

Instrução Especializada da Aeronáutica (CIEAR) a verdadeira grandeza, como órgão de formação de médicos especialistas em Medicina Aeroespacial.

## VISÃO EM VÔO

### REVISÃO DE CONCEITOS

Roberto C. da Motta Teixeira - Cel Med Aer (\*)

Os médicos-de-Avição têm verificado constantemente, que a maior parte da literatura sobre a Pilotagem Monocular baseia-se, ou em argumentos teóricos, ou em experiências de laboratório.

Muito pouca coisa é produto da observação efetiva da "performance" em vôo de pilotos de um olho só. E, por mais estranho que possa parecer, a verdade é que pilotos de um olho só têm existido e a observação de seu desempenho é necessária e importante para avaliar e estabelecer nossa conduta médica sobre este tipo de paciente, com que nos deparamos nas inspeções de Saúde, esperando de nós, Médicos-de-Avição, um parecer técnico que decidirá seu futuro e, muitas vezes, a vida de outros que possam vir a depender de sua atividade profissional.

Considerando que, no Brasil, pouco ou nada existe como atividade de pesquisa no campo da Medicina de Aviação, especialmente devido ao alto custo da mesma, e tendo em vista, não obstante, que devemos possuir — e realmente possuímos — uma Força Aérea que procura acompanhar de perto a evolução das melhores no cenário internacional, em termos de qualidade de pilotos e material aéreo, julgamos que a única maneira de mantermos nossa atualização técnico-profissional é procurar tomar conhecimento do que pesquisam e publicam as nações mais desenvolvidas, adaptando então, o que couber às nossas próprias peculiaridades.

Assim, buscamos neste artigo, fazer uma revisão do que pensam os melhores autores sobre o assunto, começando pela citação de um caso verdadeiro, relatado pelo protagonista e citado por Mayer e Lane (1) no número de setembro de 1973 da "Clinical Aviation and Aerospace Medicine".

Gillioyle — piloto da RAF, que perdeu um

olho na Primeira Guerra Mundial, continuou voando sem problemas por mais vinte anos e descreveu o começo de sua carreira como piloto de um olho só, com um sabor anedótico que vale a pena reproduzir:

"... Com os dois olhos, eu estava classificado como um piloto excepcional, e após três meses de vôo, com um olho só, reconquistei esta classificação e tornei-me um Instrutor A1, que é um Instrutor de Instrutores. Cerca de seis semanas após ter saído do Hospital, no começo de 1917, fui designado para comandar um Esquadrão em Midlands. Fiquei completamente surpreso, pois me imaginava relegado a uma função de Estado-Maior até o fim da guerra, e sendo desmobilizado em seguida. Fiquei ainda mais surpreendido quando descobri que o Oficial que eu havia substituído também só tinha um olho. Ele estava sendo dispensado do Comando e do exercício de atividade operacional justamente por causa de sua deficiência visual. A única diferença era que ele havia feito inspeção médica e eu, por algum motivo que, até hoje nunca consegui entender, jamais fora chamado para uma inspeção médica, e, por essa razão, oficialmente permaneci com dois olhos, até o final da Guerra.

Tomei bastante cuidado, entretanto, para ficar longe dos Serviços Médicos, caso contrário, eu seria apanhado".

Kyrieleis (2) assinala três aspectos a serem considerados:

- 1 — O risco de um futuro dano no olho remanescente, levando, na pior das hipóteses, à cegueira total;
- 2 — A perda da visão estereoscópica;
- 3 — A restrição do campo visual.

O mesmo autor considera que o risco de lesão, em vôo, do olho remanescente é muito remoto, achando que "a perda de um só olho, por ferimento, é muito rara, mesmo em hospitais com grande atendimento de acidentes".

Quanto à perda da visão estereoscópica, é de opinião que esta função não é efetiva a distâncias maiores que 15 a 20 metros. Ele indica vários outros mecanismos que produzem percepção tridimensional no espaço, especialmente quando o observador está em movimento. Afirma que, no pouso, a linha de visada do piloto está orientada para a frente, para o horizonte ou um pouco abaixo, o que tem sido confirmado por estudos que utilizam câmaras cinematográficas para filmar o movimento do olho.

(\*) Diretor do Hospital da Aeronáutica de Canoas

Kyrieleis conclui, então, que um piloto eficiente que tenha tido a infelicidade de perder a visão em um olho, poderia receber autorização para continuar voando. Como critério para essa autorização, ele considera como dos mais importantes, o fato de o piloto ter perdido a visão em um olho, em voo, e descreve quatro casos deste tipo: dois fizeram pousos normais; um pousou sem trem, com êxito, após pane de motor; e um pousou na água, com sucesso, sob condições de mar desfavoráveis. O último desses pilotos retornou, sem problemas, ao voo.

Estes casos reais, ao mesmo tempo em que suscitam dúvidas sobre os argumentos teóricos, relativos à necessidade da visão de profundidade em voo, permitem a objeção de que os pilotos considerados eram indivíduos excepcionais, cuja grande habilidade compensou sua deficiência ocular.

Dados reais sobre o assunto podem ser obtidos de duas maneiras:

A primeira, pela avaliação da "performance" em uma atividade aérea de pilotos, com um e com dois olhos, em operação; a segunda, através do estudo das histórias de voo de pilotos autorizados a continuar ou começar a voar, após a perda da visão em um dos olhos.

Jongloeb (3) realizou experiências com pilotos experimentados fazendo pousos com um ou com os dois olhos. Não foram observadas diferenças significativas, mas o autor concluiu que indivíduos com visão em um olho só, não deveriam voar.

Lewis e Krier (4) estudaram a "performance" de pilotos que ficaram tornados temporariamente, monoculares (com tampão ocular), através do pouso de jatos de treinamento. Os pilotos com visão monocular fizeram algumas aproximações um pouco abruptas, mas a perfeição do pouso não foi diminuída.

Estes pilotos tiveram cerca de um minuto — o tempo requerido para vir da perna do vento para a aproximação final — para se adaptar à visão monocular.

O Departamento de Aviação Civil Australiano, até 1960, autorizava o voo, para pilotos experimentados e selecionados que haviam perdido toda a visão em um olho, ou cuja visão em um olho se deteriora e não poderia ser corrigida para a acuidade visual requerida como normal. A partir de 1960, esta autorização foi também concedida a todos os candidatos a piloto privado, desde que o olho "bom" tivesse uma acuidade visual de 20/40, sem correção pelo menos, e que o candidato fosse "checado" por um piloto

examinador, antes de seu primeiro voo solo. Não eram autorizados, entretanto, a obter licença como pilotos comerciais.

Foi feito um acompanhamento desses pilotos pelo período de dez anos, de 1960 até 1969. Cada piloto monocular foi comparado com dois pilotos de visão normal, num total de 203 monoculares e 408 testemunhas normais.

Os pilotos monoculares foram classificados de acordo com seus graus de deficiência, como segue:

- A — nenhuma visão em olho
- B — acuidade visual menor que 20/200
- C — acuidade visual entre 20/200 e 20/120
- D — acuidade visual entre 20/80 e 20/60

O quadro I mostra a distribuição da acuidade no olho deficiente e a etiologia do defeito.

A pesquisa demonstrou que a perda da visão em um olho não prejudicou a "performance" de tarefas críticas de pilotagem, tais como o pouso. Entretanto, pilotos com visão grandemente reduzida ou ausente em um olho, têm um campo visual reduzido em qualquer direção de visada, a despeito dos movimentos compensatórios de cabeça. Além disso, em certas fases do voo, especialmente antes e durante o toque no solo, a direção do olhar do piloto é diretamente para a frente e movimentos compensatórios de cabeça não podem ser feitos. O imprevisto que pode ser associado à diminuição do campo visual é a colisão com outra aeronave ou com objetos fixos, oriundos do solo: postes, muretas, arbustos, moirões de cerca, etc.

Qualquer efeito da diminuição da percepção da profundidade pode se esperar que tenha influência no conceito de proximidade relativa de objetos muito próximos da aeronave, o que é uma situação associada com as manobras de pouso.

A proporção entre eventos ocorridos com pilotos monoculares e pilotos de visão normal pode ser vista no Quadro II.

Mayer e Lane concluíram que um número maior de pilotos-controle em detrimento dos monoculares obteve licença de Aluno-Piloto, depois do exame médico inicial. Os pilotos monoculares mostraram maior sucesso que os pilotos-controle sendo avaliados de acordo com a percentagem de obtenção de licenças privadas restritas e sem restrição.

Maior número de pilotos monoculares que pilotos-controle foi habilitado em mais de um tipo de aeronave.

Não houve diferença significativa na percen-

## ACUIDADE NO OLHO DEFICIENTE

QUADRO I

DEFEITO VISUAL	NENHUM	< 20/200	20/200-20/120	20/80-20/60	TOTAL
PERDA DO OLHO	33	—	—	—	33
VÍCIO DE REFRAÇÃO	—	1	1	6	8
CICATRIZ OU DEFORMAÇÃO DE CÔRNEA E OU ÍRIS	1	1	6	3	11
OPACIDADE DA CÔRNEA	1	2	3	3	9
OPACIDADE DO CRISTALINO	5	4	3	2	14
PERDA DO CRISTALINO	1	2	—	—	3
RETINOPATIA	1	5	4	3	13
NEUROPATIA	—	2	—	—	2
HEMORRAGIA	—	1	2	—	3
ANOPSIA CONGÊNITA OU NÃO ESPECÍFICA	5	15	46	41	107
TOTAIS	47	33	65	58	203

Reproduzido de H.B. MAYER e J.C. LANE

## EVENTOS VERSUS PILOTOS

QUADRO II

RELAÇÃO DE EVENTOS	MONOCULARES	PILOTOS CONTROLE	TODOS
RELACIONADOS COM A VISÃO	6	3	9
RELACIONADOS COM CAMPO VISUAL	3	2	5
RELACIONADOS COM OUTROS	3	1	4
NÃO RELACIONADOS COM A VISÃO	21	16	39
TOTAL	27	19	46
⌘ RELACIONADOS COM O CAMPO	11	12,5	10,9
⌘ RELACIONADOS COM QUALQUER ASSUNTO VISUAL	22	16	19,5

Reproduzido de H.B. MAYER e J.C. LANE

⌘ DIFERENÇA MONOCULAR / CONTROLE NÃO SIGNIFICATIVA

tagem de obtenção de certificados para bimotores.

Há uma suspeita, cujos dados colhidos não permitiram descartar completamente, de que os pilotos monoculares estiveram mais envolvidos em eventos imprevistos do que os pilotos-controle.

Lewis e Krier realizaram um trabalho para a NASA, denominado "Cyclops I", no qual estudaram um grupo de pilotos de prova da NASA usando visão monocular, durante pousos em uma aeronave a jato, de treinamento, e informaram ter havido desempenho semelhante aos pousos de controle, com visão normal, feitos nos mesmos vôos.

Entretanto, analisando esses resultados, os autores e outros pesquisadores questionaram a validade de estender essas conclusões aos pilotos, em geral, por causa do alto nível de treinamento e experiência dos pilotos estudados.

Em vista disso, foi realizado um novo estudo, o "Cyclops II", (5) pelo mesmo autor, com pilotos com poucas horas de vôo. Séries de "toque e arremetida" foram feitas por cada piloto em aeronave PA-28-180 Cherokee. A "performance" foi avaliada por observação fotográfica dos erros, sobre uma marca pré-determinada em uma pista pavimentada de 4.000 pés (1.200 m). Os pilotos estudados eram subitamente privados da visão binocular pelo tampona-

mento de um olho na perna do vento de um problema de descida de circuito fechado padrão. Os dados colhidos, durante esses pousos, foram comparados com os dados de Controle dos pousos feitos com visão normal, durante o mesmo vôo.

A seqüência do tamponamento ocular e a alternância de pousos de controle e monocular foram aleatórias para reduzir ao mínimo o efeito de aprendizagem.

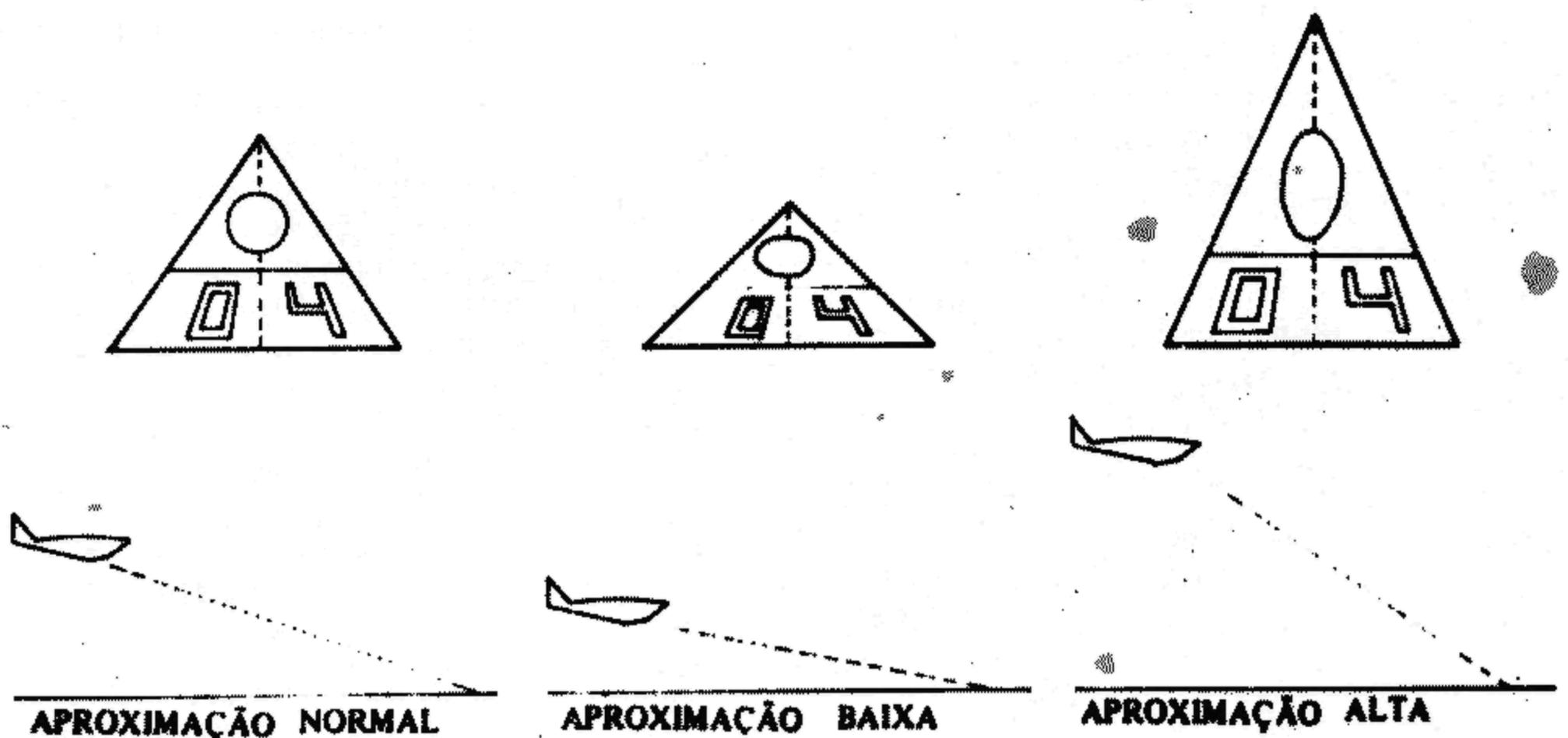
Nenhuma diminuição no desempenho foi observada durante os pousos. Estes achados confirmaram o trabalho anterior de Lewis e Krier e têm implicações importantes com vistas aos padrões aeromédicos para os certificados de vôo.

Os resultados obtidos forneceram um forte apoio para a posição da Federal Aviation Administration na liberação de pilotos com visão binocular limitada, com base na comprovação de sua capacidade prática.

Lewis afirma textualmente: "a habilidade do piloto em estimar com precisão a relação entre objetos a variadas distâncias no espaço, é fundamental para as tarefas de vôo visual."

O mecanismo pelo qual o homem desempenha esta complexa função visual, chamada "percepção de profundidade", permanece um mistério.

### A PISTA DE POUSO COMO É VISTA PELO PILOTO



Tradicionalmente, a visão binocular perfeita tem sido considerada de suficiente importância para a percepção de profundidade, a ponto de muitos aviadores, alguns altamente experientes e válidos, não terem recebido o Certificado de Aptidão Médica para o Voo, somente baseado em deficiência de visão binocular. A justificativa científica para esta prática está, atualmente, em séria dúvida.

O projeto "Cyclops II" conclui:

- 1 - O desempenho no pouso não sofreu diminuição de padrão pela perda da visão binocular; na verdade, melhorou. Esta conclusão é apresentada como sendo altamente confiável (P = 0.001);
- 2 - A experiência total de voo não afetou a "performance" monocular;
- 3 - A dominância ocular não afetou o desempenho nos pousos monoculares;
- 4 - Parece que a perspectiva linear é o mecanismo visual dominante que funciona durante os pousos para fornecer a chave de avaliação visual da distância.

Dhenin e Sharp, (6) em seu excelente tratado "Aviation Medicine", de 1978, escrevem sobre visão monocular:

"Não há dúvida de que um indivíduo pode aprender a voar uma aeronave, e continuar a voá-la, com segurança, com apenas um olho ou com visão em apenas um olho e um levantamento feito pela Federal Aviation Administration norte-americana mostra pequena diferença entre as taxas de acidentes ocorridos com pilotos privados de um só olho e outros com ambos os olhos. Entretanto o efeito da completa perda da visão de um olho restringe severamente o campo visual naquele lado e causa uma completa perda da visão estereoscópica".

Embora a avaliação da distância possa ainda ser possível por meio do "efeito parallax", (\*) esta perda deve constituir um imprevisto de voo e, embora aceitável, no passado, para certos pilotos privados experimentados, esta prática não deverá mais ser permitida, a menos que um teste de voo satisfatório tenha sido realizado e uma observação periódica, de segurança do piloto, seja regularmente feita.

O caso do piloto de um olho só "administrativo", isto é, um indivíduo que tem uma ambliopia

em um olho, com perda de visão central, ou quem tem um escotoma central devido a uma lesão de retina, é ligeiramente diferente. Neste caso, embora o olho não possa perceber pequenos detalhes, o campo periférico de visão está completo. Este indivíduo está, todavia, um pouco mais protegido. Se ele for bem experiente, e no teste de voo puder mostrar que possui adequada capacidade de estar alerta, pode muitas vezes, ser aproveitado, para voo, com certa limitação de atividades.

R. B. Rayman, (7) Coronel Médico da Força Aérea norte-americana, em seu livro "Clinical Aviation Medicine", de 1982, tece algumas considerações sobre a visão de profundidade, em pilotos, lembrando que este senso de profundidade, no ambiente aéreo, depende de recursos tanto monoculares como binoculares.

"Os recursos monoculares incluem tamanho de imagem na retina, perspectiva aérea, perspectiva linear, superposição de contornos, e efeito paralaxe.

O mais importante recurso binocular é a estereoscopia.

Em virtude da importância relativa desses recursos ser discutível, particularmente entre a visão monocular frente à binocular, os Médicos-de-Avição não estão em total concordância de que a visão binocular é absolutamente essencial para as tarefas convencionais de cabine.

Alguns, inclusive, são de opinião de que um piloto com um só olho, não está em especial desvantagem em voo e pode desincumbir-se bastante bem, utilizando os recursos monoculares da percepção de profundidade".

O autor conclui fazendo uma ponderação que nos parece bastante judiciosa:

"Embora possa ser considerado que aquele ponto-de-vista possa ser válido para o voo convencional, ele é menos conveniente para o voo "não-convencional", tal como nas operações militares, pulverização de lavoura, ou qualquer outro tipo de missão que requeira manobras em alta velocidade e baixa altura".

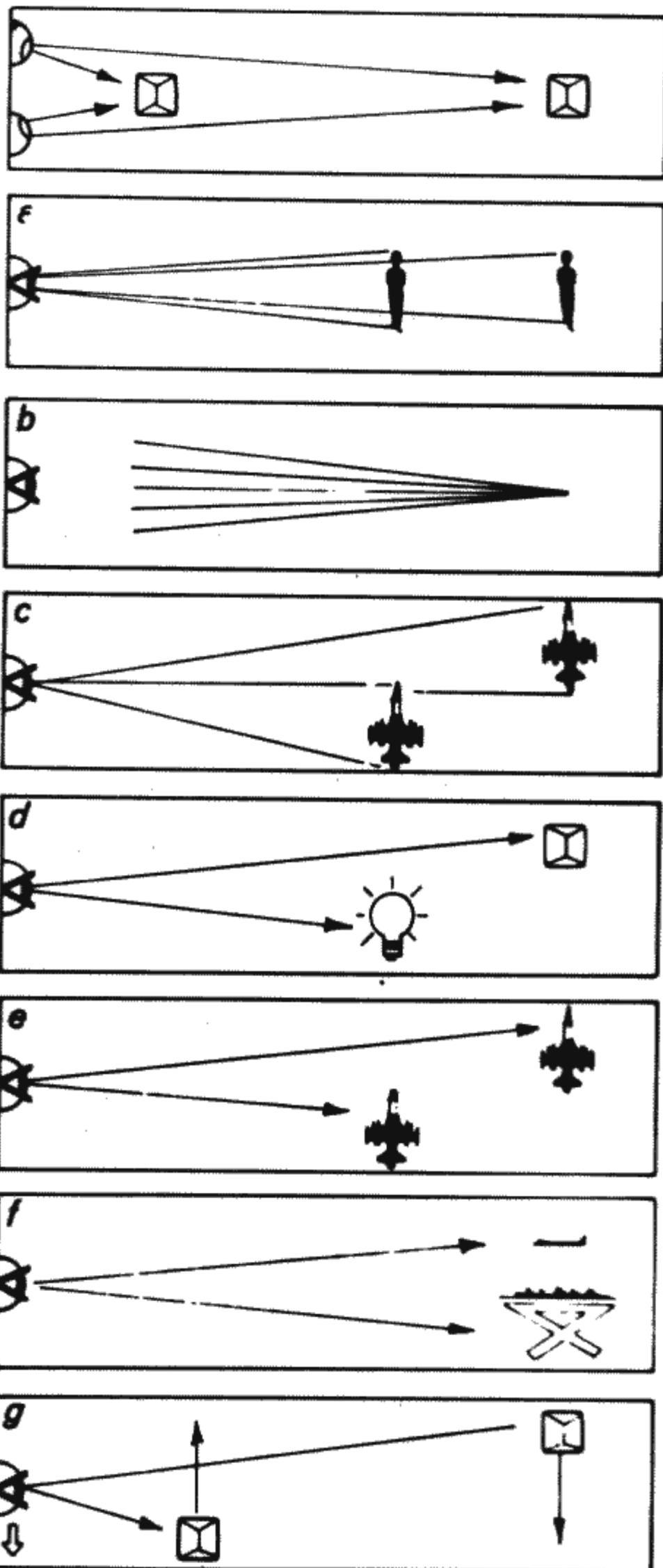
Pessoalmente, conhecemos o caso de um dos nossos pilotos-de-caça que, tendo-se acidentado em voo, perdeu a visão em um olho, conseguiu pousar sua aeronave P5-E, foi transferido para um Esquadrão de Transporte, e tem voado como IP, fazendo pousos e decolagens normais.

(\*) Fenômeno ótico pelo qual parece haver mudança de posição de um objeto distante, causado pela mudança da posição do observador.

- a - O tamanho conhecido de um objeto e o quanto ele preenche o campo visual;
- b - O nosso conhecimento de perspectiva e de convergência de linhas paralelas a grande distância;
- c - Superposições. Se um objeto é superposto por outro, concluímos que ele está mais longe;
- d - Jogo de luz e sombras. Um objeto lança uma sombra para longe de quem vê, se a luz estiver mais próxima deste;
- e - A perspectiva aérea. A visão indistinta de objetos grandes faz supor a existência de névoas ou fumaça entre eles e o observador. Isto indica que estão geralmente, a grandes distâncias;
- f - Associações com objetos terrestres. Os objetos comumente associados estão, aproximadamente, à mesma distância;
- g - Movimentos aparentes (efeitos paralaxe). Quando um observador fixa o olhar em um objeto, enquanto sua cabeça ou seu corpo se movimentam, outros objetos que aparentemente se movem na mesma direção que ele parecem estar mais distantes, enquanto que aqueles que aparentemente se movem na direção oposta parecem estar mais próximos.

## CONCLUSÃO

De tudo isto, acreditamos que podemos, então, generalizar uma linha de conduta relativa ao exercício de pilotagem por indivíduos com visão em um só olho, a ser aplicada em nosso País:



- 1 - Considerando a restrição indiscutível do campo visual existente, com possibilidade de colisões com obstáculos no solo ou mesmo em voo, esses indivíduos, por medida de prudência e segurança de voo, não devem ser autori-

zados a iniciar aprendizado de pilotagem;

2 – Para aviadores, já em exercício de atividade aérea, cada caso deve ser avaliado individualmente, sendo decisiva a observação do seu desempenho real em pousos e decolagens.

a – Considerando que os recursos visuais que orientam o pouso são vários, (8) dos quais apenas um deles é a visão de profundidade, com eficiência restrita a alguns metros, a habilidade do piloto em continuar pousando e decolando determinará sua possibilidade de continuar voando.

b – Tendo em vista a restrição do campo visual, esses pilotos não deverão voar solo, passando para aeronaves biplaces, de transporte, devendo pilotar sempre do lado oposto do olho deficiente, de modo que o olho que conserva o campo visual íntegro possa controlar o espaço externo do lado do piloto, enquanto o co-piloto observa o outro lado.

Assim, deixa de valer, para esses pilotos monoculares, a posição de 1P do lado esquerdo da aeronave. Dependendo do olho lesado, pilotar-se-á à esquerda ou à direita, conforme o caso;

3 – A avaliação de desempenho em vôo, principalmente pousos e decolagens, será continuamente feita, no intervalo das Inspeções de Saúde regulamentares, e por ocasião destas, será anexada ao "dossier" médico uma declaração daqueles avaliadores, atestando a aptidão de desempenho prático;

4 – A visão no olho bom deverá ser normal (20/20), podendo ser aceita correção que atinja este índice, desde que pos-

sua um mínimo de 20/40 sem correção.

## OBSERVAÇÃO

Dependendo da aeronave voada, a impossibilidade do piloto acionar certos comandos, em virtude de estar sentado na cadeira da direita, como por exemplo, o controle direcional da bequilha, normalmente à esquerda da cadeira da esquerda, não impede que ele pilote à direita.

Nesses casos, o co-piloto, à esquerda, acionará esses comandos, por solicitação do piloto, quando necessário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – MAYER, H. B. e LANE, J. C. Monocular pilots - A followup study. *Aerospace Medicine*, Sept. 1973.
- 2 – KYRIELEIS, W. One-eyed persons as pilots. German Air Force, Health and Hygiene Dept., 1942.
- 3 – JONGLOEB, J. Landing carried out by experienced aviators with the use of one-eye only. *Acta Brevia Neerland*, 1935.
- 4 – LEWIS, C. E. e KRIER, G. E. Flight research program: Landing performance in jet aircraft after the loss of binocular vision. *Aerospace Medicine*, (40) : 957, 1969.
- 5 – LEWIS, C. E. et alii. Landing performance by low-time private pilots after the sudden loss of binocular vision - Cyclops II. *Aerospace Medicine*, Nov 1973.
- 6 – DHENIN, G. e SHARP, G. R. *Aviation medicine*. London, Tri-Med Books, 1978.
- 7 – RAYMAN, R. B. *Clinical aviation medicine*. New York, Vantage Press New York, 1982.
- 8 – CENTRO DE INSTRUÇÃO ESPECIALIZADA DA AERONÁUTICA. *Você em vôo; como ver bem*. Rio de Janeiro, Companhia Brasileira de Artes Gráficas, 1979. Apostilha.