobre o olho. Isso se conseguiria, por exemplo, aplicando um peso de 200g sobre o olho durante 5 minutos e os gráficos de tensão mostravam uma semelhança muito grande com os registros manométricos.

Em 1931, Magitot (10) expôs, à Sociedade de Oftalmologia de Paris, os resultados obtidos sobre olhos glaucomatosos e portadores de descolamento de retina, com experimentos de compressão segundo a técnica que havia estudado no homem em 1922. Em olhos glaucomato-

sos, Magitot verificou que uma compressão do globo ocular com uma força de 250g, durante 7 a 10 minutos, não reduzia ou reduzia muito pouco a pressão, provocando imediatamente uma crise hipertensiva reativa. Em olhos com descolamento de retina, a punção da câmara anterior levava a pressão a zero e esta não se recuperava mesmo após 6 horas.

Ainda em 1931, Dominguez (11) publicou os resultados de suas experiências com olhos normais e glaucomatosos, usando a mesma técnica de compressão descrita por Magitot (9), a saber, compressão de 250g, com oftalmodinamômetro de Bailliart aplicado sobre o lado externo da esclera, durante 5 minutos. Como Magitot (9), Dominguez verificou que, após essa compressão, o olho normal entrava em hipotonia que não podia ser medida pelo tonômetro. Diferentemente do que encontrou Magitot, no entanto, a pressão intra-ocular recuperou-se mais lentamente, de tal modo que o nível inicial de 14 mmHg não foi jamais atingido, mesmo depois de decorridos 25 minutos e, em apenas um caso, isso aconteceu após 60 minutos. Não ocorreram, portanto, as reações hipertensivas descritas por Magitot para o olho normal. Quanto aos olhos glaucomatosos, as experiências de Dominguez e Magitot foram sobreponíveis.

Ainda, em 1931, Magitot (10) voltou a publicar extenso trabalho sobre o assunto, procurando esclarecer as divergências encontradas em relação aos achados de Dominguez (11). Descreveu, novamente, suas experiências sobre punção corneana e compressão ocular enfatizando que as repostas, no olho humano, eram mais lentas, prolongavam-se por várias horas e a hipertensão reativa era menor. Chamou a atenção, ainda, para reações diferentes que poderiam ocorrer tanto em olhos de animais, como nos humanos. Assim, em alguns animais as reações poderiam ocorrer muito lentamente ou mesmo não ocorrer, dependendo da sensibilidade do indivíduo ou do grau de narcose. Em humanos, os traçados tonométricos poderiam modificar-se por aplicações muito próximas e sucessivas do tonômetro, tanto assim que, diferentemente do que fazia

alguns anos atrás, preferiu fazer as tonometrias com intervalos de 10 minutos. A hipertensão reativa para ser detectada no olho humano normal, deveria ser pesquisada, segundo Magitot, durante 4 e até mesmo 6 horas, enquanto que os traçados de Dominguez não ultrapassaram os 60 minutos. De qualquer modo ficava evidente a diferença quanto aos tempos de recuperação encontrados por Magitot e Dominguez, após compressão do olho humano normal: mais rápido para o primeiro, em torno de 20 minutos, e mais lento para o segundo, nunca abaixo de 1 hora.

Ainda no ano de 1931 Bailliart (12) descreveu, perante a Sociedade de Oftalmologia do Reino Unido, três tipos de modificações tensionais que observara com a aplicação de um tonômetro de Schiötz, por ele modificado, sobre a córnea.

A primeira seria uma queda de pressão, comparada à descrita por outros autores após aplicação prolongada de seu tonômetro, porém com a diferença de ser rápida e imediata, seguida por uma queda lenta ou estabilização. Esse tipo ocorreria somente em olhos normais.

A segunda não seria propriamente uma modificação, porquanto a pressão permanecia estacionária, com o ponteiro do instrumento oscilando em torno de um valor fixo. Esse tipo ocorreria tanto em olhos aparentemente normais, como nos glaucomatosos.

A terceira, finalmente, seria um aumento ou tendência de aumento da pressão e ocorreria somente em olhos glaucomatosos. Bailliart procurou explicar todas essas modificações relacionando-as com propriedades elásticas do sistema vascular da coróide.

Em 1934 Böck, Kronfeld e Stough (5), por sugestão de Seidel, estudaram os efeitos da massagem, usando um tonômetro de Schiötz com o peso 15g, aplicado sobre a córnea durante 2 minutos. A pressão intra-ocular foi medida imediatamente antes e depois desse estímulo denominado 30 gramas-minuto pelos autores.

Em todos os olhos normais a pressão intra-ocular caiu, sob efeito dessa massagem tonométrica, em valores que variavam de 5 a

17 mmHg. Houve uma correlação positiva entre as pressões originais e quantidade de queda, isso indicando uma forte tendência de altas pressões sofrerem maiores decréscimos. Olhos normais com pressões entre 27 e 36 mmHg, mostraram maiores quedas de pressão do que olhos glaucomatosos que apresentavam essas mesmas pressões originais. Os autores sentiram que o teste de massagem corneana, como por eles descrito, poderia ser útil para o diagnóstico do glaucoma e, talvez, em doenças vasculares. Quanto ao estudo da fase de recuperação da pressão intra-ocular, após massagem, os autores consideraram-no muito difícil, no olho normal, por causa das repetidas determinações tonométricas para se obter uma curva e não o fizeram.

Em 1949, Goldmann (13), verificando que o fluxo de aquoso, pelas veias aquosas, dava-se de modo laminar e não turbulento, concluiu que a lei de Poiseuille deveria governar o escoamento desse líquido através do olho. Estabeleceu, então, uma equação que relacionava gradiente de pressão com fluxo de aquoso, através de uma constante, R , denominada resistência ao escoamento. Essa constante, na verdade, substituía componentes da fórmula de Poiseuille, ligadas a características físicas das vias de drenagem e do próprio aquoso, consideradas constantes para o olho. Pela equação de Goldmann era possível compreender que a queda de pressão intra-ocular, após compressão, era conseqüente à perda de aquoso a qual, por sua vez, era conseqüência do aumento do gradiente de pressão.

Os conceitos de Goldmann trouxeram um grande avanço para o estudo da hidrodinâmica do humor aquoso e já, no ano seguinte, Grant (14) desenvolveu um método para sua avaliação clínica.

O método proposto por Grant e denominado Tonografia, baseou-se no fenômeno da massagem realizada com um tonômetro eletrônico Müller, usando os pesos 5,5g; 7,5g; 10g e 15g e adaptado para registro da pressão intra-ocular, o qual era feito durante 4 ou 5 minutos. A partir do traçado foram determinadas a pressão intra-o-

cular antes da aplicação do tonômetro, as pressões intra-oculares durante a Tonografia e a variação de volume durante esse período. A relação entre perda do volume ocular e aumento médio do gradiente de pressão, estabeleceu uma constante para medir a facilidade com que o líquido pode ser forçado do interior do olho para fora em consequência da massagem.

A Tonografia representou a primeira tentativa de quantificar o fenômeno da massagem, que já era conhecido há mais de 50 anos. Foi também, através da Tonografia, que esse fenômeno foi grandemente explorado, havendo uma época em que era de extrema importância para o diagnóstico do glaucoma. O trabalho de Becker e Christensen (15) e o teste tonográfico de Leydhecker (16) podem ser citados como representativos dessa época. A Tonografia, ainda hoje, é uma técnica obrigatória quando uma nova droga ou novo procedimento surgem para o tratamento do glaucoma e se lhes deseja conhecer o mecanismo de ação.

É importante salientar que os conceitos de Friedenwald sobre rigidez ocular e os estudos que desenvolveu sobre os tonômetros de depressão, nos anos de 1937 (17), 1954 (18) e 1955 (19), foram fundamentais para o estabelecimento do método tonográfico de Grant (14).

Em 1953, Blaxter (20) descreveu um teste chamado de compressão bulbar no qual a massagem era feita com o dinamômetro de Bailliart aplicado lateralmente no olho, atrás da inserção do músculo reto lateral, durante 4 minutos, com uma força de 50 g. Simultaneamente, o tonômetro de Schiötz era aplicado sobre a córnea e medidas de pressão tomadas imediatamente antes e depois da aplicação do dinamômetro e, também, após os 4 minutos de compressão e depois desta aliviada .

Blaxter estabeleceu uma "fração de escoamento" (O.F.) que correspondia à queda de pressão calculada em termos de porcentagem da pressão inicial. Antes da realização desse teste, Blaxter propunha um exame semelhante à Tonografia no qual o tonômetro de

Schiötz ficava sobre o olho durante 4 minutos, calculando-se, também, a fração de escoamento (O.F.) que deveria ser superior a 30% no olho normal. Blaxter não se propôs a estudar a recuperação, propriamente dita, mas informava que o retorno da pressão, aos níveis iniciais, no olho normal, demorava cerca de 30 minutos.

Se o fenômeno da massagem, no entanto, era fundamental para certos testes como a Tonografia e teste de Blaxter, para a tonometria isolada era altamente indesejável por alterar a pressão real do olho durante e após o exame. Assim, Goldmann (21), em 1955, descreveu um tonômetro de aplanção baseado no princípio de Imbert-Fick e que eliminava, praticamente, o efeito da massagem em consequência do pequeno volume de aquoso deslocado pela área aplanada da córnea. A experiência clínica, no entanto, mostrou que a pressão intra-ocular caía após sucessivas medidas, porém o fenômeno não foi atribuído à massagem, mas ao relaxamento da musculatura extrínseca do olho, anormalmente contraída no início do exame (Schmidt (22)).

Em 1961, Rehak, Skranc e Juran (23), desejando estudar as possíveis influências da Tonografia sobre o fluxo de aquoso e a facilidade de escoamento, construíram um engenhoso sistema que permitia modificações da pressão no olho, por introdução de líquido no seu interior. Esse sistema era constituído por dois manômetros de mercúrio, sendo um compensatório e que pressionava uma solução tamponada de fosfato para o interior do olho, através de uma coluna de ar. Os autores provocaram aumentos de pressão, em olhos de coelhos, de 10 mmHg, 20 mmHg e 30 mmHg, durante 5 minutos, como poderia ocorrer no curso de uma Tonografia, mas não estudaram a queda tensional e nem a recuperação, embora os experimentos permitissem, porquanto não eram essas suas intenções.

Em 1970, Robbins, Blumenthal e Galin (24) fizeram massagens nos olhos de 10 coelhos, através das pálpebras fechadas, comprimindo-os firmemente com uma gaze durante 5 minutos e meio. As pressões intra-oculares foram medidas com o tonômetro de Schiötz e o peso

5,5g, antes e após a massagem. Houve uma variação na escala do tonômetro após a massagem de 2,8 para 13,6, em média (isso correspondendo a uma queda de pressão de 25,22 mmHg para 3,51 mmHg, pelas fórmulas de Friedenwald (19) e considerando a rigidez ocular 0,0215). Os autores não estudaram a recuperação porquanto a finalidade do estudo era verificar a influência da massagem sobre o peso e volume vítreos e, para isso, os olhos foram enucleados.

Em 1971, Obstbaum, Robbins e Best (25) realizaram estudos semelhantes, isto é, massagem digital firme com gaze através das pálpebras fechadas, nos olhos de 10 coelhos, durante 5 minutos, com um relaxamento dessa pressão por 2 segundos, a cada 30 segundos. Todos os coelhos tiveram suas pressões intra-oculares medidas com um tonômetro eletrônico de Schiötz antes e imediatamente depois da massagem. Em 5 coelhos as pressões foram, também, medidas 5 minutos depois de terminada a massagem e, nos outros 5 restantes, 10 minutos após a massagem.

Em outros 20 coelhos a massagem foi realizada com um oftalmodinamômetro de Bailliart, aplicado sobre a córnea, com uma força de 50g, durante 5 minutos e meio. As pressões intra-oculares foram medidas antes e imediatamente depois de terminada a compressão e os olhos divididos em 3 subgrupos nos quais as pressões foram medidas, respectivamente, aos 5, 7 e 10 minutos depois de terminada a compressão. Todos os animais tiveram seus olhos enucleados para estudo do peso do vítreo.

Em 20 pacientes normais e assintomáticos, os autores realizaram a massagem digital, como descrita para os coelhos, sendo as pressões intra-oculares medidas, com o tonômetro de Schiötz, imediatamente depois de terminada a massagem e aos 5, 10 e 15 minutos do tempo de recuperação. Usando o olho oposto como controle, os autores encontraram uma queda significativa da pressão intra-ocular imediatamente após a massagem ocular digital ou com o oftalmodinamômetro, tanto nos olhos dos animais, como nos humanos. Quanto ao tempo de recuperação, nos animais, as pressões intra-ocu-

lares, já aos 5 minutos, sobrepassaram os valores originais e assim permaneceram aos 7 e 10 minutos. Nos 20 pacientes adultos normais as pressões intra-oculares, medidas em intervalos de tempo de 5 minutos, recuperaram-se aos 15 minutos, mantendo-se nos valores originais.

Em 1972, Lauretti Filho (26) estudou, por manometria direta, nos olhos de 5 coelhos, a recuperação da pressão após retirada de líquido da câmara anterior. As pressões intra-oculares foram levadas a níveis de 50% a 64% da original, sendo que, em um animal, foram provocados 3 abaixamentos, respectivamente de 64%, 69% e 79%. O tempo de recuperação pareceu ser uma característica de cada animal e, no mesmo animal, foi proporcional à porcentagem de abaixamento da pressão original. Em nenhum animal, no entanto, o tempo de recuperação excedeu os 2 minutos. O autor estudou, ainda, por tonometria de aplanção, a recuperação em 2 pacientes submetidos a Tonografia de 7 minutos e, em apenas um, a pressão intra-ocular recuperou-se aos 30 minutos.

Ainda em 1972, Habib, Lauretti Filho, Romão e Souza (27) ampliaram esses estudos observando a recuperação, após Tonografias de 7 minutos com o peso de 5,5g, em 26 pacientes normais. As medidas de pressão intra-ocular foram feitas com o tonômetro de aplanção de Goldmann, a cada 20 minutos, até 1 hora. Considerando como recuperação total a volta da pressão intra-ocular aos níveis pré-tonográficos, essa ocorreu, aos 40 minutos, em 27% dos pacientes e, aos 60 minutos em 40%. Corrigindo as variações tensionais espontâneas, por comparação com o olho controle, concluíram que a recuperação total ocorreu em 30% dos casos aos 20 minutos, em 75% aos 40 minutos e em 87,5%, aos 60 minutos. Em 12,5% dos pacientes, portanto, as pressões intra-oculares mantiveram-se abaixo dos níveis pré-tonográficos corrigidos, após 1 hora.

Em 1973, Lauretti Filho, Romão e Habib (28) tiveram a oportunidade de estudar, por manometria direta, a recuperação de pressão após punção da câmara anterior no olho de um paciente

portador de neoplasia, porém com segmento anterior normal, antes da enucleação. A pressão intra-ocular foi baixada dos 9 mmHg estabilizados até zero e a recuperação estudada, pelo traçado do polígrafo, durante 4,5 minutos. Embora houvesse uma recuperação evidente, aos 2 minutos a pressão intra-ocular estava em 5 mmHg e aos 4,5 minutos em 6 mmHg. A recuperação, portanto, foi mais lenta do que experiências semelhantes realizadas em olhos de coelhos.

Outro campo da Oftalmologia onde o fenômeno da massagem foi e ainda é muito usado, e o pré-operatório imediato das cirurgias intra-oculares, com a finalidade de facilitar o ato cirúrgico e diminuir complicações.

A primeira referência ao uso da massagem digital, após anestesia retrobulbar, deve-se a Atkinson (29) que em 1934 recomendou ligeira pressão sobre o olho, com movimentos rotatórios para melhor difusão do anestésico no cone muscular. Em 1943 Atkinson (30) voltou a referir-se à anestesia retro-bulbar afirmando que esta era melhor e conseguida mais rapidamente se se aplicasse leve massagem sobre o globo ocular. Atkinson notou, também, diminuição da pressão intra-ocular atribuindo-a à concentração de epinefrina na solução anestésica e não à massagem propriamente dita.

Em 1955, Kirsch e Steinman (31) observando que Chandler, em Boston, comprimia durante 5 minutos, após anestesia retrobulbar, todos os olhos que operava de catarata, resolveram estudar os efeitos da massagem digital nesse tipo de cirurgia. Em 15 pacientes nos que realizavam, previamente, a manobra, a pressão caiu, em média, de 19,2 mmHg para 4,9 mmHg, sendo que a queda atribuída a anestesia retrobulbar foi de apenas 0,6 mmHg. Em 5 pacientes a pressão caiu para zero (leitura 14 ou mais do tonômetro de Schiötz) após compressão digital. A pressão intra-ocular permaneceu abaixo de 10 mmHg, durante 7 minutos em média.

Em outros 50 pacientes em que realizaram a compressão digital, durante 5 minutos, a pressão intra-ocular caiu para 2,3

mmHg, em média, sendo que em 27 foi a zero. Finalmente a pressão permaneceu abaixo de 10 mmHg durante 14,3 minutos, em média. Os autores recomendaram a massagem digital de rotina, por 5 minutos, após anestesia retrobulbar, como "vital salvaguarda na cirurgia da catarata".

Em 1959 Everett, Vey e Veenis (32), fazendo referências a esse trabalho de Kirsch e Steinman (31) e, também, ao de Atkinson (30), estudaram os diversos fatores capazes de reduzir a pressão intra-ocular nas cirurgias oftálmicas sob anestesia geral e local. Um grupo de 100 pacientes operados de catarata teve suas pressões intra-oculares medidas antes e depois da medicação pré-anestésica, 4 minutos após a anestesia retrobulbar e após 5 minutos de compressão digital firme dos olhos. Um segundo grupo, correspondendo a 46 olhos, teve suas pressões intra-oculares avaliadas antes e depois de anestesia geral, sendo que 10 receberam, também, anestesia retrobulbar. Finalmente, em um terceiro grupo de 15 pacientes glaucomatosos, as pressões intra-oculares foram medidas antes e após anestesia retrobulbar e após 5 minutos de compressão digital. Esses pacientes, em uma segunda visita, tiveram seus olhos, também, tonograficamente avaliados.

Dos 61%, em média, de decréscimo da pressão intra-ocular, conseqüente à sedação, anestesia retrobulbar e massagem digital firme, os autores concluíram que 30% eram devidos à massagem. Concluíram, também, que nos olhos glaucomatosos a pressão intra-ocular não se correlacionava com a facilidade de escoamento e, assim, o fenômeno da massagem não poderia ser explicado somente com base na expulsão de aquoso. Os autores não estudaram a recuperação após a massagem.

Ainda em 1959, Gartner (33) revendo os métodos sugeridos para tornar mais segura a cirurgia da catarata, afirmou ter operado 200 olhos, nos quais tinha feito massagem digital, sem nenhuma complicação. Recomendou a massagem digital, antes da cirurgia, por um tempo necessário para levar a pressão intra-ocular a níveis

abaixo de 12 mmHg, interrompendo a compressão por 5 segundos, a cada minuto. Referiu que o retorno da pressão aos níveis iniciais demorava cerca de 15 a 30 minutos.

Em 1961, Hildreth (34), baseado em observações clínicas e experimentais, postulou uma nova teoria sobre o mecanismo hipotensor da massagem, a saber, perda de líquido e conseqüente redução de volume do vítreo. O autor refere que usava a massagem digital precedendo a cirurgia de catarata, durante 5 minutos, sendo que nos primeiros 90 segundos aplicava uma força menor, meramente para sobrepassar a pressão venosa. Refere, ainda, que a hipotonia conseguida com essa manobra ficava em torno de 7,0 mmHg como encontrada por outros autores. Não fez referências à recuperação, após cessada a massagem.

Em 1967, Metz (35) estudou 288 pacientes não glaucomatosos, submetidos a cirurgia da catarata, pela mesma técnica. A anestesia usada foi a retrobulbar, a qual foi seguida de massagem digital na maioria dos casos. A pressão intra-ocular média pré-injeção retrobulbar, foi de 17,9 mmHg não havendo queda significativa com a anestesia. Após a massagem a pressão caiu para um valor médio de 10,3 mmHg em 275 pacientes, sem perda vítrea, e para 9,5 mmHg em 14 pacientes, com perda vítrea. O autor não encontrou relação entre a incidência de perda vítrea e pressão intra-ocular o que, indiretamente, não recomendaria a massagem ocular para prevenir essa complicação. Apesar disso persistiu, entre os oftalmologistas, a crença de que uma baixa pressão intra-ocular, imediatamente antes da abertura da câmara anterior, reduzia as complicações operatórias e, assim, a manobra continuou sendo usada quase que de rotina.

Um instrumento criado para conseguir abaixamento da pressão intra-ocular, antes da cirurgia, e o redutor de Honan, geralmente usado durante 40 minutos com pressão de 30 mmHg (36).

Quist, Stapleton e McPherson (37), no entanto, consideraram esse tempo demasiadamente longo, o suficiente para perturbar a rotina da sala operatória e, assim, em 1981 (37), procuraram

estudar os efeitos da massagem, sobre a pressão intra-ocular, usando o redutor de Honan, aplicado durante 5 minutos, com pressão de 30 mmHg. Cinquenta e seis olhos a serem operados de catarata, ou cirurgias combinadas, tiveram suas pressões medidas, antes e imediatamente depois da aplicação do instrumento, durante 5 minutos. O tonômetro usado foi o de aplanção de Perkins, no lugar do tonômetro de Schiötz da grande maioria de trabalhos anteriores, embora esse último instrumento tenha sido usado, também, em alguns de seus casos. Em 48 olhos não glaucomatosos, a pressão intra-ocular caiu de um valor $x = 12,78$ ($S = 5,58$) mmHg, antes da aplicação do redutor de Honan, para $x = 6,52$ ($S = 3,88$) mmHg, após a aplicação. Em 8 olhos glaucomatosos, a pressão intra-ocular caiu de $x = 22,13$ ($S = 8,48$) mmHg, antes da aplicação do redutor de Honan, para $x = 14,00$ ($S = 5,52$) mmHg, após a aplicação. As alterações foram estatisticamente significantes, porém, os autores as consideraram iguais às obtidas com a aplicação do redutor de Honan durante os 40 minutos relatadas na literatura.

Embora os autores não tenham estudado o tempo de recuperação da pressão intra-ocular, sugeriram que as alterações provocadas pela massagem eram transientes e, assim, a cirurgia deveria começar tão cedo quanto possível.

Entretanto, Bolling, Kurrle e O'Day (38) estudando, em 7 voluntários normais, o efeito da aplicação do redutor de Honan durante 5 e 40 minutos, não puderam confirmar, totalmente, as observações de Quist, Stapleton e McPherson (37). Os pacientes foram submetidos aos testes em 3 sessões, sendo a primeira de 5 minutos, a segunda de 40 minutos e a terceira com o aparelho não inflado, para controle. As pressões intra-oculares foram medidas com o pneumotonômetro antes da aplicação do aparelho, imediatamente depois e a cada 5 minutos até 40 minutos. Houve uma queda da pressão intra-ocular, significativamente maior, com a aplicação do redutor de Honan durante 40 minutos ($x = 14,3$ mmHg), em relação à de 5 minutos ($x = 8,8$ mmHg), diferentemente do que relataram Quist,

Stapleton e McPherson (37). O retorno das pressões aos níveis originais ocorreu aos 15 minutos, independente do tempo de compressão e da queda tensional.

Outro tipo interessante de massagem é o estudado recentemente por Germano (39), durante a convergência máxima induzida por prismas para longe. O autor, em 30 pacientes e com a ajuda de prismas, manteve um estado de convergência acomodativa máxima, durante 5 minutos, fixando um ponto a 5 m de distância. As pressões intra-oculares foram medidas com o tonômetro de aplanção antes e depois dessa manobra. Houve uma queda estatisticamente significativa da pressão, em média de 0,9 mmHg, que o autor atribuiu a um efeito de massagem conseqüente a contração prolongada do músculo reto medial, o mais grosso e poderoso entre os músculos extra-oculares.

Como vemos, os fenômenos da massagem ocular e recuperação da pressão, apesar de antigos, tem despertado através do tempo, o interesse dos oftalmologistas, com finalidades diagnósticas, terapêuticas e até como pesquisa pura sem aplicação imediata. Embora haja um consenso quase que geral quanto ao efeito hipotensor da massagem, os autores nem sempre concordam quanto aos tempos de recuperação da pressão intra-ocular.

As técnicas usadas para massagem são variadas, algumas quantificadas, como as que usam o oftalmodinamômetro de Bailliart e o tonômetro de Schiötz, outras impossíveis de dosar, como a compressão digital.

Mesmo com o oftalmodinamômetro de Bailliart, os autores têm usado, muitas vezes, uma força que ultrapassa em muito a pressão sistólica da artéria central da retina, o que leva a dúvidas se isso não comprometeria as respostas normais do olho, pela isquemia que acarreta.

O instrumento usado clinicamente para medida da pressão intra-ocular, com exceção de poucos trabalhos, foi o tonômetro de Schiötz com um só peso, o que torna as medidas imprecisas, não só pelo erro instrumental, que é significativa, mas também porque não

leva em consideração possíveis mudanças da rigidez ocular. No presente trabalho pretendemos estudar o efeito da massagem sobre a pressão intra-ocular e sua recuperação, usando o oftalmodinamômetro de Bailliart com uma força graduada para não interromper, totalmente, a irrigação através da artéria central da retina. Há, como vimos, algumas discordâncias quanto ao tempo de recuperação, após massagem, no olho humano normal. As medidas de pressão intra-ocular serão feitas por tonometria de aplanção, ficando, assim, livres de influências estranhas, principalmente da rigidez ocular.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Selecionamos 30 pacientes, entre 100 examinados que procuraram atendimento especializado junto ao Ambulatório de Oftalmologia do HCRP (FMRP-USP), com queixas sugestivas de presbiopia, durante um período aproximado de 3 meses.

A faixa etária variou dos 40 aos 73 anos, com maior frequência em torno dos 50 anos. Optamos pela escolha desse grupo etário pelo fato do glaucoma primário de ângulo aberto ser, nele, mais freqüente (40). Assim, conhecendo o resultado em pacientes normais, poderíamos aplicá-los por comparação, em investigações futuras que vierem a ser feitas com glaucomatosos.

Talvez em função da atividade desempenhada na sua classe social, a grande maioria das pessoas que solicitaram correção de sua presbiopia, foram do sexo feminino, representando 86,7%, fato já notado por Lauretti em 1972 (26).

Uma vez tomada a história clínica e antecedentes mórbidos procedemos, em todos os casos, aos exames na seguinte ordem:

- Medida da Acuidade Visual sem correção
- Retinoscopia
- Teste de Lentes
- Ceratometria
- Medida da Acuidade Visual corrigida
- Fundoscopia
- Biomicroscopia
- Tonometria de Aplanção
- Tonometria de Depressão
- Compressão do Globo Ocular
- Tonometria de Aplanção

DESCRIÇÃO DOS EXAMES:

Acuidade Visual

Foi tomada a distância de 6 metros com projetor de fabricação Rodenstok, utilizando-se optotipos com o E de Raskim, para cada olho separado, sendo os resultados anotados em escala decimal.

Retinoscopia

Utilizando o retinoscópio tipo Copeland de fabricação Bausch & Lomb, fizemos o teste objetivo observando o reflexo pupilar a distância aproximada de 66 centímetros, complementando-o com um teste subjetivo, com armação Topcon e lentes de prova. Geralmente os testes foram concordantes obtendo-se boa acuidade visual.

Ceratometria

Realizada com o ceratômetro Bausch & Lomb, anotando-se primeiramente o valor dióptrico do meridiano horizontal, em seguida o do meridiano vertical e o ângulo correspondente apenas ao meridiano mais curvo (41).

A ceratometria teve por finalidade afastar os astigmatismos muito altos, uma vez que podem influenciar as medidas tonométricas na razão de 1 mmHg para cada 3 dioptrias (42). Nos astigmatismos de mais de 3 dioptrias, a área aplanada torna-se elíptica e, assim sendo, nos casos a favor da regra, a pressão intra-ocular seria subestimada se os prismas do tonômetro fossem colocados na posição habitual. O contrário ocorreria se o astigmatismo fosse contra a regra. Nos dois casos seria forçoso o uso de técnicas especiais para medida da pressão intra-ocular (42) (43) (44), o que poderia diminuir a precisão das medidas, desejável no presente trabalho.

A ceratometria foi útil também, para afastar irregularidades corneanas que interferem na precisão das tonometrias, distorcendo suas figuras características (44).

Fundoscopia

Empregamos oftalmoscópio manual de luz halogenada, modelo Welch Allyn, para o exame direto, sem midríase medicamentosa, do polo posterior do olho, procurando estudar especialmente, as características do disco óptico, visando principalmente afastar os pacientes suspeitos de glaucoma.

Biomicroscopia

Realizada com lâmpada de fenda de fabricação Zeiss, estudando-se, principalmente, o segmento anterior do olho, com especial atenção para a integridade da córnea e do filme lacrimal. Tanto as córneas irregulares, quanto os olhos com deficiência de lágrima, podem distorcer as figuras tonométricas interferindo, portanto, com as leituras (43) (44), nesse aspecto a biomicroscopia complementou o exame ceratométrico.

Tonometria de Aplanção

Após anestesia tópica com 2 gotas de Cloridrato de Proximetacaina (Anestalcon), aplicadas a intervalo de 1 minuto no saco conjuntival, instilamos 1 gota de fluoresceína diluída a 0,5% em soro fisiológico procurando com isso condições ótimas de fluorescência na lágrima (45). Apesar de Goldmann e Schmidt (43) enfatizarem a importância da diferença de tensão superficial dos líquidos anestésicos instilados na lágrima, nas medidas de pressão intra-ocular, Moses (44) estimou a força de atração do menisco lacrimal para vários tipos de soluções, verificando uma variação muito pequena, e portanto, sem significado clínico. Assim, apenas nos preocupamos na escolha do anestésico que produzisse menor dano epitelial à córnea.

As medidas foram feitas usando o tonômetro de aplanção de Goldmann, de fabricação Haag-Streit, acoplado à lâmpada de fenda citada, com a seguinte técnica: o paciente acomodava-se sentado frente ao aparelho, apoiando convenientemente as mãos, fronto e mento, e olhando para um ponto de fixação situado a 3,5 metros de distância. Para não prejudicar esta fixação usamos nosso olho

direito para medir a pressão do olho direito do paciente, e nosso olho esquerdo para medir a do seu olho esquerdo. Não usamos a mira da lâmpada de fenda para evitar uma possível influência da acomodação sobre as leituras (46) (39).

O cone de plexiglass foi lavado com sabão neutro e água corrente, seco em papel absorvente, e adaptado para a ocular direita, com ângulo de 60 graus em relação ao feixe luminoso. A observação foi feita com aumento de 10 vezes, sob luz difusa e com filtro de cobalto.

Antes dos exames conversamos com cada paciente, informando sobre o que iríamos fazer, respondendo a possíveis dúvidas, avaliando, ao mesmo tempo, as possibilidades de colaboração, e procurando aliviar alguma tensão psíquica.

No início aproximamos, cuidadosamente, o tonômetro do olho, sem tocá-lo, até assegurar-nos de que não havia reação por parte do paciente. Nesse momento e com o instrumento ajustado para uma força inicial de 1gf (10 mmHg), avançamos o cone de encontro à córnea, observando os semicírculos característicos da área aplanada, procedendo aos ajustes de altura, espessura ou outros que fossem necessários. O ponto de leitura foi considerado quando os bordos internos dos semicírculos se tocavam, durante a fase correspondente à pressão sistólica (47).

Começando pelo olho direito fizemos, então, 4 leituras consecutivas e alternadas da pressão, em ambos olhos, as quais foram denominadas respectivamente de P1, P2, P3 e Po.

Em 1960 Schmidt (22) já recomendava que as tonometrias de aplanção fossem repetidas, alternadamente, em ambos olhos, em breves intervalos de tempo e durante 1 minuto, para estabilização das mesmas. Em 1961, Moses (48) também notou o fenômeno e o atribuiu, como Schmidt, principalmente ao relaxamento emocional, Lauretti e colaboradores (49), em 1972, realizaram 5 tonometrias de aplanção, em ambos olhos de 160 indivíduos pré-sbitas normais, como os nossos, e demonstraram que só não havia diferença

estatisticamente significativa entre a quarta e a quinta medida. Admitiram então, que em leituras sucessivas e alternadas da pressão ocular, na tonometria de aplanção, a estabilização ocorria a partir da quarta medida. Por essas razões consideramos a quarta leitura, denominada de P_0 , como a leitura estabilizada e representativa de cada paciente.

Tonometria de Depressão

Uma vez obtidas as pressões oculares estabilizadas, com o tonômetro de aplanção, fizemos em cada olho 3 medidas rápidas com um tonômetro mecânico de Schiötz Richter, estandardizado, usando o peso 5,5 g. A mediana dessas 3 medidas foi escolhida como representativa das leituras.

O paciente, sentado, reclinava-se em torno de 45 graus e fixava um ponto no teto de maneira a poder-se repousar o aparelho corretamente sobre a córnea, mas com um mínimo de elevação do globo ocular.

Em 1966, Lauretti (50) mostrou que medidas rápidas, com o tonômetro eletrônico de Schiötz, durando o tempo correspondente a 2 oscilações da pressão de pulso ocular, não massageavam o olho, porquanto tonometrias de aplanção tomadas, antes e depois, mantinham-se constantes. Em olhos enucleados e submetidos a infusão constante e repetidas tonometrias de depressão, as oscilações que ocorriam no traçado tonográfico, eram no máximo de 0,4 de divisão da escala, não podendo ser atribuídas a massagem ocular, porque ocorriam ora num sentido, ora em outro, havendo, no entanto, queda imediata da pressão quando o tonômetro repousava continuamente sobre a córnea.

Por esses motivos as nossas tonometrias com o aparelho de Schiötz duraram, aproximadamente, o tempo correspondente a 2 oscilações da pressão de pulso ocular cada uma, sendo que, para essas leituras, consideramos o valor intermediário entre as oscilações do ponteiro.

O peso 5,5g foi escolhido, também, como mais um cuidado

para evitar ao máximo a massagem ocular.

Estas tonometrias forneceram os dados para cálculo da rigidez e variação do volume ocular conseqüente à compressão.

O método usado para obtenção do coeficiente de rigidez ocular foi o método misto de Schmidt (51), empregando-se a fórmula:

$$K = \frac{\log Pt_{5,5} - \log Po}{Vc_{5,5} - 0,45} , \text{ onde,}$$

K = coeficiente de rigidez ocular (17)

Pt_{5,5} = pressão tonométrica fornecida pela leitura com peso 5,5g e a tabela correspondente de Friedenwald-1955 (19).

Po = pressão intra-ocular estabilizada obtida pela tonometria de aplanção.

Vc_{5,5} = volume da depressão corneana fornecida pela leitura do peso 5,5g e a tabela correspondente de Friedenwald-1955 (19).

0,45 = volume de aquoso deslocado pela córnea durante a tonometria de aplanção, em milímetros cúbicos (52).

Para o cálculo da variação do volume ocular conseqüente à compressão, aplicamos a fórmula: (18)

$$\Delta V = \frac{\log Po - \log P_{0Min}}{K} , \text{ onde,}$$

ΔV = variação do volume ocular conseqüente à compressão, em milímetros cúbicos.

Po = pressão ocular estabilizada, de aplanção, em mmHg.

P_{0Min} = pressão de aplanção logo após a compressão, isto é, aos zero minutos, em mmHg.

K = coeficiente de rigidez ocular.

Compressão do Globo Ocular

Com a finalidade de provocar o abaixamento da pressão ocular, de forma rápida e efetiva, para logo estudar o fenômeno

de recuperação tensional, comprimimos o olho, sobre a esclera temporal, a 4 milímetros do limbo, com um oftalmodinamômetro de Bailliart, semelhante ao que fez Magitot em 1922 (9) e durante um período de 3 minutos.

Convencionamos o uso de uma força de 60 gramas no oftalmodinamômetro porque, com isso, teríamos uma pressão ocular situada entre as pressões sistólica e diastólica da artéria central da retina (53) (54), o que não acarretaria uma isquemia completa, durante os experimentos de compressão. Realizamos um estudo piloto com 10 pacientes, nos quais, a medida que comprimimos o olho com o mesmo dinamômetro, observamos, sob oftalmoscopia direta, o momento em que a artéria central da retina começava a pulsar e nesse momento, consideramos a pressão ocular igual a pressão diastólica. No instante em que as pulsações se interrompiam estimamos que a força aplicada levava a pressão ocular aos níveis da pressão sistólica da artéria central da retina (54).

O valor de 60g no oftalmodinamômetro pareceu-nos o mais adequado para conseguir a pressão intermediária na artéria central da retina.

Os 3 minutos usados na compressão foram convencionados com o propósito de provocar um abaixamento na pressão eficaz mas no menor tempo possível, de forma que não se acionassem possíveis mecanismos de compensação (10) (23) (25), que tendessem a restabelecer a homeostase tensional do olho, já durante a compressão.

Para realização da manobra, o paciente permanecia na mesma posição, sentado e reclinado, na qual fizemos as tonometrias de Schiötz, porém, com os olhos em posição primária. O olho direito foi o escolhido para a compressão que foi realizada com o examinador em frente do paciente e usando sua mão direita, o que permitiu melhor controle da estabilidade da agulha em torno dos 60g convencionados. Com a mão esquerda controlamos o pulso radial do paciente, com a finalidade de surpreender possíveis alterações

provocadas pelo reflexo óculo-cardíaco. O olho esquerdo do paciente foi usado como controle.

Recuperação

Imediatamente a seguir, o paciente era encaminhado para a lâmpada de fenda, instilamos anestésico e fluoresceína, e então acompanhamos a recuperação tensional fazendo medidas com o tonômetro de aplanção, alternadas nos dois olhos, a cada 5 minutos, até o retorno da pressão aos níveis estabilizados de Po. Começamos pelo olho direito, que tinha sido comprimido, em todos os casos. No intervalo das aferições, o paciente permanecia sentado em frente ao aparelho, muitas vezes conversando com o médico, o que evitava sua movimentação pela sala.

O procedimento para cada tonometria foi o mesmo anteriormente descrito, e estas foram denominadas respectivamente de P0Min, P5Min, P10Min, P15Min, e assim sucessivamente.

FATORES DE CORTE

- 1 - Idade inferior a 40 anos pela justificativa já dada.
- 2 - Miopias acima de -1 dioptria, por alterarem a rigidez ocular (17) (55).
- 3 - Astigmatismos corneanos, medidos pela ceratometria, acima de 3 dioptrias, pelas razões já apresentadas.
- 4 - Anormalidades do segmento anterior, vistas pela biomicroscopia, especialmente na córnea, o que poderia interferir com as tonometrias. Não levamos em conta opacidades incipientes do cristalino.
- 5 - Anormalidades do disco óptico que pudessem sugerir glaucoma, como escavações grandes ou assimétricas (56).
- 6 - Pressão ocular estabilizada, Po, maior que 22 mmHg, valor considerado como limite estatístico de normalidade (43) (22) (57) (58).
- 7 - Falta de colaboração por parte do paciente, em qualquer fase do experimento, inclusive não abertura espontânea das

pálpebras durante as tonometrias ou compressão.

8 - Irregularidade dos semicírculos de fluoresceína durante as tonometrias, denotando ter sido o epitélio corneano lesado.

3 - RESULTADOS

A figura 1 mostra a distribuição de freqüência das pressões intra-oculares estabilizadas (P_o) nos 30 olhos submetidos a compressão.

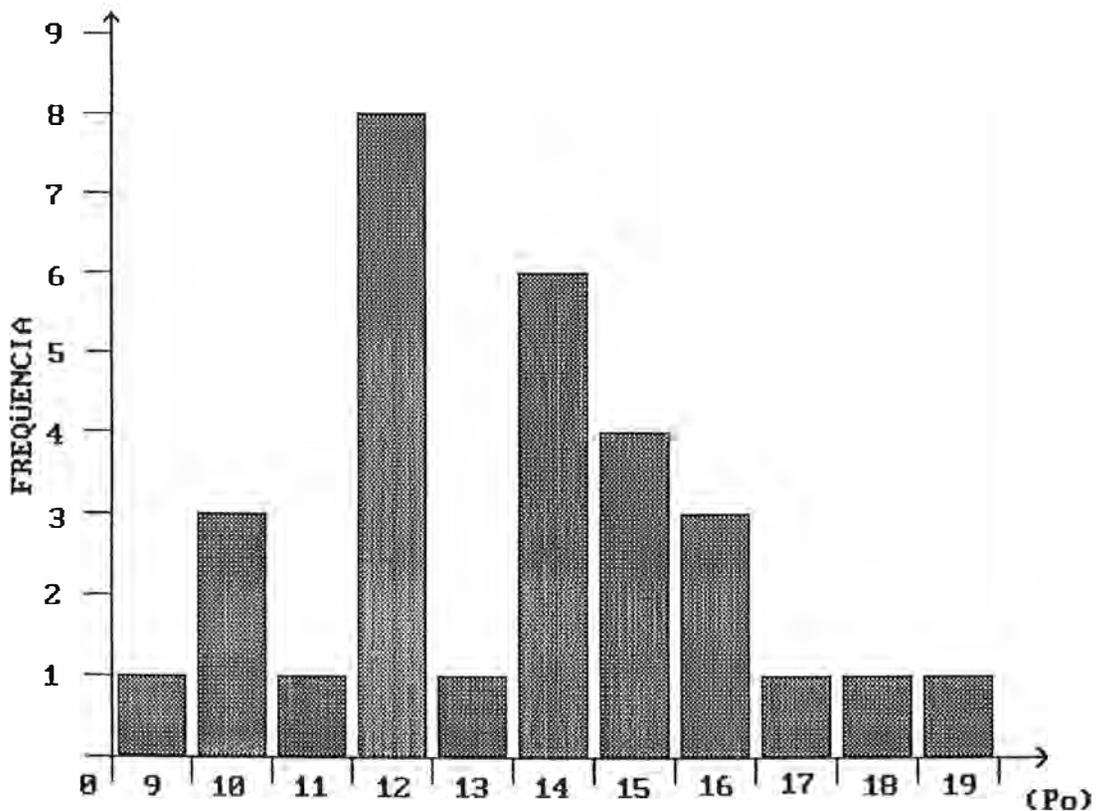


FIGURA 1 - Distribuição de freqüência das pressões intra-oculares estabilizadas (P_o) nos 30 olhos submetidos a compressão.

A média das pressões foi $x = 13,50$ mmHg e o desvio padrão $S = 2,45$.

A figura 2 mostra a distribuição de freqüência das pressões intra-oculares estabilizadas (P_o) nos 30 olhos controles, não submetidos, portanto, à compressão.

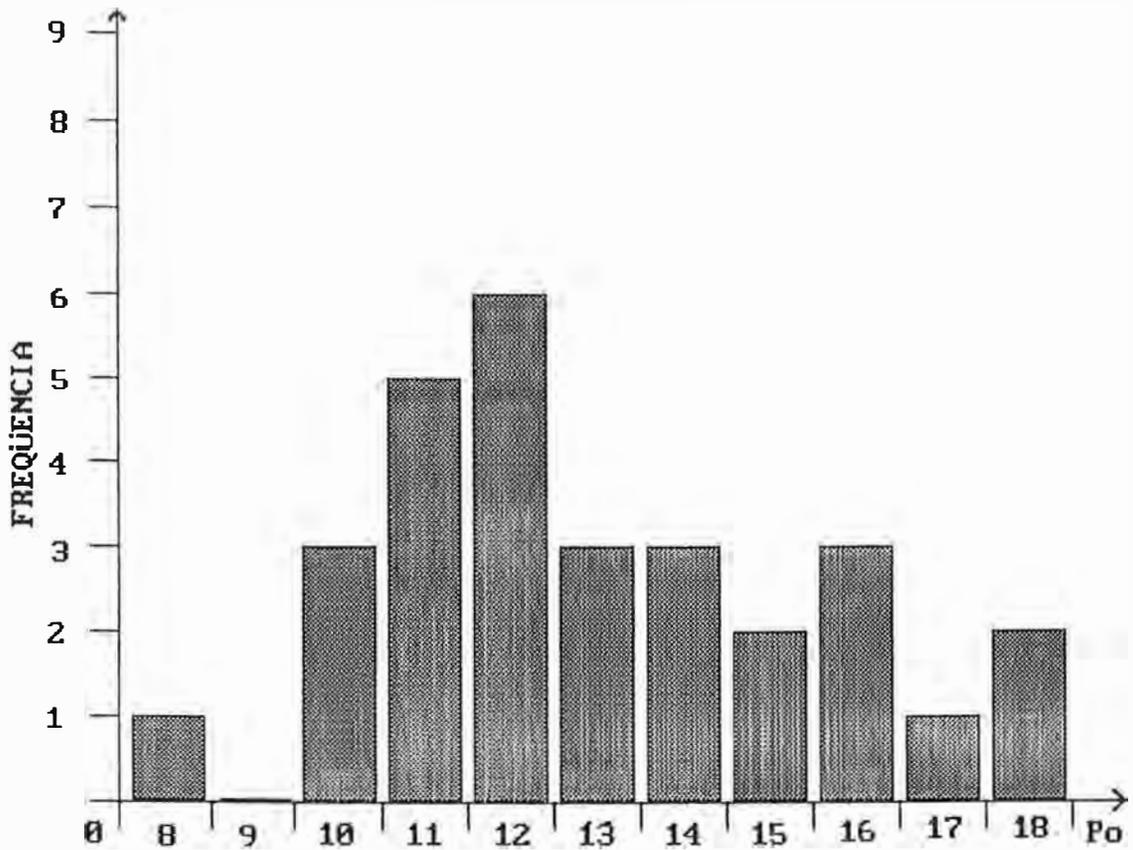


FIGURA 2 - Distribuição de freqüência das pressões intra-oculares estabilizadas (P_o) nos 30 olhos controles.

A média das pressões foi $\bar{x} = 13,10$ mmHg e o desvio padrão $S = 2,56$.

A Tabela 1 mostra as pressões intra-oculares estabilizadas (P_o) dos olhos submetidos a compressão, em correspondência com as pressões nesses mesmos olhos, imediatamente depois de cessada a compressão (P_{0Min}) e, também, aos 5 minutos (P_{5Min}) e aos 10 minutos (P_{10Min}) do tempo de recuperação.

TABELA 1 - Compressão: Pressões intra-oculares estabilizadas (Po) e, aos 0 minutos (P0Min), aos 5 minutos (P5Min) e aos 10 minutos (P10Min) do tempo de recuperação.

Po	P0Min	P5Min	P10Min
16,00	9,00	12,00	16,00
15,00	10,00	16,00	16,00
12,00	6,00	10,00	12,00
15,00	10,00	16,00	16,00
14,00	8,00	14,00	14,00
14,00	6,00	12,00	14,00
16,00	6,00	14,00	16,00
12,00	5,00	12,00	12,00
15,00	10,00	14,00	15,00
14,00	10,00	12,00	14,00
14,00	10,00	12,00	14,00
13,00	6,00	12,00	13,00
12,00	5,00	12,00	12,00
18,00	8,00	12,00	18,00
11,00	5,00	8,00	11,00
12,00	7,00	11,00	12,00
15,00	11,00	13,00	15,00
14,00	8,00	13,00	13,00
12,00	8,00	12,00	12,00
12,00	6,00	8,00	12,00
12,00	7,00	10,00	12,00
16,00	13,00	17,00	17,00
9,00	4,00	9,00	10,00
10,00	6,00	9,00	10,00
17,00	14,00	14,00	16,00
14,00	10,00	13,00	15,00
10,00	4,00	8,00	10,00
12,00	4,00	12,00	12,00
19,00	13,00	18,00	22,00
10,00	8,00	10,00	10,00

O teste de Friedman (59) para grandes amostras, aplicado aos valores da Tabela 1, mostrou $X^2 = 63,75$ com probabilidade praticamente igual a zero para a hipótese H_0 . Houve, portanto, diferenças estatisticamente significantes entre as pressões intra-oculares nas diferentes fases do experimento de compressão.

A Tabela 2 mostra as correspondentes pressões intra-oculares Po, P0Min, P5Min e P10Min, nos olhos controles, não submetidos a compressão.

TABELA 2 - Olhos controles: Pressões intra-oculares estabilizadas (Po) e, aos 0 minutos (P0Min), aos 5 minutos (P5Min) e aos 10 minutos (P10Min) do tempo de recuperação.

Po	P0Min	P5Min	P10Min
16,00	16,00	15,00	16,00
15,00	16,00	16,00	16,00
13,00	14,00	13,00	13,00
16,00	15,00	16,00	16,00
12,00	13,00	13,00	13,00
16,00	18,00	16,00	16,00
13,00	13,00	13,00	13,00
10,00	10,00	11,00	11,00
15,00	15,00	15,00	15,00
14,00	14,00	14,00	14,00
12,00	12,00	13,00	13,00
14,00	14,00	13,00	13,00
13,00	13,00	13,00	13,00
18,00	17,00	17,00	18,00
11,00	11,00	11,00	11,00
12,00	12,00	12,00	12,00
11,00	11,00	11,00	11,00
11,00	11,00	11,00	11,00
12,00	12,00	12,00	12,00
12,00	12,00	12,00	12,00
11,00	11,00	11,00	11,00
16,00	16,00	17,00	17,00
8,00	8,00	8,00	8,00
11,00	11,00	11,00	11,00
18,00	16,00	16,00	16,00
14,00	15,00	14,00	15,00
10,00	10,00	10,00	10,00
12,00	14,00	14,00	14,00
17,00	18,00	17,00	17,00
10,00	10,00	10,00	10,00

O mesmo teste de Friedman aplicado aos valores da tabela 2 mostrou $X^2 = 1,16$ com probabilidade de 32,84 % para a hipótese H_0 . Não houve, portanto, diferenças estatisticamente significantes entre as pressões intra-oculares dos olhos controles durante o experimento de compressão.

A Tabela 3 mostra a distribuição de freqüência das diferenças entre as pressões P0Min, medidas imediatamente após o término da compressão, e as pressões Po estabilizadas, nesses mesmos olhos, antes da compressão.

TABELA 3 - Diferenças entre pressões medidas imediatamente após o término da compressão (P0Min) e pressões estabilizadas (Po) antes da compressão.

P0Min - Po	Freqüência
-2	1
-3	2
-4	6
-5	6
-6	7
-7	4
-8	2
-10	2

Em todos os pacientes houve redução da pressão intra-ocular, conseqüente à compressão, em valores que variaram de -2 mmHg a -10 mmHg, com média $x = -5,6$ mmHg.

A Tabela 4 mostra a distribuição de freqüência entre as pressões P5Min, aos 5 minutos do tempo de recuperação, e as pressões estabilizadas, Po, nesses mesmos olhos antes da compressão.

TABELA 4 - Diferenças entre pressões intra-oculares, aos 5 minutos do tempo de recuperação (P5Min) e pressões estabilizadas (Po) antes da compressão.

P5Min - Po	Freqüência
+1	3
0	7
-1	7
-2	8
-3	2
-4	2
-6	1

Em 10 pacientes houve recuperação total das pressões intra-oculares 5 minutos depois de cessada a compressão, sendo que, em 3 pacientes, as pressões recuperaram-se e ultrapassaram em 1 mmHg a pressão inicial estabilizada; nos restantes 20 pacientes as pressões intra-oculares ainda permaneciam abaixo da

pressão inicial (P_0), 5 minutos depois de terminada a compressão; a média das diferenças $P5Min - P_0$ foi de $-1,33$ mmHg.

A tabela 5 mostra a distribuição de freqüência das diferenças entre as pressões $P10Min$, aos 10 minutos do tempo de recuperação e as pressões estabilizadas, P_0 , nesses mesmos olhos, antes da compressão.

TABELA 5 - Diferenças entre pressões intra-oculares, aos 10 minutos do tempo de recuperação ($P10Min$) e pressões estabilizadas (P_0), antes da compressão.

$P10Min - P_0$	Freqüência
+3	1
+1	5
0	22
-1	2

Em 28 pacientes as pressões intra-oculares recuperaram-se totalmente, aos 10 minutos, sendo que, em 6, ultrapassaram as pressões iniciais em valor máximo de $+3$ mmHg. Em apenas 2 pacientes as pressões intra-oculares permaneceram 1 mmHg abaixo da inicial aos 10 minutos, porém, em 1 a pressão recuperou-se aos 15 minutos e em outro aos 20 minutos depois de terminada a compressão. Nos 6 olhos em que a pressão intra-ocular ultrapassou a pressão inicial aos 10 minutos, um retornou ao nível inicial estabilizado (P_0) aos 15 minutos; em 1 esse retorno ocorreu aos 20 minutos e, nos 4 restantes, as pressões permaneciam acima da inicial estabilizada (P_0), 30 minutos depois de cessada a compressão. A média das diferenças $P10Min - P_0$ foi de $+0,2$ mmHg.

A fim de detectarmos qual ou quais diferenças foram estatisticamente significantes, nas diferentes fases do experimento de compressão, comparamos as pressões P_0 estabilizadas com as pressões $P0Min$, $P5Min$ e $P10Min$ medidas depois de cessada a compressão. O procedimento utilizado foi o das comparações múltiplas para grandes amostras, de Friedman (59), cujos resulta-

dos são apresentados na tabela 6 para $\alpha = 0,05$.

TABELA 6 - Comparações múltiplas segundo o procedimento de Friedman para as pressões intra-oculares da tabela 1.

Comparações	Valor Observado	Valor Crítico	Decisão
Po x P0Min	66,00	23,50	Po \neq P0Min
Po x P5Min	23,50	23,50	Po \neq P5Min
Po x P10Min	8,50	23,50	Po = P10Min

A observação dos resultados indica uma diferença altamente significativa entre Po e P0Min e, por outro lado, há uma forte evidência de igualdade entre Po e P10Min. Isto é, não há dúvidas de que a compressão ocular, como efetuada em nosso experimento, provoca uma queda significativa da pressão, a qual está recuperada 10 minutos depois de terminada está compressão. Já aos 5 minutos, a diferença entre Po e P5Min, embora estatisticamente significativa, não é tão evidente.

O comportamento das pressões intra-oculares, durante o experimento de compressão, é evidenciado de forma clara e explícita através das figuras 3, 4 e 5 que relacionam os valores observados na tabela 1.

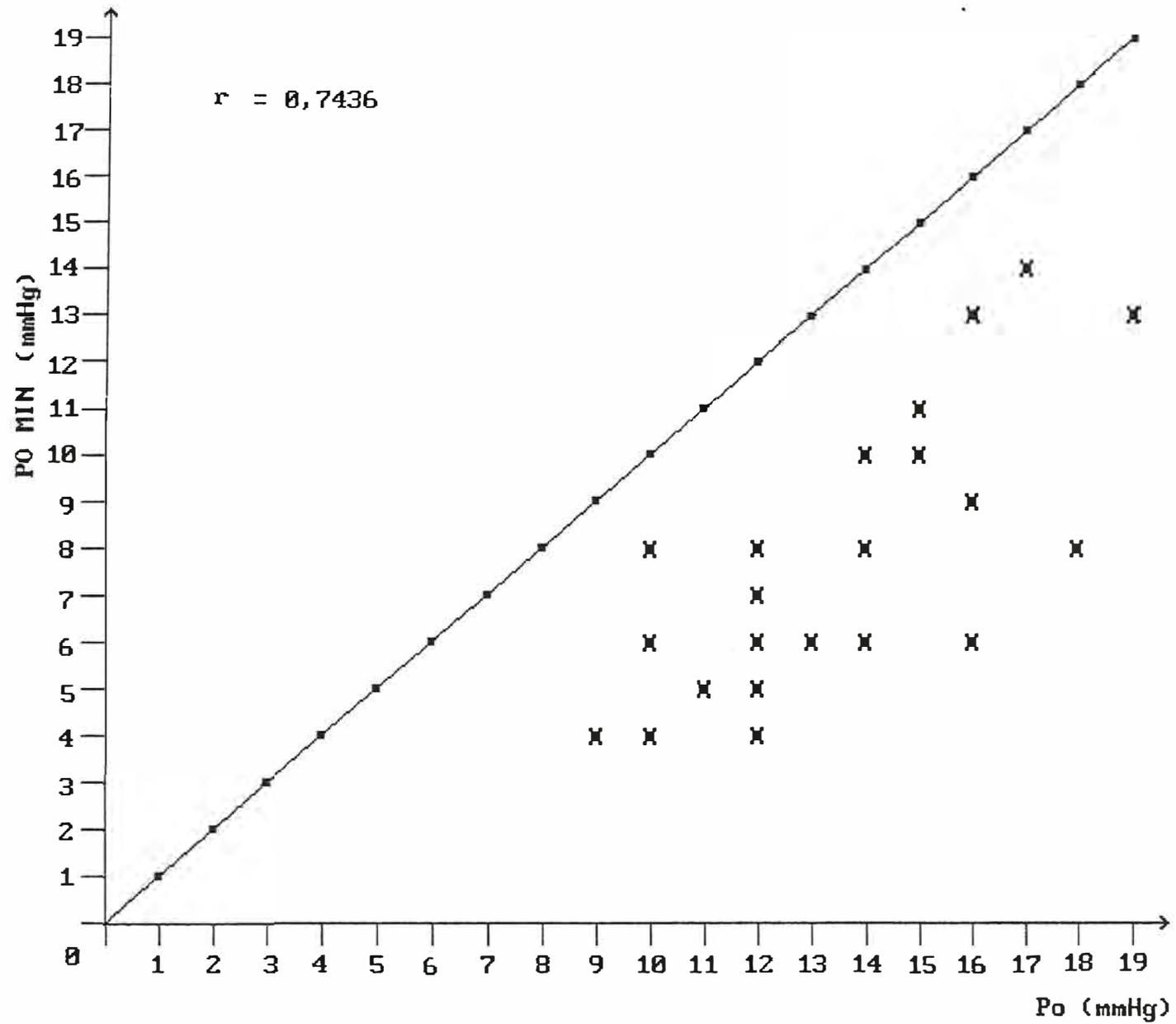


Figura 3 - Pressão intra-ocular ao zero minuto após compressão (PO MIN), versus a pressão intra-ocular estabilizada (Po), em mmHg.

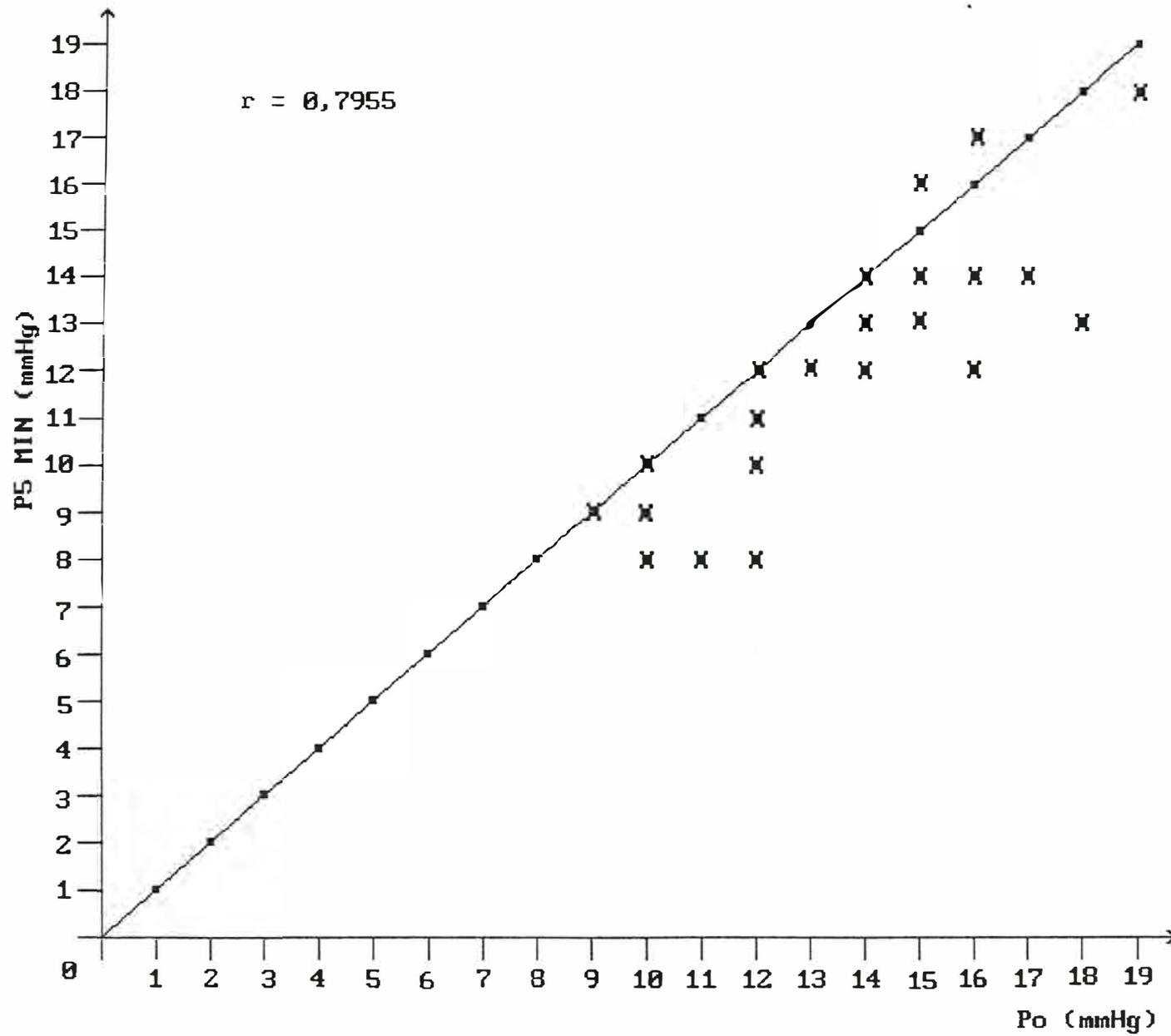


Figura 4 - Pressão intra-ocular aos cinco minutos do período de recuperação após compressão (P5 MIN), versus a pressão intra-ocular estabilizada (Po), em mmHg.

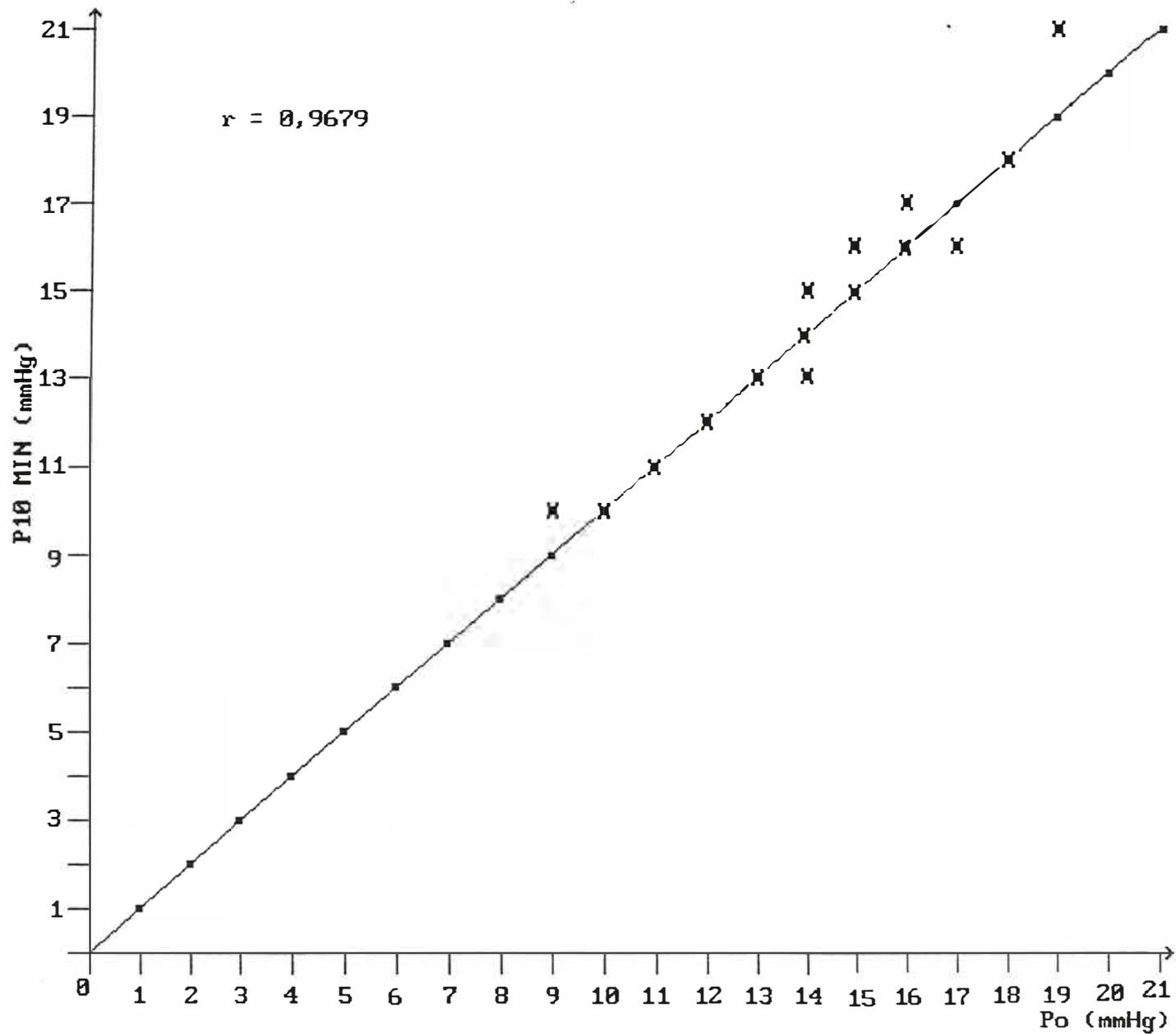


Figura 5 - Pressão intra-ocular aos dez minutos do período de recuperação após compressão (P10 MIN), versus a pressão intra-ocular estabilizada (Po), em mmHg.

Assim, na figura 3, que relaciona as pressões estabilizadas P_o com as correspondentes medidas imediatamente após a compressão, P_{0Min} , vemos a totalidade dos pontos deslocados para o lado de P_o . Isso significa que, P_o sempre foi maior que P_{0Min} , ou seja, a compressão provocou queda da pressão em todos os olhos.

Já na figura 4, que relaciona as pressões estabilizadas P_o com as P_{5Min} , medidas aos 5 minutos da fase de recuperação, vemos alguns pontos sobre ou ultrapassando a reta de igualdade, embora a grande maioria ainda se desloque para o lado de P_o . Isso significa que houve recuperação em alguns olhos aos 5 minutos, a qual atingiu 1/3 dos casos em nosso experimento.

Aos 10 minutos do tempo de recuperação (figura 5) quase a totalidade dos pontos estão sobre a reta de igualdade, indicando recuperação total da pressão intra-ocular, nesse tempo de observação.

Confirmando, ainda, a característica comportamental do fenômeno de recuperação, os coeficientes de correlação $r=0,7436$; $0,7955$ e $0,9679$, correspondentes aos dados das figuras 3, 4 e 5, respectivamente, identificam a tendência dos pontos de se aproximarem da reta que define a igualdade entre pressão intra-ocular estabilizada e pressão intra-ocular no período de recuperação, a medida que o tempo de recuperação se aproxima dos 10 minutos.

Do mesmo modo como para os olhos submetidos a compressão, fizemos o estudo para os olhos controles, o que pode ser observado através das figuras 6, 7 e 8.

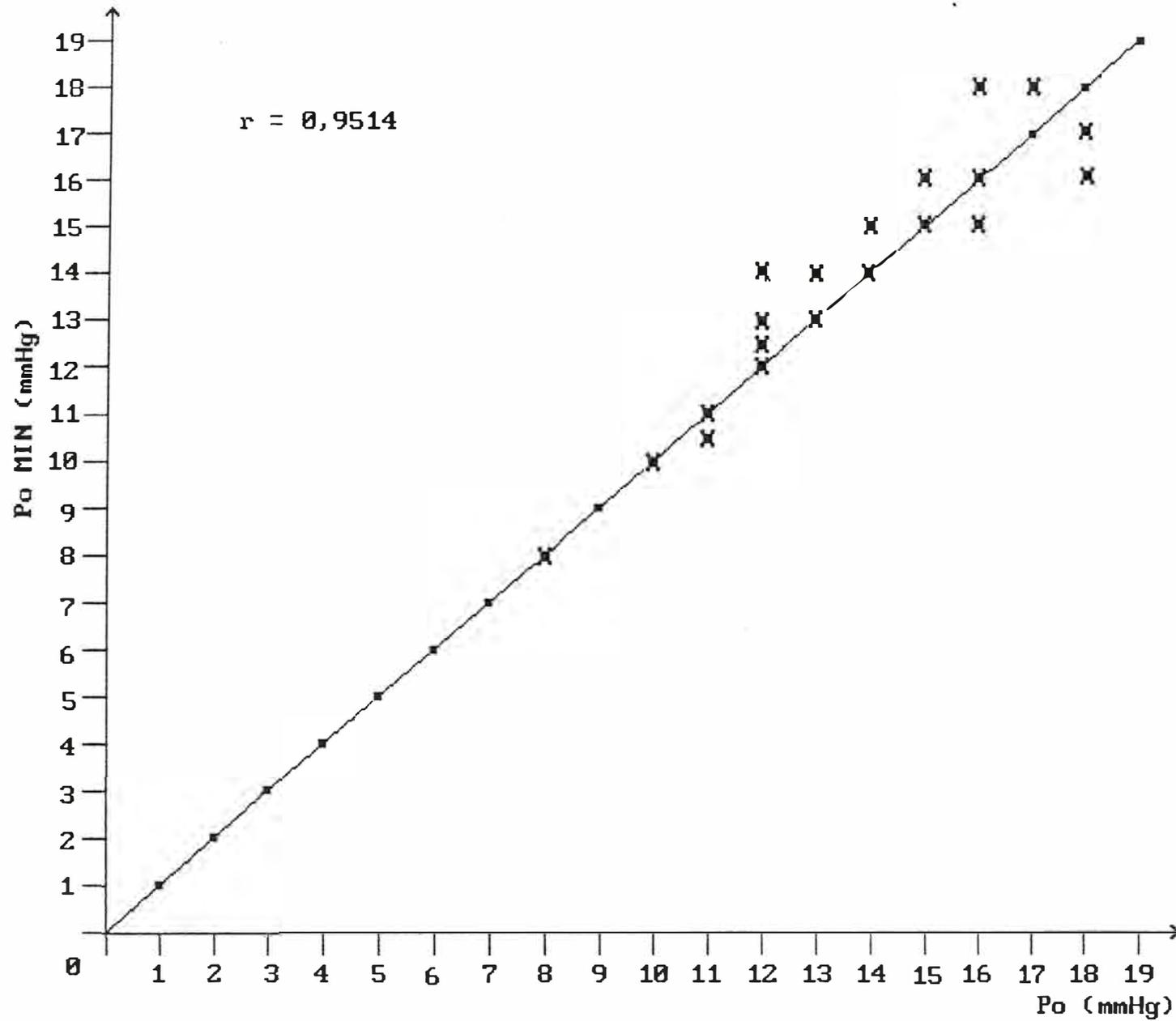


Figura 6 - Pressão intra-ocular ao zero minuto após compressão (Po MIN), versus a pressão intra-ocular estabilizada (Po), em mmHg, nos olhos controle.

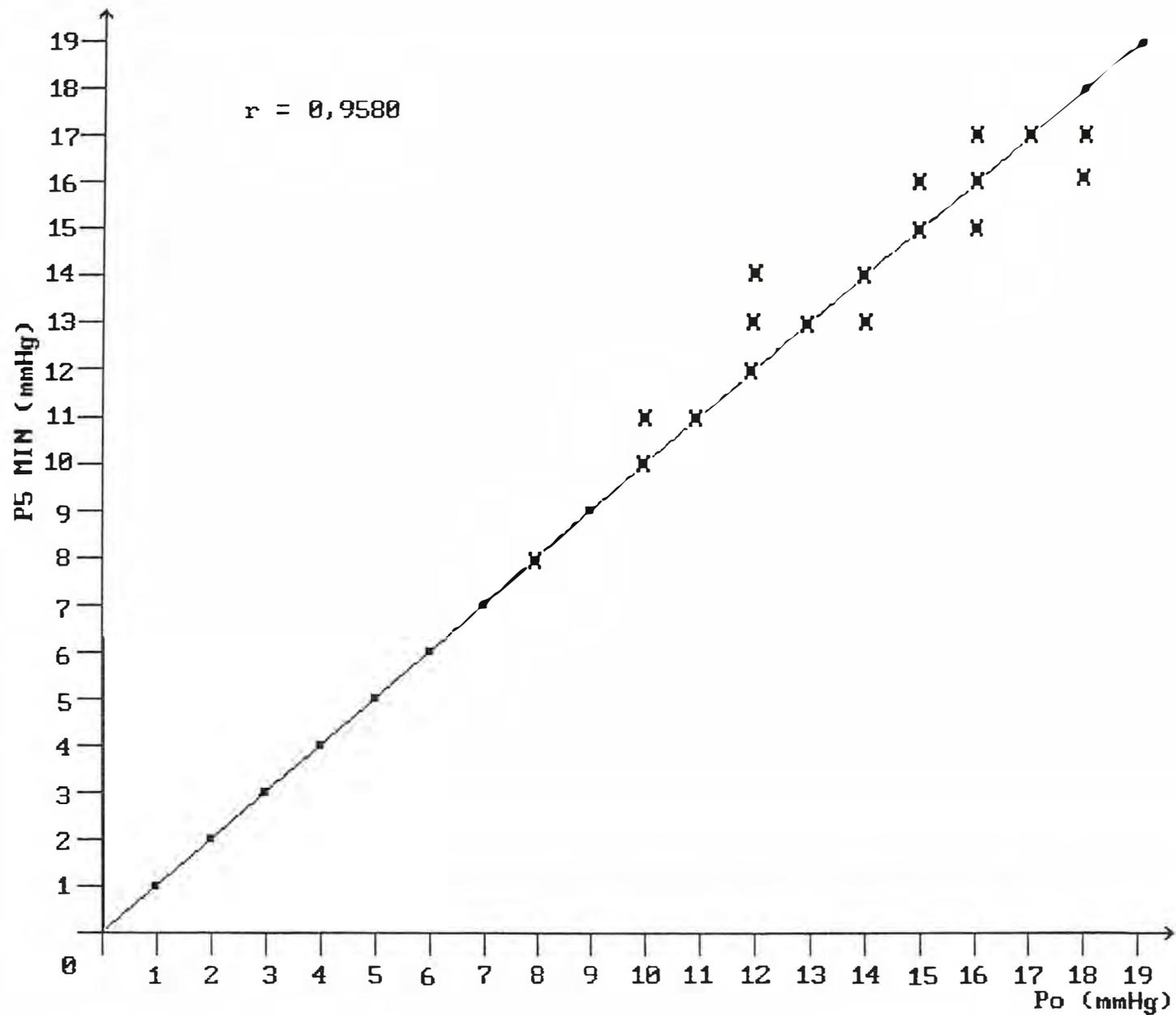


Figura 7 - Pressão intra-ocular aos cinco minutos do período de recuperação (P5 MIN), versus a pressão intra-ocular estabilizada (Po), em mmHg, nos olhos controle.

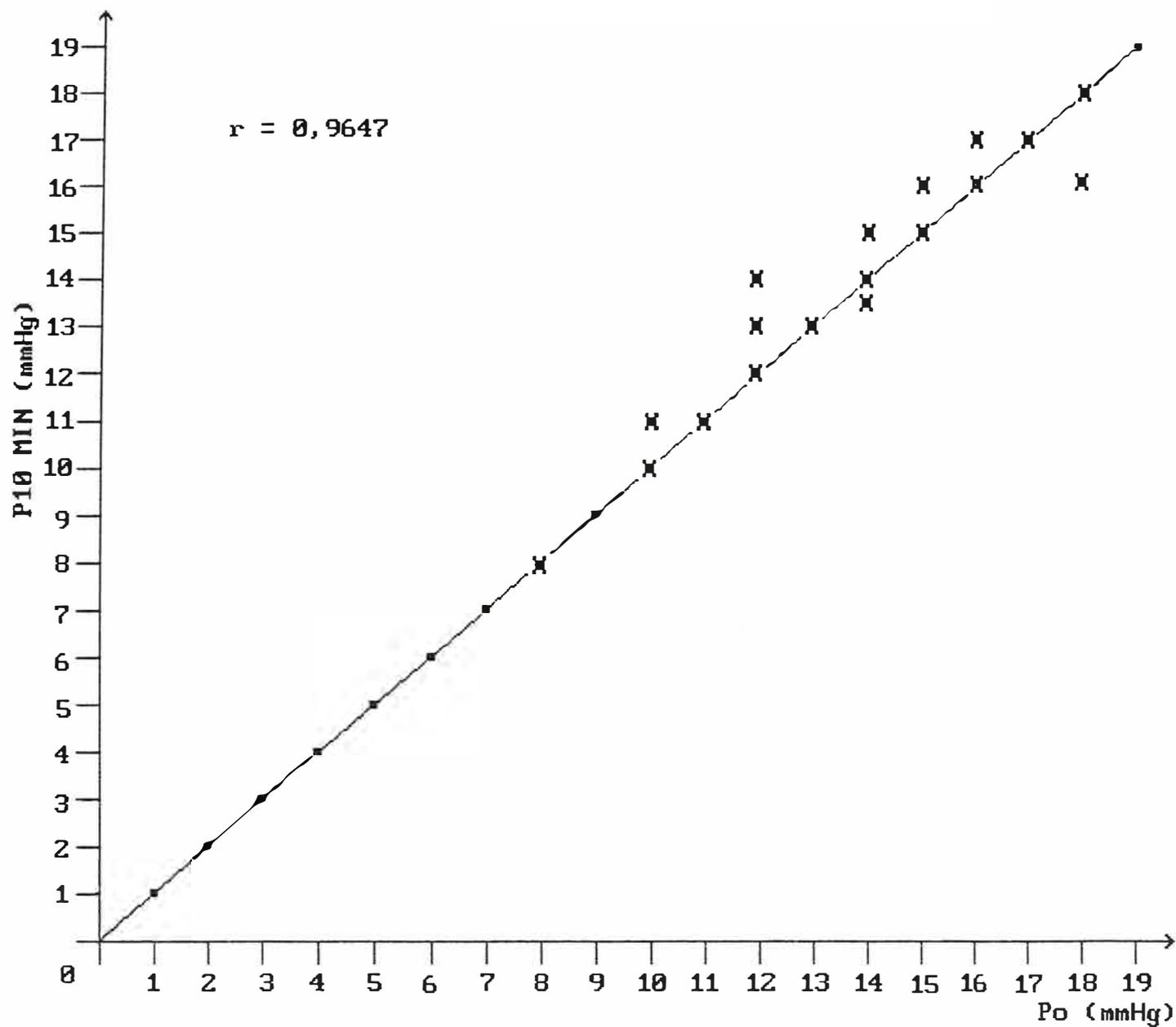


Figura 8 - Pressão intra-ocular aos dez minutos do período de recuperação (P10 MIN), versus a pressão intra-ocular estabilizada (Po), em mmHg, nos olhos controle.

Como podemos observar, os pontos (P_o, P_{0Min}) , (P_o, P_{5Min}) e (P_o, P_{10Min}) dos olhos controles, correspondentes aos gráficos 6, 7 e 8, respectivamente, comportam-se de forma bastante próxima aos do gráfico 5, correspondente aos olhos comprimidos, aos 10 minutos do tempo de recuperação, ou seja, quase a totalidade dos pontos são de forma que P_o é igual a P_{0Min} , a P_{5Min} e a P_{10Min} , indicando que as pressões intra-oculares não variaram nos olhos controles durante o experimento de compressão. Isso fica, também, evidente com a proximidade observada entre os coeficientes de correlação correspondentes nos dados das figuras 6, 7 e 8, quais sejam, respectivamente, 0,9514; 0,9580 e 0,9647.

4 - DISCUSSÃO

Desde que Pagenstecher (1), no final do século passado, descreveu o efeito da massagem sobre a pressão intra-ocular, esse fenômeno vem interessando os oftalmologistas que o tem estudado sob diversos aspectos. Assim, a princípio, a massagem foi usada com finalidade terapêutica da miopia e do glaucoma(10), porém, logo seu estudo foi direcionado para o diagnóstico do glaucoma, onde foi muito empregado. A seguir, a massagem foi usada para melhoria da anestesia local e prevenção das complicações nas cirurgias intra-oculares, especialmente da catarata, persistindo, nesse campo, o seu uso até hoje.

O método usado por Pagenstecher (1) foi o da massagem digital simples, através das pálpebras fechadas. Atkinson (29) (30) recomendou a massagem com movimentos rotatórios do globo ocular, visando melhor difusão do anestésico. Chandler (60) parece ter sido o primeiro a usá-la, durante 5 minutos, após anestesia retrobulbar, pensando em prevenir as complicações cirúrgicas. Kirch e Steinman (31) a recomendaram, vivamente, após verificarem que não tinham tido nenhuma perda de vítreo, em 100 cirurgias consecutivas de catarata em que a empregaram.

Outros autores, como Everett, Vey e Veenis (32), Robins, Blumenthal e Galin (24) e Obstbaum, Robbins e Best (25), realizaram a massagem por compressão firme, interpondo entre os dedos e o olho fechado, uma gaze dobrada. Hildreth (34) recomendou uma pressão leve, o suficiente para obstruir a pressão venosa, durante 90 segundos, seguida de pressão firme durante 3,5 minutos. Para essa manobra os 3 dedos médios da mão esquerda eram apoiados sobre a pálpebra superior, forçando o olho para baixo,

e os da mão direita pressionavam sobre eles.

Schiötz (4) foi o primeiro a realizar a massagem corneana, com seu tonômetro de depressão, observando que a tensão caía quando o instrumento repousava continuamente sobre o olho. Esse método logo foi usado por outros observadores com finalidade diagnóstica do glaucoma, como Polak Van Gelder (6) que chegou a deixar o instrumento sobre o olho, durante 5 minutos, com os pesos 5,5 e 7,5g. Böck, Kronfeld e Strough (5) usaram o tonômetro mecânico de Schiötz com o peso 15g durante 2 minutos, aumentando portanto a força, e diminuindo o tempo.

Moses e Bruno (61), que foram os precursores da tonografia, usaram um tonômetro eletrônico aplicando-o sobre a córnea durante 1 a 2 minutos, registrando as leituras por fotografias do ponteiro. Foi no entanto, com o advento do tonômetro eletrônico de Schiötz com registro e a descrição do método tonográfico por Grant (14), que a massagem tonométrica passou a ser largamente usada, tendo papel importante no diagnóstico do glaucoma, bem como nos testes de drogas e nos procedimentos antiglaucomatosos. Leydhecker (16) ampliou o tempo de massagem tonométrica descrevendo um método em que o instrumento ficava, continuamente, sobre a córnea durante 7 minutos.

Bonnefon (62) parece ter sido o primeiro a realizar a massagem com o oftalmodinamômetro de Bailliart, aplicando-o sobre a esclera, com uma força de 150g durante 4 minutos. Esse método foi usado por outros autores, com a finalidade de quantificar a força de compressão, como Magitot (9), em 1922, que empregou 200 e 250g durante 5 minutos, e Dominguez (11), em 1931, que usou 250g por 7 a 10 minutos.

Obstbaum, Robbins e Best (25) realizaram a massagem com o oftalmodinamômetro de Bailliart sobre a córnea, com uma força de 50g, durante 5 minutos e meio. Blaxter (20) utilizou um método combinado de massagem, com o oftalmodinamômetro sobre a parte lateral da esclera e o tonômetro de Schiötz, simultaneamente,

sobre a córnea. Embora esse autor afirmasse estar usando uma força total de 65g, isto é, 50g com o oftalmodinamômetro e 15g com o tonômetro de Schiötz, essa, na verdade, era de 76g. O peso 15g, no tonômetro de Schiötz, refere-se somente ao peso adicional mais os pesos do pistão, da alavanca e do ponteiro do instrumento. Se levarmos em consideração, também os valores do suporte do pistão, com sua base corneana e da escala, o peso real do tonômetro de Schiötz, munido do peso 15g, é de 26g.

Entre essas várias alternativas para compressão do globo ocular, em nosso trabalho optamos pelo uso do oftalmodinamômetro de Bailliart porque, além de ser um instrumento de fácil uso, apresenta inúmeras vantagens sobre os outros métodos. Magitot (10) já dizia que a massagem digital supõe um coeficiente de apreciação pessoal que torna difícil a sua dosagem. Recomendou o uso do oftalmodinamômetro porque o valor da compressão pode ser facilmente medido em gramas. Realmente o oftalmodinamômetro de Bailliart permite uma avaliação contínua da força de compressão exercida, dentro de uma gama ampla de variação, a partir do zero.

A grande maioria dos autores, com exceção de Obstbaum, Robbins e Best (25), aplicou o oftalmodinamômetro sobre o lado temporal da esclera. Preferimos, também, esse modo de aplicação porque permite a observação simultânea da artéria central da retina, além de preservar a córnea para as tonometrias de aplanção. O uso do oftalmodinamômetro sobre a córnea, como fizeram Obstbaum, Robbins e Best (25), dificilmente não comprometeria as medidas de pressão se o tonômetro de aplanção fosse usado.

O uso do tonômetro de Schiötz, para compressão do globo ocular poderia, igualmente, comprometer as tonometrias de aplanção, além de não permitir, também, a observação simultânea do fundo do olho. Além disso, o tonômetro de Schiötz não permite grandes variações na força aplicada, a qual pode ser unicamente de 4 valores, a saber: 16,5g para o peso 5,5g; 18,5g para o peso

7,5g; 21g para o peso 10g e 26g para o peso 15g.

A força usada para compressão do olho, bem como o tempo durante o qual é exercida foram, também, dois fatores que levamos em consideração, pelos perigos potenciais que representam.

O primeiro é o reflexo óculo-cardíaco que ocorre em virtude da associação do V par craniano com o nervo vago (63). Esse reflexo traduz-se por uma diminuição do débito cardíaco, em consequência de pressão exercida sobre o olho, e pode ser de tal severidade a ponto de tornar-se crítico, levando a parada cardíaca (63).

Kirsch, Samet, Kugel e Axenrod (64), estudando o eletrocardiograma no decurso de 10 tipos de cirurgias oculares, encontraram mudanças significantes em 30% dos casos, sendo que, em 4%, ocorreu parada cardíaca temporária. Entre os fatores implicados como causa, os autores citam a pressão digital sobre o olho. Referem também, que a anestesia retrobulbar aboliu o reflexo óculo-cardíaco.

É evidente, como salientou Magitot (10), que a compressão do olho não deve ser muito enérgica, pelo perigo de desencadear o reflexo óculo-cardíaco, porém, não pode ser tão débil a ponto de não provocar mudanças significantes na pressão intra-ocular. Baseado em suas experiências Magitot concluiu que a força de 200g a 250g, aplicadas com o oftalmodinamômetro sobre a esclera, durante 5 minutos, é eficaz e bem tolerada.

O segundo perigo da compressão do olho é a isquemia, cujos resultados dependerão da pressão exercida e do tempo de aplicação. Quando se aplica uma pressão sobre o olho, o sistema venoso primeiramente, e em seguida o arterial, são ocluídos, o que pode ser visto oftalmoscopicamente, quando se usa o oftalmodinamômetro com força crescente. Um ponto teoricamente perigoso é quando se interrompe o suprimento capilar para as células ganglionares da retina (33), sendo também conhecido o fato clínico de que a oclusão da artéria central da retina leva a perda da visão em

alguns segundos.

Givner e Jaffe (65), exercendo uma pressão contra o olho, a ponto de interromper a circulação retiniana, durante 20 minutos, encontraram hemorragias retinianas, em coelhos, e hiperemia do disco óptico, em macacos. Esses autores citam, também, dois casos em que, após choque hipovolêmico ocorrido durante cirurgia, houve oclusão da artéria central da retina, com perda acentuada da visão. Um dos pacientes, operado renal, queixou-se, antes de perder a consciência, de que o anestesista apertava-lhe o olho direito, por sinal o mesmo em que ocorreu o acidente vascular. Os autores perguntam se essa coincidência duplicada não envolveu um fator causal, mais do que fatos não relacionados ocorridos ao acaso. Anderson e Saltzman (66) referem que, se a pressão intra-ocular é subitamente aumentada a níveis superiores aos da pressão sistólica da artéria central da retina, ocorre um "blackout" visual em poucos segundos, embora seja reversível, também em breve período de tempo.

As alterações do fluxo sanguíneo conseqüentes à massagem foram, também, verificadas por Jay, Aziz e Green (67) usando microesferas de 88 Ss. Esses autores determinaram, em coelhos, o fluxo sanguíneo através da íris, corpo ciliar, coróide, retina e nervo óptico durante massagem digital de 15 minutos e após 2 e 15 minutos dessa terminada. Aos 2 e 15 minutos depois da massagem, houve aumento significativo do fluxo sanguíneo em todos os tecidos estudados, em relação ao período de massagem. Em relação ao grupo controle, o fluxo sanguíneo aumentou, aos 2 minutos, na íris, coróide e retina, sendo que, aos 15 minutos aumentou na íris, retina e nervo óptico. Os autores aventaram a hipótese dessa hiperemia ser compensatória da isquemia, durante a massagem, e ser devida a liberação de agentes endógenos nos tecidos ou a produção de radical superóxido.

É impossível determinar com exatidão, pela oftalmodinamometria, a pressão da artéria central da retina, antes da aplicação

do instrumento (68). Admite-se, no entanto, que a pressão média, na origem da artéria retiniana, esteja em torno de 70 mmHg, quando a pressão braquial média é de 100 mmHg (53). Parece lógico, portanto, admitir que uma pressão em torno de 65 a 70 mmHg, sobre a artéria central da retina, não interrompa totalmente o seu fluxo.

Por outro lado, sem considerar o valor exato da pressão na artéria central da retina, é possível encontrar um valor em gramas, no oftalmodinamômetro, que eleva a pressão intra-ocular a um ponto situado entre as pressões sistólica e diastólica, observando-se o início e fim das pulsações. Com essa finalidade, fizemos um estudo prévio de 10 pacientes com idades variando entre 40 e 73 anos, nos quais determinamos as forças, no oftalmodinamômetro, correspondentes às pressões diastólicas e sistólicas da artéria central da retina, para cada olho (tabela 7).

TABELA 7 - Forças (g), no oftalmodinamômetro de Bailliart, correspondentes às pressões diastólicas e sistólicas (mmHg) da artéria central da retina, em 10 pacientes.

Identificação	Olho direito		Olho esquerdo	
	Diastólica	Sistólica	Diastólica	Sistólica
1	25	90	20	100
2	20	100	20	95
3	40	120	40	120
4	30	110	30	120
5	20	80	25	80
6	45	120	40	110
7	50	115	40	95
8	45	100	35	115
9	40	80	30	70
10	35	90	30	85
Medias	35,00	100,50	31,00	99,00

A menor força correspondente à pressão sistólica foi de 70g e ocorreu no olho esquerdo do paciente identificado com o número 9. Se nesse paciente fosse aplicada uma força de 70g, com o oftalmodinamômetro, haveria interrupção total do fluxo através da

artéria central da retina. O valor de 60g pareceu-nos, portanto, aquele que pudesse ser aplicado em todos os olhos, sem o inconveniente de obstrução total daquele fluxo sanguíneo, ficando, também, próximo ao valor médio correspondente às pressões diastólica e sistólica. Além disso a força de 60g ficou muito aquém dos valores de 200 e 250g estabelecidos como seguros, por Magitot (10), em relação ao reflexo óculo-cardíaco.

Quanto à força usada na massagem digital firme, por diversos autores, embora variável e difícil de ser medida, seguramente ultrapassa a pressão sistólica da artéria central da retina, porquanto se aplicada contra o oftalmodinamômetro, o instrumento atinge facilmente o final da escala. É difícil conceber que tal força, mesmo com os cuidados de interrupções periódicas, não perturbe, de algum modo, um órgão tão delicado e extremamente organizado, como Stocker (69) qualificou o olho. É possível, também, que se fizéssemos um estudo rotineiro e minucioso da retina, em pacientes operados de catarata com prévia massagem digital, encontraríamos alguma alteração decorrente da isquemia.

A massagem tonométrica, ao contrário da digital, leva a pressão do olho normal a níveis um tanto baixos em relação à pressão sistólica da artéria central da retina. Não é possível medir-se a pressão da artéria durante a aplicação do tonômetro, mas se pode fazer algumas inferências sobre seus valores, no olho normal.

Assim, considerando a pressão intra-ocular média entre 13 e 14 mmHg (58), teríamos, aproximadamente, para uma rigidez ocular de 0,0215, as leituras 6 para o peso 5,5g; 9 para o peso 7,5g; 11 para o peso 10g e 14,5 para o peso 15g (19). Em termos de pressão tonométrica esses valores seriam, respectivamente, 28,98 mmHg; 32,34 mmHg; 38,64 mmHg e 48,84 mmHg (19). O máximo de pressão intra-ocular que se conseguiria durante a massagem tonométrica do olho normal seria, portanto, em média, 48,84 mmHg

usando o maior peso do instrumento e próximo ao final da escala. Mesmo assim, a pressão intra-ocular estaria, apenas, um pouco acima da diastólica e obrigaria a um tempo prolongado de massagem, em relação à compressão de 60g que usamos no oftalmodinômetro.

Do modo como realizamos a compressão ocular, em todos os nossos pacientes houve uma queda da pressão intra-ocular estatisticamente significativa, em média de -5,6 mmHg, variando entre os extremos de -2 mmHg e -10 mmHg. Esses resultados estão de acordo com a quase totalidade dos autores que encontraram queda de pressão intra-ocular após compressão do olho humano normal ou do animal, seja digital, tonométrica, com o oftalmodinômetro ou qualquer outro meio. Apenas Bailliart (12) descreveu, para o olho humano normal, um tipo de reação em que o ponteiro do tonômetro de Schiötz oscilava em torno de um valor fixo, quando o instrumento era apoiado sobre a córnea, isso indicando que o fenômeno da massagem não ocorreria, nesse olho, a despeito do peso do tonômetro aumentar sua pressão interna. Bailliart (12) relacionou esse fato com a perda da elasticidade da coróide, aumento da pressão sangüínea ou obstáculo à circulação venosa. Não podemos, no entanto, comprovar esses resultados, pois a pressão intra-ocular caiu em todos os nossos pacientes submetidos a compressão com o oftalmodinômetro.

É difícil a comparação de nossos resultados, em termos quantitativos, com outros trabalhos porque grande parte deles foi publicada antes de 1957 e, até essa época, não se dispunha de uma calibração definitiva para o tonômetro de Schiötz e nem de tonômetros de aplanção de fácil aquisição.

O conceito de rigidez ocular e sua importância sobre as medidas com o tonômetro de Schiötz, só foram conhecidos a partir de 1937, quando Friedenwald (17) publicou um trabalho revendo os fatores relacionados com as leituras tonométricas e tentou quantificar a rigidez ocular do olho. Baseado nesses conceitos,

Friedenwald apresentou sucessivas calibrações para o tonômetro de Schiötz, sendo que a definitiva foi a de 1957 (19), com a publicação póstuma de seu trabalho realizado em 1955.

A influência de uma determinada calibração sobre os resultados da pressão intra-ocular, expressos em mmHg, pode ser evidenciada notando-se que, em 1937, Friedenwald (17) dava como normal, em 500 olhos, a pressão média de 25 mmHg, com limites extremos de 10 e 40 mmHg. Em 1954 (18), para esses mesmos 500 olhos e com outra calibração, o valor médio da pressão passou a 20,32 (± 1,50)mmHg. Já em 1955 (19), usando um tonômetro eletrônico "bem estandardizado", no Wilmer Institute, a pressão intra-ocular média passava a ser estimada entre 15 e 16 mmHg, valor considerado em excelente concordância com o tonômetro de aplanção de Goldmann que fornecia valores entre 14 e 15 mmHg.

A estandardização dos tonômetros de Schiötz parece, também, ter sido um tanto negligenciada até certa época, porquanto Friedenwald (17) refere que um tonômetro comprado de um fabricante norueguês e oficialmente certificado como correto, pelo professor Schiötz, diferia consideravelmente do instrumento padrão em vários itens. Essas discrepâncias que poderiam parecer extraordinárias de fato não eram, porque não excediam às encontradas em vários instrumentos de fabricantes de primeira classe, que havia testado (17).

A partir de 1957, apesar de já se dispor do excelente tonômetro de Goldmann e de uma calibração definitiva para o tonômetro de Schiötz, bem como de uma técnica padronizada de medida com esse instrumento, com dois pesos, muitos autores continuaram a usar o tonômetro de Schiötz com um só peso e sem a devida padronização.

Assim Kronfeld e Freeman (70) referem ter usado o tonômetro de Schiötz com um só peso e, quando possível, com dois pesos. Robbins, Blumenthal e Galin (24) usaram o tonômetro de Schiötz com o peso 5,5g e tabelas de Friedenwald e Mc Bain; Obstbaum,

Robbins, Best e Galin (25) usaram o tonômetro eletrônico de Schiötz com uma escala adaptada para olhos de coelhos; Metz (35) e Gartner (33) usaram o tonômetro de Schiötz sem alusão às técnicas. Everett, Vey e Veenis (32) não fizeram sequer referências ao instrumento usado; Quist, Stapleton e McPherson (37) referem ter usado o tonômetro de Perkins, mas, em alguns casos, também o tonômetro de Schiötz; igualmente Hildreth (34) usou o tonômetro de aplanção e o de Schiötz, sem mencionar técnicas.

Quando se usa o tonômetro de Schiötz com um só peso e se transforma a leitura do instrumento em pressão intra-ocular, pressupõe-se que a rigidez ocular seja igual a 0,0215 e não varia em todo o experimento. Isso, no entanto, pode não ser correto porquanto experiências de Ytteborg (71) mostraram que o coeficiente de rigidez ocular diminui com a compressão do olho. Habib, Romão e Lauretti (72), injetando microvolumes no interior do olho e medindo as pressões por manometria direta, mostraram, também, uma dependência entre coeficientes de rigidez ocular e níveis de pressão. E, mesmo usando uma técnica correta, com dois pesos e um tonômetro eletrônico de Schiötz estandardizado, Lauretti e Romão (58) encontraram grandes desvios nas comparações individuais com o tonômetro de Goldmann, apesar da proximidade entre as médias de pressão. Por todas essas razões, nos estudos de compressão ocular, usando o tonômetro de Schiötz, na sua grande maioria com um só peso, os autores, a rigor, não mediram a pressão intra-ocular, mas sim essa alterada pela distensibilidade do olho.

Os valores que obtivemos em nossos experimentos, podem ser considerados reais e representativos dos efeitos de compressão do olho com o oftalmodinamômetro, sobre a pressão intra-ocular, porque as medidas foram feitas por tonometria de aplanção e com os cuidados pertinentes à técnica. A tonometria de aplanção é isenta de erros próprios da tonometria de depressão, como os decorrentes da curvatura corneana e, principalmente, das mudanças de rigidez ocular passíveis de ocorrerem no curso das experiên-

cias. As comparações que se fazem entre tonometria de aplanção e manometria direta, mostram, ao contrário da tonometria de depressão, uma boa concordância mesmo em olhos com grandes desvios da normalidade, como os buftálmicos (73). O erro principal em que se poderia incorrer, com a tonometria de aplanção, seria a não observância de um período suficientemente longo para estabilização das leituras o que, provavelmente, tem falseado os resultados em muitas pesquisas (26). Como demonstraram, no entanto, Lauretti, Habib, Romão e Rodrigues (49), em medidas sucessivas com o tonômetro de aplanção, a pressão intra-ocular estabiliza-se a partir da quarta leitura e essa foi a tomada como representativa em nossos pacientes.

A comparação de nossos experimentos com trabalhos que usaram algum tipo de tonometria de aplanção para avaliar os efeitos da compressão ocular, a rigor, também não é possível porque as técnicas e o material usado foram diferentes.

Assim, Quist, Stapleton e McPherson (37) usaram, na maioria de seus casos, o tonômetro de Perkins, porém a compressão do olho foi com o redutor de Honan ajustado para a pressão de 30 mmHg, durante 5 minutos e sob anestesia retrobulbar. A pressão intra-ocular caiu de uma valor médio de 12,78 mmHg, antes da compressão, para 6,52 mmHg após a compressão, sendo a variação de -51,01%. Em nossos pacientes a pressão intra-ocular caiu, em média, de 13,5 mmHg para 7,9 mmHg com variação de -41,48%.

Bolling, Kurrle e O'Day (38), usando um pneumotonômetro para medida da pressão intra-ocular, referem variações de -8,8 mmHg e -14,3 mmHg após a aplicação do redutor de Honan, durante 5 e 40 minutos, respectivamente. Como não citam os valores iniciais das pressões, não se pode saber a quanto corresponderam essas variações em termos percentuais.

Ao contrário do que sucede com o oftalmodinamômetro, que foi o instrumento usado em nossas experiências, com o redutor de Honan não é possível saber-se a força de compressão, pois não se

conhece a sua superfície de atuação que é ampla e irregular. O redutor de Honan atua, também, através de gaze sobre o olho e comprime todo o conteúdo orbitário, sendo possível que essa força comprima, também, as veias episclerais.

De acordo com Goldmann (13) a pressão intra-ocular relaciona-se com a pressão venosa episcleral através da fórmula:

$$P_o = \frac{F}{C} + P_v, \quad \text{onde:}$$

P_o = pressão intra-ocular

F = fluxo de aquoso

C = coeficiente de facilidade de escoamento

P_v = pressão venosa episcleral

É provável, então, que o redutor de Honan, atuando diretamente sobre o sistema venoso episcleral, perturbe, de algum modo, a resposta tensional do olho nesses experimentos de compressão.

Jay, Aziz e Green (67) usaram, também, o pneumotonômetro para avaliação das pressões, porém a massagem foi digital, durante 15 minutos e em olhos de coelhos. Em 3 grupos de animais as pressões caíram, respectivamente, 36,25%, 31,92% e 45,32% após a compressão do olho. Embora esses valores estejam, de certo modo, próximos ao que encontramos (41,48%), achamos difícil estabelecer termos de comparação, com o nosso trabalho, pelas condições muito diferentes das experiências.

Lauretti Filho (26) usou o tonômetro de Goldmann para avaliar as pressões intra-oculares, após compressão com o tonômetro de Schiötz e o peso 5,5g, durante 7 minutos. É possível, nesse caso, saber-se a força de compressão a qual é de 16,5g, decomposta em duas componentes: uma central, de 5,5g, atuando através do pistão do instrumento; e outra de 11g, imediatamente ao redor dessa, correspondendo ao peso do suporte do pistão, sua base corneana e a escala do instrumento. É, portanto, uma força complexa e que atua sobre a córnea, diferentemente do oftalmodinamômetro que aplicamos contra a esclera.

O autor encontrou uma variação média de $-4,05$ mmHg, após compressão, correspondendo a $31,34\%$ da pressão média inicial de $12,92$ mmHg. A força de compressão foi relativamente baixa, em comparação à por nós usada, no oftalmodinamômetro. Em decorrência disso, apesar de um tempo maior do que o dobro do que empregamos ($7\text{min} \times 3\text{min}$), a variação da pressão intra-ocular foi menor ($31,34\% \times 41,48\%$). Contudo, nos dois casos, o fluxo através da artéria central da retina não seria totalmente interrompido.

O estudo do tempo de recuperação ocular após cessada a compressão é, também, muito importante do ponto de vista prático, principalmente pelo fato da massagem digital ou por dispositivos especiais, estar sendo usada, cremos que de rotina, antes da cirurgia da catarata.

Por recuperação ocular entendemos a volta às condições prévias à compressão. Se o estudo é feito por tonometria de aplanção, como foi o nosso caso, o tempo de recuperação é medido pelo retorno as pressões iniciais estabilizadas; se com o tonômetro de Schiötz, com um só peso, o tempo de recuperação é avaliado pelo retorno às leituras iniciais do instrumento, muito embora essas tenham sido transformadas, erroneamente em pressões intra-oculares.

Atkinson (29) foi o primeiro a recomendar ligeira pressão sobre o olho, com movimentos rotatórios para facilitar a difusão do anestésico, após injeção retrobulbar. Chandler (60), no entanto, em 1951, parece ter sido o primeiro a usar a massagem digital, antes da cirurgia da catarata para prevenir complicações, principalmente a perda de vítreo. Após a difusão desse fato por Kirsch e Steimann (31), que recomendaram a massagem digital como "vital salvaguarda na cirurgia da catarata", e não obstante as objeções relatadas no trabalho de Metz (35), as manobras de compressão do olho passavam a ser amplamente usadas pelos cirurgiões.

Entre o término da massagem e o início da cirurgia, no

entanto, trascorre passa um tempo variável, de acordo com o cirurgião, com a técnica usada e com o próprio ambiente cirúrgico. A elaboração de novas técnicas com dissecação de retalhos, visando diminuir o astigmatismo corneano, tem contribuído para aumentar o tempo de cirurgia, especialmente o de início da abertura do olho. E se se crê que os efeitos da massagem são importantes para a prevenção das complicações na cirurgia da catarata, eles devem durar, pelo menos, até a abertura do olho.

Sobre um fato os autores parecem estar de acordo, em relação ao tempo de recuperação ocular: é mais rápido no animal do que no homem.

Magitot (8) (9) refere que, após punção da câmara anterior do cão, levando a pressão a zero, esta recuperou-se antes de 10 minutos, enquanto que, no homem, isso ocorreu após 30 minutos.

Lauretti Filho (26) puncionando, igualmente, a câmara anterior do olho do coelho e provocando abaixamento de pressão em níveis de até 64% do inicial, encontrou um tempo de recuperação de, no máximo 2 minutos; no homem, Habib, Romão e Lauretti Filho (72) puncionando a câmara anterior do olho, e estudando a recuperação por manometria direta, verificaram que, após 45 minutos, a pressão intra-ocular estava, ainda em 66,66% do nível inicial.

Obstbaum, Robbins e Best (25), realizando a massagem digital em coelhos, encontraram um tempo de recuperação menor que 5 minutos, enquanto que, no homem, após a mesma manobra, o tempo de retorno as condições originais foi de 15 minutos.

Em nosso trabalho, após cessada a compressão de 60g durante 3 minutos, com o oftalmodinamômetro de Bailliart, iniciou-se franca recuperação das pressões intra-oculares de tal modo que, aos 5 minutos 10 olhos já haviam atingido os níveis prévios à compressão sendo que, em 3, esses foram ligeiramente ultrapassados. Embora houvesse uma diferença estatisticamente significativa entre as pressões intra-oculares, antes da compressão e aos 5

minutos da fase de recuperação, essa foi, em média, de apenas -1,33 mmHg. Já aos 10 minutos, após cessada a compressão ocular, houve recuperação total em quase todos os olhos não havendo, portanto, diferenças estatisticamente significantes em relação aos níveis prévios à compressão.

Os nossos resultados mostram, em relação a certos trabalhos, um tempo de recuperação, após a compressão ocular, bem mais curto.

Assim, Knapp (7), usando massagem digital ou peso de 200g durante 10 minutos, encontrou 60 a 70 minutos; Magitot (9) e Dominguez (11) comprimindo o olho com 250g no oftalmodinamômetro, durante 5 minutos, relatam um tempo de recuperação, respectivamente, de 30 e 60 minutos; Habib, Lauretti Filho, Romão e Souza (74), após Tonografia de 7 minutos, com o peso 5,5g no tonômetro de Schiötz, encontraram recuperação total das pressões, aos 20 minutos, em apenas 20% dos pacientes sendo que, aos 60 minutos, 12,5% ainda permaneciam abaixo dos níveis pré-tonográficos. A força que usamos foi cerca de 3 ou 4 vezes menor do que as empregadas por Knapp (7), Magitot (9) e Dominguez (11) e, por outro lado, 3 a 4 vezes maior do que a da Tonografia com o peso 5,5g, no trabalho de Habib, Lauretti Filho, Romão e Souza (27).

Uma hipótese que nos ocorre, para explicar esses comportamentos aparentemente paradoxais, é de que uma força acentuada (200 a 250g), aplicada contra o olho durante 5 minutos, provoque uma isquemia significativa, capaz de perturbar de algum modo, o tempo de recuperação. Por outro lado, uma força mais suave (16,5g) e aplicada por um tempo relativamente longo (7 minutos), permitiria ao olho adaptar-se a um nível mais baixo de pressão, aumentando, igualmente, o tempo de recuperação.

Não é possível, como vimos, quantificar a força aplicada contra o olho durante a massagem digital, ou com o redutor de Honan. Obstbaum, Robbins e Best (25) e, também Gartner (33), que estudaram o tempo de recuperação do olho, após massagem digital,

avaliaram-no em 15 minutos. Igualmente Bolling, Kurrle e O'Day (38), usando o redutor de Honan referem que a recuperação ocorreu aos 15 minutos, independentemente do instrumento ser aplicado durante 5 ou 40 minutos. Em nosso trabalho, após compressão do olho com uma força de 60g durante 3 minutos, a recuperação da pressão intra-ocular ocorreu em 10 minutos. Todos esses fatos parecem indicar que as manobras de compressão ocular, usadas com a finalidade de diminuir riscos cirúrgicos, são transientes em seus efeitos e deixariam de ter razão se o tempo entre o término das mesmas e a abertura do olho atingisse 10 minutos. A não ser que a anestesia modifique as respostas do olho à compressão ou haja outros fatores, talvez ligados ao vítreo, como sugere Hildreth (34), mais importantes que o abaixamento da pressão intra-ocular.

Calculamos, também, para cada paciente, a variação do volume ocular conseqüente à compressão pelo oftalmodinamômetro, relacionando as variações de pressão, de forma logarítmica, com os coeficientes de rigidez ocular. A variação do volume ocular, conseqüente à massagem, foi, em média, de $11,05\text{mm}^3$ e esse seria, portanto, o volume líquido a ser repostado para recuperação tensional do olho. Lauretti Filho (26) em 80 pacientes normais, em uma faixa etária semelhante à por nós estudada, obteve, por Tonografia, um valor médio de $1,08\text{mm}^3/\text{min}$ para o fluxo de aquoso. Considerando essa produção de aquoso, o tempo necessário para repor os $11,05\text{mm}^3$ perdidos, após a compressão do olho seria de 10,23 minutos. Ora, esse tempo é praticamente, igual ao por nós encontrado para recuperação total do olho, o que leva a concluir que essa recuperação tensional se faz às custas da produção de aquoso.

O presente estudo pretendeu ser feito em olhos normais e, com relação à pressão intra-ocular, que foi o parâmetro estudado, antes da compressão, apresentou média $x = 13,50$ mmHg com desvio padrão $S = 2,45$. Lauretti Filho e Romão (58) citam como valores

normais $x = 13,45$ mmHg ($S = 2,46$); Calixto (74) $12,87$ ($S=2,22$); Goldmann e Schmidt (43) $15,45$ mmHg ($S=2,52$); Becker (75) $x = 16,10$ mmHg ($S = 2,8$). O coeficiente de rigidez ocular médio foi $0,0218$, para nossos pacientes, sendo que Friedenwald (19) considera como normal o valor $0,0215$. Esses fatos permitem considerar a nossa amostra como vinda ao acaso de uma população normal, do ponto de vista de pressão intra-ocular e também da rigidez ocular.

5 - CONCLUSÕES

1 - Após a compressão do olho normal, com o oftalmodinômetro ajustado para uma força de 60g e aplicado contra a esclera, durante 3 minutos, houve uma queda estatisticamente significativa da pressão intra-ocular, em média de -5,6mmHg, variando entre valores extremos de -2 e -10mmHg.

2 - A recuperação total da pressão intra-ocular ocorreu após 10 minutos do término da compressão.

3 - As variações de pressão intra-ocular, por serem avaliadas por tonometria de aplanção, podem ser consideradas representativas dos efeitos da compressão sobre o olho e isentas de possíveis influências da rigidez ocular.

4 - A variação do volume ocular após compressão foi, em média, de 11,94 mm³. Considerando um fluxo de aquoso de 1,08mm³/-min, a recuperação desse volume ocorreria em 11,05 minutos. É provável, portanto, que a recuperação da pressão intra-ocular ocorra, principalmente, em função da produção de aquoso.

6 - SUMÁRIO

Foram estudados 30 pacientes, selecionados após um exame oftalmológico normal, aos quais aplicou-se, em um dos olhos, com o oftalmodinamômetro de Bailliart, uma força de 60g, durante 3 minutos .

As pressões intra-oculares foram medidas antes da aplicação do oftalmodinamômetro, imediatamente depois, e a cada 5 minutos depois de terminada a compressão, até a recuperação total das pressões.

As variações de volume ocular foram avaliadas pela combinação das tonometrias de aplanção com tonometrias de depressão realizadas, previamente, com o instrumento de Schiötz, usando as tabelas de Friedenwald de 1955.

A força de 60g, no oftalmodinamômetro, foi escolhida pelo estudo de outros 10 pacientes nos quais se mediram as forças correspondentes às pressões diastólicas e sistólicas.

Houve uma queda estatisticamente significativa das pressões intra-oculares, após compressão com o oftalmodinamômetro, em média de -5,6mmHg, variando entre valores extremos de -2 e -10mmHg. A recuperação total das pressões ocorreu após 10 minutos do término da compressão. A variação do volume ocular, conseqüente a compressão foi, em média de 11,94 mm³.

Discute-se a importância do tipo de tonometria nos estudos de compressão ocular, bem como suas limitações, tendo em vista principalmente, possíveis influências da rigidez ocular. Discute-se, também, a recuperação das pressões atribuindo-a, principalmente, à produção normal do humor aquoso.

7 - SUMMARY

We selected 30 patients with normal ophthalmological examination to whom it was applicated, in one eye, a force of 60g during 3 minutes, with the Bailliart ophthalmodynamometer.

Intraocular pressures were measured before, imediately after, and every 5 minutes after finishing compression until total recovery of pressions.

Ocular volume variations were evaluated by combination of applanation with indentation tonometries, previously performed with the Schiötz instrument, using Friedenwald scales of 1955.

The 60g force was chosen by a pilot study of other 10 patients in which were measured correspondent forces to sistolic and diastolic pressures.

Intraocular pressures fall was statistically significant after ophthalmodynamometric compression, ranging from -2 to -10mmHg with an average of -5,6mmHg. Total recovery of intraocular pressures ocurred after 10 minutes of ceassing compression. Average ocular volume variation due to compression, was 11,94mm³.

We discuss the importance of tonometry methods on the ocular compression study as well as its limitations, regarding, mainly, possible ocular rigidity influences. We also discuss intraocular pressures recovery, attributing it, mainly to normal aqueous humor production.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - PAGENSTECHEER, H. Ueber die massage des Auges und deren Anwendung bei verschiedenen Augenerkrankungen. Zbl. Prakt. Augenheilk., v.2, p.281, 1878 apud Knapp, P. Ueber den Einfluss der Massage auf die Tension normaler und glaukomatöser Augen. **Klin. Mbl. Augenheilk.**, v. 63, p.691, 1912.
- 2 - COSTOMIRIS. Du massage oculaire au point de vue historique et therapeutique. Arch. d'Opht., v.X, p.37, 1890, apud Knapp, P. Ueber den Einfluss der massage auf die Tension normaler und glaukomatöser Augen. **Klin. Mbl. Augenheilk.** v.63, p.691, 1912.
- 3 - MAKLAKOFF, A. La plume eletrique d'Edison dans l'ophtalmologie. Arch. d'Opht., v. 13, p.530, 1893 apud GARTNER, S. Methods of inducing anesthesia and hipotony for cataract surgery. **Arch. Ophthalmol.**, v.61, p.50, 1959.
- 4 - Schiötz, H. Tonometrie. Arch. f. Augenh., v.62, p.317, 1909, apud GARTNER, S. Methods of inducing anesthesia and hipotony for cataract surgery. **Arch. Ophthalmol.**, v.61, p.50, 1959.
- 5 - BÖCK, J. KRONFELD, P. C. & STOUGH, J. T. Effect of intraocular tension of corneal massage with the tonometer of Schiötz. **Arch. Ophthalmol.**, v.11, p.797, 1934.
- 6 - POLAK VAN GELDER, R.E.S. Untersuchungen mit dem Tonometer von Schiötz. **Klin. Mbl. Augenheilk.**, v.59, p.592, 1911.

- 7 - KNAPP, P. Ueber den Einfluss der Massage auf die Tension normaler und glaukomatser Augen. **Klin. Mbl. Augenheilk.**, v.63, p.691, 1912.
- 8 - MAGITOT, A. La tension oculaire après ponction de la chambre antérieure. **C.R. Soc. Biol.**, v.86, p.844, 1922.
- 9 - _____. La tension oculaire après ponction de la chambre antérieure ou pesée sur le globe. **Bulletins de la Societe d'Ophthalmologie de Paris**, p.116, avril, 1922.
- 10 - _____. Réactions hypertensives normales et pathologiques après compression du globe. **Ann. Ocul.**, v.168, p.785, 1931.
- 11 - DIAZ DOMINGUEZ, D. La tension oculaire après pesée sur le globe. **Ann. Ocul.**, v.168, p.446, 1931.
- 12 - BAILLIART, P. On tonometry. **Tr. Ophth. Soc. U. Kingdom**, v.51, p.412, 1931.
- 13 - GOLDMANN, H. Die Kammerwasservenen und das Poiseuille'sche Gesetz. **Ophthalmologica**, v.118, p.496, 1949.
- 14 - GRANT, M.W. Tonographic method for measuring the facility an rate of aqueous flow in human eyes. **Arch. Ophthalmol.**, v.44, p.204, 1950.
- 15 - BECKER, B & CHRISTENSEN, R.E. Water-drinking and tonography in the diagnosis of glaucoma. **Arch. Ophthalmol.**, v.56, p.321, 1956.
- 16 - LEYDHECKER, W. Ein neues Verfahren der Klinischen tonographie. **Klin. Mbl. Augenheilk.**, v.132, p.77, 1958.

- 17 - FRIEDENWALD, J. S. Contribution to the theory and practice of tonometry. **Am. J. Ophthalmol.**, v.20, p.985, 1937.
- 18 - _____. Standardization of tonometers:decennial report by Committee on Standardization of Tonometers. **Am. Acad. Ophthal. Otolaryng.**, 1954.
- 19 - _____. Tonometer calibration: an attempt to remove discrepancies found in the 1954 calibration scale for Schiötz tonometer. **Trans. Am. Acad. Ophthal. Otolaryng.**, v.61, p.108-126, 1957.
- 20 - BLAXTER, P.L. Bulbar pressure test in Glaucoma. **Brit. J. Ophthal.**, v.37, p.641, 1953.
- 21 - GOLDMANN, H. Un nouveau tonomètre à aplanation. **Bull. Soc. Franç. Ophtal.**, v.67, p.474, 1955, apud SCHIMDT, T.A.F. The clinical application of the Goldmann applanation tonometer. **Am. J. Ophthalmol.**, v.49, p.967, 1960.
- 22 - SCHMIDT, T.A.F. The clinical application of the Goldmann applanation tonometer. **Am. J. Ophthalmol.**, v.49, p.967, 1960.
- 23 - REHAK, S., SKRANC, O. & JURAN, J. Volume responses of the eye to pressure loadings imitating tonography. **Exp. Eye Res.**, v.1, p.168, 1961.
- 24 - ROBBINS, R., BLUMENTHAL, M., & GALIN, M.A. Reduction of vitreous weight by ocular massage. **Am. J. Ophthalmol.**, v.69, p.603, 1970.

- 25 - OBSTBAUM, S. A., ROBBINS, R. & BEST, M. Recovery of intraocular pressure and vitreous weight after ocular compression. **Am. J. Ophthalmol.**, v.71, p.1059, 1971.
- 26 - LAURETTI FILHO, A. **Tese de Livre Docência**, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. U.S.P., 1972.
- 27 - HABIB, J.T., et al. Recuperação tensional após compressão tonométrica e punção da câmara anterior do olho: estudo clínico e experimental. **Anais do 2º Congresso Luso-Hispano Brasileiro de Oftalmologia**, p.83-88, Rio de Janeiro, 1972.
- 28 - LAURETTI FILHO, A., ROMÃO, E. & HABIB, J.T. Registro da pressão intraocular em olho humano: estudo do pulso ocular, da recuperação e da repercussão tensional de algumas manobras realizadas na musculatura extrínseca. **Rev. Bras. Oftal.**, v.XXXII, p.92, 1973.
- 29 - ATKINSON, W.S. Local anesthesia in ophthalmology. **Tr. Am. Ophth. Soc.**, v.32, p.399, 1934.
- 30 - _____. Local anesthesia in ophthalmology. **Arch. Ophthalmol.**, v.30, p.777, 1943.
- 31 - KIRSCH, R. E. & STEINMAN, W. Digital pressure, an important safeguard in cataract surgery. **Arch. Ophthalmol.**, v.54, p.697, 1955.
- 32 - EVERETT, W.G., VEY, E.K. & VEENIS, C.Y. Factors in reducing ocular tension prior to intraocular surgery. **Tr. Am. Acad. Ophth. Otolaryng.**, v.63, p.286, 1959.

- 33 - GARTNER, S. Methods of inducing anesthesia and hipotony for cataract surgery. **Arch. Ophthalmol.**, v.61, p.50, 1959.
- 34 - HILDRETH, R.H. Digital ocular compression preceding cataract surgery. **Am. J. Ophthalmol.**, v.51, p.1237, 1961.
- 35 - METZ, H.S. Ocular tension and vitreous loss in cataract extraction. **Am. J. Ophthalmol.**, v.64, p.309, 1967.
- 36 - MARTIN, N., et al. Use of the Honan intraocular pressure reducer at the Wilmer Institute. **Ophthalmic Surg.**, v.13, p.101, 1982.
- 37 - QUIST, L.H., STAPLETON, S. S. & McPHERSON, S.D.Jr. Preoperative use of the Honan intraocular pressure reducer. **Am. J. Ophthalmol.**, v.95, p.536, 1983.
- 38 - BOLLING, J.P., KURRLE, R.W. & O'DAY, D.M. Effect of ocular compression on intraocular pressure. **Ophthalmic Surg.**, v.16, p.563, 1985.
- 39 - GERMANO, J.E. **Tese de Mestrado**, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. U.S.P., 1991.
- 40 - BECKER, B. & BALLIN, N. **Glaucoma**. **Ann. Rev. Med.**, v.17, p.235, 1966.
- 41 - GIRARD, L.J. **Corneal contact lenses**. St. Louis, Mosby, 1970.
- 42 - MARK, H. H. Corneal curvature in applanation tonometry. **Am. J. Ophthalmol.**, v.76, p.223, 1973.

- 43 - GOLDMANN, H. & SCHMIDT, T.A.F. Veber Applanations tonometrie. *Ophthalmologica*, v.134, p.221, 1957.
- 44 - MOSES, R.A. The Goldmann applanation tonometer. *Am. J. Ophthalmol.*, v.46, p.865, 1958.
- 45 - _____. Fluorescein in applanation tonometry. *Am. J. Ophthalmol.*, v.46, p.1149, 1960.
- 46 - ARMALY, M.F. & BURIAN, H. M. On changes in the tonogram during accommodation. *Arch. Ophthalmol.*, v.60, p.60, 1958.
- 47 - SHIELDS, M.B. *Textbook of Glaucoma*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1987, p. 56.
- 48 - MOSES, R.A. Repeated applanation tonometry. *Ophthalmologica*, v.142, p.663, 1961.
- 49 - LAURETTI FILHO, A., et al. Pressões intra-oculares e estabilização das leituras do tonômetro de aplanção em pacientes pré-sbitas normais. *Anais do 2º Congresso Luso-Hispano-Brasileiro de Oftalmologia*, p.18, Rio de Janeiro, Out. 1972.
- 50 - LAURETTI FILHO, A. *Tese de Doutorado*, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. U.S.P., 1966.
- 51 - SCHMIDT, Th. Fortschritte in der Differentialtonometrie. *Klin.Mbl. Augenheilk.*, v.129, p.196, 1956.
- 52 - _____. Zur Applanationstonometrie an der Spaltlampe. *Ophthalmologica*, v.133, p.337, 1957.

- 53 - MOSES, R.A. **Fisiología del Ojo-Adler-Aplicación Clínica**. São Paulo, Panamericana, 1982, p. 206.
- 54 - DUKE-ELDER, S. **Diseases of the Retina, v.X. System of Ophthalmology**, Saint Louis, Mosby, 1967, p.50.
- 55 - DRANCE, S.M. The coefficient of scleral rigidity in normal and glaucomatous eyes. **A.M.A. Arch. Ophth.**, v.63, p.668, 1960.
- 56 - ARMALY, M.F. The correlation between appearance of the optic cup and visual function. **Trans. Am. Acad. Ophthal. Otolaryng.**, v.73, p.898, 1969.
- 57 - _____. On The distribution of appplanation pressure. **Arch. Ophthalmol.**, v.73, p.11, 1965.
- 58 - LAURETTI FILHO, A. & ROMÃO, E. Estudo comparativo entre tonometria de aplanção e tonometria de impressão. **Rev. Bras. Oftal.**, v.XXV, p.29, 1966.
- 59 - HOLLANDEN, M. & WOLFE, D. A. **Non parametric Statistical Methods**. N.Y., John Wiley & Sons, 1973.
- 60 - CHANDLER, Comunicação Pessoal a GARTNER, S. Methods of inducing anesthesia and hipotony for cataract surgery. **Arch. Ophthalmol.**, v.61, p.50, 1959.
- 61 - MOSES & BRUNO. The rate of outflow of fluid from the eye under increased pressure. **Am. J. Ophthalmol.**, v.33, p. 389-97, 1950.

- 62 - BONNEFON, apud DIAS DOMINGUEZ, D. La tension oculaire après pesée sur le globe. **Ann. Ocul.**, v.168, p.446, 1931.
- 63 - MOSES, R.A. **Fisiología del Ojo - Adler - Aplicación Clínica.** São Paulo. Panamericana, 1982, p.84.
- 64 - KIRSCH, R.E., et al. Eletrocardiographic changings during ocular surgery and their prevention by retrobulbar injection. **Arch. Ophthalmol.**, v.58, p.348, 1957.
- 65 - GIVNER, I & JAFFE, N. Occlusion of the central retinal artery following anesthesia. **Arch. Ophthalmol.**, v.43, p.197, 1950.
- 66 - ANDERSON, B. Jr. & SALTZMAN, H.A. Retinal Oxygen utilization measured by hiperbaric blackout. **Arch. Ophthalmol.**, v. 72, p. 792, 1964.
- 67 - JAY, W.M.; AZIZ, M.Z. & GREEN, K. Effect of digital massage on intraocular pressure and ocular nerve blood flow. **Acta Ophthalmol**, v.64, p. 58, 1986.
- 68 - DUKE ELDER, S. The Foundations of Ophthalmology, v.VII. **System of Ophthalmology**, Saint Louis, Mosby, 1967, p.356.
- 69 - STOCKER, F.W. On changes in intraocular pressure after the application of the tonometer. **Am. J. Ophthalmol**, v.45, p.192, 1958.
- 70 - KRONFELD, P.C. & FREEMAN, H.M. The effect of Acetazolamide on the response to anterior chamber puncture in man. **Am. J. Ophthalmol**, v.50, p.1141, 1960.

- 71 - YTTEBORG, J. Influence of bulbar compression on rigidity coefficient of human eyes in vivo and enucleated. **Acta. Ophthalmol.**, v.38, p.562, 1960.
- 72 - HABIB, J.T.; ROMÃO, E.; & LAURETTI FILHO, A. Determinações manométricas em olho humano não enucleado, portador de catarata. **Anais do XVII Congresso Brasileiro de Oftalmologia**, p.59-66, Salvador, setembro, 1973.
- 73 - LAURETTI FILHO, A. & ROMÃO, E. Estudio comparativo entre tonometría y manometría en el ojo buftálmico. **Glaucoma**. Buenos Aires, Panamericana, 1980.
- 74 - CALIXTO, N. **Tese de Livre Docência**. Belo Horizonte, M.G. 1967.
- 76 - BECKER, B. The decline in aqueous secretion and outflow facility with age. **Am. J. Ophthalmol.**, v.46, p.731, 1958.