

OK... Mas o que isso significa para mim?

Qualquer aeronave, civil ou militar, pode expor o piloto, a tripulação e os passageiros a forças superiores a 1 G. Durante curvas acentuadas e recuperação de atitude incomum, os pilotos da aviação civil podem experimentar forças G elevadas que podem pegá-los de surpresa, a menos que estejam preparados. Posteriormente, todos os aviadores precisam entender o que torna seu corpo mais resistente aos efeitos da aceleração G. Por outro lado, os aviadores precisam compreender as condições que tornarão o seu corpo mais suscetível aos efeitos das forças G. O resultado final é que a tolerância G para cada aviador é individual. pode variar de um dia para o outro e isso pode levar a consequências desastrosas durante o voo. Esta é uma das razões pelas quais os pilotos militares fazem uma manobra de “aquecimento G” antes de voar em aeronaves de alto desempenho, pois lhes permite avaliar seu próprio corpo e quão bem serão capazes de tolerar o ambiente de alto G.

Fatores negativos

A tolerância ao G pode ser diminuída devido à desidratação, fadiga, fome e uso de medicamentos, que são frequentemente utilizados pela sociedade. Com os “Quatro Grandes” motivos citados acima, o aviador pode apresentar mais facilmente sintomas graves de exposição ao G em níveis muito inferiores aos habitualmente tolerados. A falta de condicionamento físico e o sedentarismo também podem degradar a tolerância G e aumentar a suscetibilidade do aviador. Além disso, mais uma vez, fumar e voar não combinam. Indivíduos que fumam têm desempenho diminuído em ambientes de alta altitude e de alto G. Voar é difícil, não torne isso mais difícil abusando desnecessariamente do seu corpo.

Fatores positivos

A maioria das aeronaves civis não estão preparadas para serem equipadas com roupas de proteção G. A tolerância G pode variar de um dia para o outro e isso pode levar a consequências desastrosas durante o voo. Um programa regular de condicionamento que inclua uma combinação de exercícios aeróbicos juntamente com treinamento com pesos, aumentará a resistência do aviador aos efeitos dos Gs. (Todos os programas de exercícios devem ser aprovados pelo médico antes do início do treinamento.) No entanto, há outras coisas

que podem ser feitas para melhorar o desempenho do aviador no ambiente de alto G. Um aviador bem descansado, hidratado e em boa forma será fisicamente capaz de suportar forças G mais elevadas. Quando um aviador está bem hidratado, há mais volume circulante na corrente sanguínea e é mais fácil para o coração manter o cérebro perfundido com sangue oxigenado. O treinamento de natureza apenas aeróbica (corrida e natação, por exemplo) pode diminuir a frequência cardíaca do aviador até o ponto em que ela não aumenta rápido o suficiente para compensar os efeitos dos Gs. A combinação de treinamento aeróbico e de resistência com pesos aumenta a resposta às forças G e adiciona uma camada de proteção que não está presente apenas no condicionamento aeróbico.



Manobra de esforço Anti-G

Outra técnica para lidar com as forças G é a manobra de esforço anti-G. Esta é uma técnica física em que o aviador empurra o ar para fora dos pulmões contra uma glote fechada, ao mesmo tempo que contrai os músculos das panturrilhas, coxas e ombros. Essa resistência inibe o fluxo de sangue para fora do cérebro e, simultaneamente, aumenta a pressão nas artérias carótidas. Essa manobra é praticada por pilotos militares e pode aumentar a tolerância G. Para evitar lesões, entretanto, não deve ser tentado em 1 G com 100% de esforço.

Entendimento e Respeito

Os aviadores precisam respeitar a aceleração G assim como respeitam outros aspectos do voo. O planejamento de voo adequado levará em consideração uma série de coisas, como clima, combustível, distância e tempo. Um aviador inteligente também incluirá a consideração das forças G da aeronave e de todos a bordo quando se tratar de planejamento de voo. Um respeito, treinamento e planejamento saudáveis ajudarão a evitar possíveis encontros inesperados com o solo.

“Este folheto foi traduzido do inglês para o português pelos Residentes do Programa de Medicina Aeroespacial do Instituto Prevent Senior em São Paulo, Brasil, com base nos Folhetos de Segurança Aeromédica produzidos pelo Instituto Médico Aeroespacial Civil da FAA e postados em <https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures> “



Federal Aviation
Administration

Aceleração na Aviação: Força G

Provided by
Aerospace Medical Education Division, AAM-400

To obtain copies of this brochure online:
<https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/>



or contact:

Federal Aviation Administration
Civil Aerospace Medical Institute
AAM-400
P.O. Box 25082
Oklahoma City, OK 73125
(405) 954-4831



Aceleração na Aviação: Força G

Os seres humanos estão adaptados para viver e sobreviver dentro da força sempre presente na gravidade. Enquanto estamos na Terra, isso é uma constante, vivemos e funcionamos com isso desde o dia em que nascemos até o dia em que morremos. Como uma criança que aprende a andar, aprendemos rapidamente que um passo em falso acabará por levar a um doloroso incidente induzido pela gravidade com o solo, a que chamamos de “queda”.

À medida que desenvolvemos e começamos a resolver problemas, aprendemos que um pote de biscoitos caindo do balcão irá criar uma aceleração até o chão, com resultados devastadores. Gastamos tempo de nossa juventude determinando os resultados da gravidade em objetos esféricos de vários formatos e tamanhos. Nos acostumamos com a gravidade no padrão “Força G” ou “1G”.

Quando pilotamos uma aeronave, tudo o que aprendemos sobre a gravidade e com o qual nos sentimos confortáveis muda repentinamente. Voo, na sua definição mais pura, é superar a gravidade para ascender pelo ar. Assim como quando estávamos aprendendo a andar, o objetivo principal de todo voo deveria ser evitar incidentes dolorosos com o solo induzidos pela gravidade

Tudo o que sobe tem que descer

The force of gravity on earth causes a constant A força da gravidade na Terra causa uma aceleração constante de 32 pés por segundo ao quadrado. Um objeto em queda livre acelerará a uma velocidade cada vez maior em direção à Terra até colidir com a mesma ou atingir a velocidade terminal, o ponto em que a força atua sobre o objeto, supera a força de aceleração induzida pela gravidade.

A aceleração é descrita em unidades de força chamadas “Gs”. Um piloto em uma curva acentuada pode experimentar forças de aceleração equivalentes a muitas vezes a força da gravidade. Isto é especialmente comum em caças militares e aeronaves acrobáticas de alto desempenho, onde as forças de aceleração podem chegar a 9 Gs. Os pilotos de acrobacia aérea, em uma curva fechada também experimentam altas forças G, mas o importante a lembrar é que qualquer aeronave operada em um perfil de desempenho máximo sujeitará o piloto a uma aceleração maior do que a aceleração de 1G encontrada no solo. Os pilotos precisam entender isso para dominar o voo com sucesso.

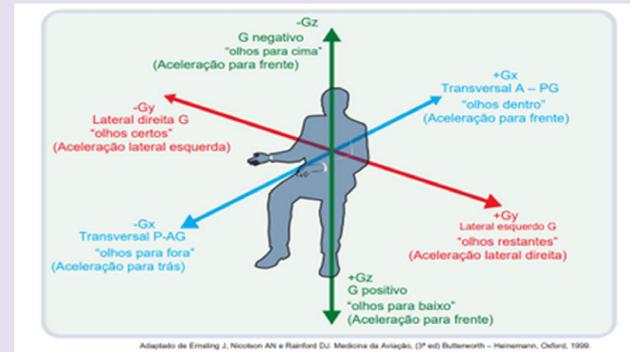
Tipos de Aceleração:

Existem três tipos de aceleração: These types are Linear, Radial e Angular.

Aceleração Linear - Mudança de velocidade em linha reta. Este tipo de aceleração ocorre durante a decolagem, pouso ou em um voo nivelado, quando uma configuração de aceleração é alterada.

Aceleração Radial - Resultado de uma mudança de direção, como quando o piloto realiza uma curva fechada, entra ou sai de um mergulho.

Aceleração Angular - Mudança simultânea de velocidade e de direção que acontece em giros e em curvas ascendentes.



Força G

Durante o voo, um piloto pode experimentar uma combinação dessas acelerações como resultado de comandos nos controles de voo. Essas acelerações induzem forças G no corpo que podem ser descritas como Gx, Gy e Gz.

+Gx é descrito como uma força que atua no corpo do peito às costas; +Gx é experimentado, por exemplo, durante a corrida de decolagem à medida que o acelerador é pressionado. Esta é a força que empurra o piloto de volta ao assento à medida que a aeronave acelera.

-Gx é descrito como uma força das costas ao peito e é encontrado durante a aterrissagem quando o acelerador é soltado. Esta força empurra o piloto para frente na altura do ombro. Os pilotos navais que voam em porta-aviões sentem os extremos desse tipo de força G. Durante o lançamento da catapulta, a aeronave atinge uma aceleração de mais de 160 mph em pouco menos de dois segundos. Durante o pouso, a aeronave irá desacelerar até parar completamente em apenas alguns metros. Os pilotos de porta-aviões adaptaram-se com sucesso a estas forças G extremas durante décadas.

Gy é uma força lateral que atua de ombro a ombro e é encontrada durante os giros do aileron. Os pilotos acrobáticos encontram rotineiramente esse tipo de força G e ainda podem manobrar suas aeronaves com segurança e precisão.

Gz é uma força gravitacional aplicada ao eixo vertical do corpo. Se for experimentado da cabeça aos pés, é denominado (positivo) +Gz. Isso acontece quando um piloto sai de um mergulho ou entra em um loop interno.

-Gz (negativo) se desloca dos pés à cabeça e é experimentado quando um piloto inicia um mergulho.

Efeitos fisiológicos relacionados à exposição de altas forças G

Os seres humanos estão adaptados para viver a 1 G na superfície da Terra. No ambiente da aviação, qualquer manobra tem o potencial de expor o corpo humano a mais de 1 +Gz de força de aceleração.

Isto pode ser particularmente perigoso para os pilotos no eixo Gz. Esta é uma força G que atua da cabeça aos pés no caso de +Gz e dos pés à cabeça no caso de -Gz. Quando uma aeronave entra em uma curva coordenada de alta velocidade ou inicia a retirada de um mergulho íngreme, o piloto experimenta +Gz.

O coração e o sistema cardiovascular devem responder rapidamente à aceleração G para manter o sangue fluindo para o cérebro e manter a consciência. A resposta fisiológica ao +Gz faz com que o coração bata mais forte e mais rápido com um aumento do tônus vascular para manter o sangue fluindo “para o norte” em direção à cabeça.

Se a resposta fisiológica do coração e do sistema vascular não acompanhar o rápido início das forças G, o desempenho do piloto será degradado a ponto de ocorrer inconsciência e incapacidade de pilotar a aeronave.

Uma das primeiras indicações de um desastre iminente pode ser uma perda progressiva de visão à medida que a aeronave inicia a manobra. Os olhos são extremamente sensíveis ao baixo fluxo sanguíneo e, se o sistema vascular não conseguir acompanhar o início dos Gs, a retina não receberá sangue adequado. À medida que a pressão arterial no olho cai abaixo daquela necessária para a retina, o piloto pode notar uma perda de visão periférica (visão de túnel), que pode então ser seguida por degradação progressiva para um campo visual menor (visão do cano da arma), que por sua vez pode



ser rapidamente seguido por Gray Out e Blackout dos campos visuais.

Se o rápido início das forças G continuar, o resultado final pode ser a perda de consciência induzida por G (GLOC). Nesta condição, a menos que a aeronave tenha altitude suficiente para o piloto recuar dos Gs e recuperar a visão e/ou consciência, o resultado pode ser trágico. Esta tem sido a causa de demasiadas mortes na aviação militar e civil.

Os sintomas que resultam da alta exposição ao G dependem da taxa de início da aceleração. Quando o início é gradual (cerca de 0,1 G por segundo), os sintomas visuais precedem o GLOC. Se o início for rápido (1 G por segundo ou mais), o GLOC pode ocorrer sem aviso visual.

Embora os efeitos de +Gz possam ser profundos, o corpo humano está ainda menos equipado para lidar com -Gz, que é descrito como uma força pé-a-cabeça e é encontrada quando um piloto entra em um mergulho ou entra em um loop externo. Sob -Gz, o sangue é impedido de retornar pelas veias jugulares para o coração, mas o fluxo sanguíneo arterial para a cabeça é aumentado. Mais uma vez, a retina do olho é extremamente sensível e o efeito visual é uma perda de visão devido ao “Red Out”. Se o piloto não diminuir a pressão de controle, ocorrerá perda de consciência em pouco tempo porque o sangue não flui através do cérebro. Para sobreviver num ambiente de aviação, os pilotos devem respeitar as leis da aceleração.