

FUERZAS ACELERATIVAS - G LOC

Autor: C.D.A.(S) Charles CUNLIFFE Checura

I. INTRODUCCION

Las fuerzas acelerativas, transmitidas a las tripulaciones por ley de acción y reacción, inducen una serie de limitaciones fisiológicas en el cuerpo humano que son necesarias conocer, por cuanto tienen relación con la génesis de diversos incidentes / accidentes aéreos. Entre estas limitaciones, de especial relevancia para una aviación de combate o acrobática lo constituye el G-LOC o GLC ("G Induced Loss of Consciousness") o pérdida de conciencia por efecto Fuerza G.

La aceleración es una medida de cambio de magnitud o vector de velocidad por unidad de tiempo, expresándose habitualmente como pies / seg². Las aceleraciones que participan en el ambiente tridimensional aéreo está incluida también la aceleración gravitacional, con su constante de 32 pies / seg², asociadas a las aceleraciones gravitoinerciales en cualquier eje en que se apliquen. Por descomposición de fuerzas, el eje final en que se aplican estas aceleraciones corresponde al eje de la resultante de la sumatoria algebraica de todos los vectores de estas aceleraciones participantes.

El peso de un individuo en la tierra (W_0) corresponde a su masa por la aceleración de gravedad (g) expresada como una fuerza gravitacional sobre la superficie. A su vez, en el ambiente tridimensional, el peso nuevo de este mismo individuo (W_1) va a corresponder a su masa, que se mantiene constante, por la magnitud de la resultante final de las aceleraciones involucradas (a). Vale destacar que cuando se habla de aceleraciones siempre hay una masa a la cual se está haciendo referencia por lo cual, es lícito hablar genéricamente de fuerzas acelerativas.

Por último, vale destacar el concepto de peso relativo (W_1 / W_0), conocida como fuerza G o simplemente G, que corresponde a una razón del peso del individuo sometido a las aceleraciones tridimensionales del ambiente aéreo, en comparación a su peso terrestre normal sometido a la aceleración de gravedad normal. De esta forma, al despejar la fórmula, considerando que la masa se mantiene constante, tenemos que G es el resultado de la división de la resultante de las aceleraciones en el ambiente tridimensional, por la aceleración de gravedad y, dado que se divide unidades de aceleración por si mismas, G queda sin unidad de medida.

II. ORIENTACION Y POLARIDAD DE VECTORES

Como se ilustra en figura N° 1, los vectores que más interesan en aviación son los lineales y los angulares, teniendo estos últimos, un importante rol en la generación de ilusiones de desorientación que no es del interés de este capítulo. De los ejes lineales, el vertical o Z es de sumo interés para la explicación del fenómeno del G-LOC, materia fundamental de este capítulo. Por otra parte, es necesario tener presente que una fuerza acelerativa de la aeronave produce en el piloto, por acción y reacción, una fuerza reactiva en el mismo eje de igual magnitud pero polaridad opuesta, con una pequeña salvedad en el eje Y como se ilustra en figura N° 2.

FIG. Nº 1 ORIENTACION VECTORES LINEALES Y ANGULARES

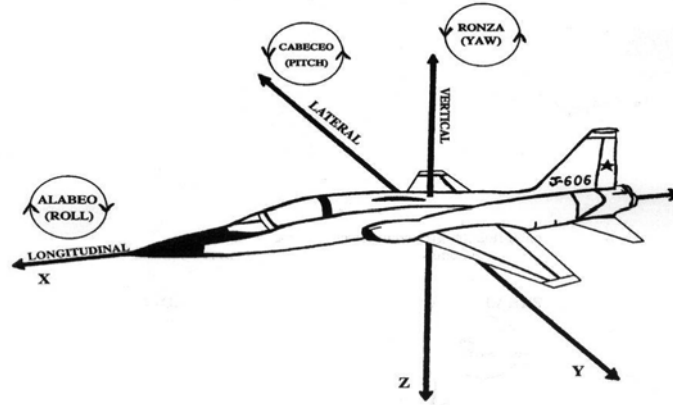
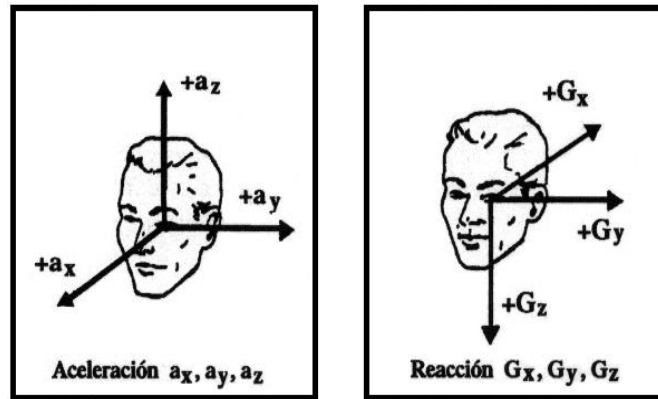


FIG Nº 2 POLARIDAD FUERZAS DE ACCION Y REACCION

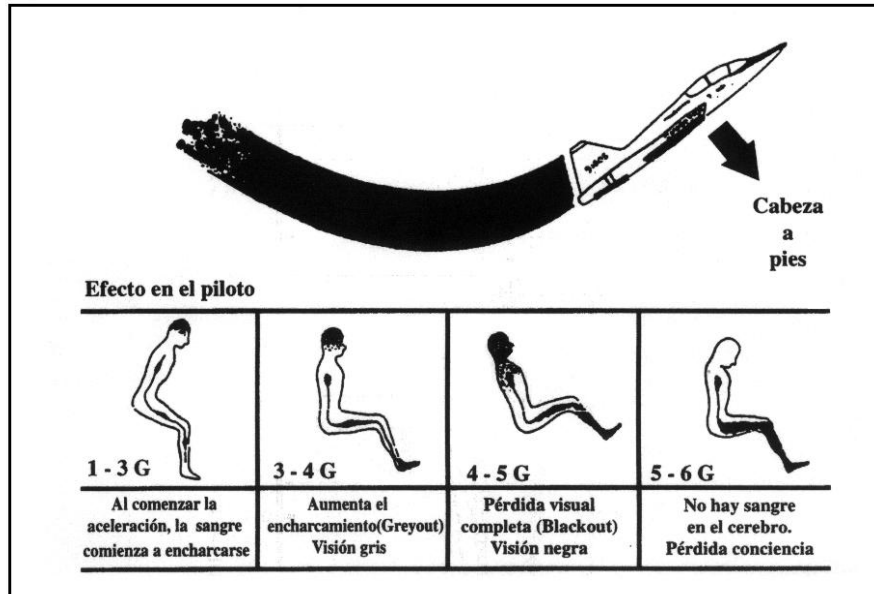


III. GENERALIDADES DEL G-LOC

Se ha demostrado el error histórico que se cometió al pensar que el G-LOC era un problema exclusivo del material de combate de alta "performance" del tipo F-16 o F-15, sabiendo en la actualidad que puede ocurrir en cualquier material de vuelo, civil o militar, si se cumplen con ciertos parámetros.

En forma simplista, el G-LOC es la pérdida de conciencia por el efecto exanguinante cerebral inducido por una fuerza reactiva $G_z (+)$ sostenida, como se ilustra en figura Nº 3. Por efecto de la centrifugación que sufre el piloto, la sangre tiende a estancarse en las zonas más distales del cuerpo, con la consiguiente caída de la presión arterial, insuficiente para irrigar el cerebro, órgano muy sensible a la falta de oxígeno. Por otra parte, como se sabe hoy en día, la duración de esta pérdida de conciencia o incapacitación en vuelo del piloto puede durar desde pocos segundos hasta medio minuto, con las consecuencias previsibles.

FIG. Nº 3 EFECTO EXANGUINANTE FUERZA GZ +

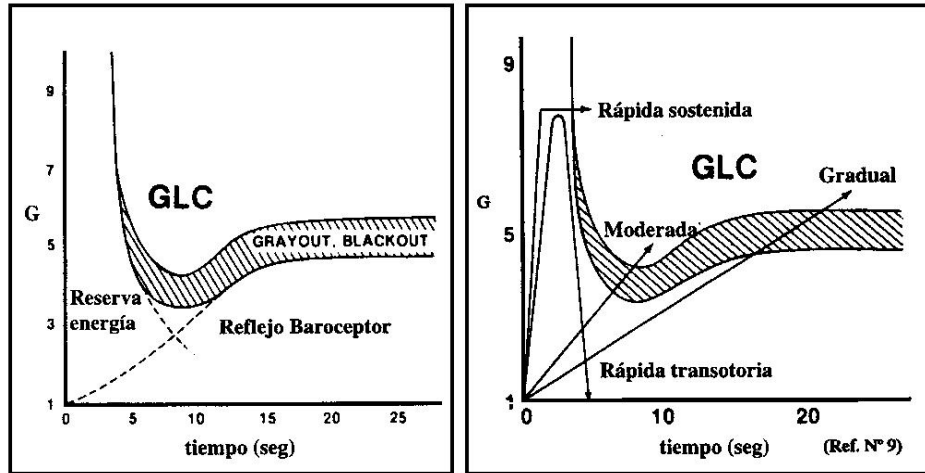


Se sabe hoy en día que es muy improbable la generación de un G-LOC con fuerzas GZ (+) y tiempos de aplicación de las magnitudes de aquellos ubicados a la izquierda y debajo de la curva clásica ilustrada en la imagen izquierda de la figura Nº 4. Esto debido a la reserva energética que tiene el cerebro y los reflejos compensatorios cardiovasculares que se pueden poner en ejecución.

Por otra parte, como se señala en la imagen derecha de la figura Nº 4, existen cuatro situaciones diferentes de virajes con aceleraciones en el eje Z que es necesario comprender. De éstas, evidentemente que el viraje con altas G y sostenido por más de 4 a 5 segundos, es el más peligroso por cuanto, puede pasar a la zona de G-LOC sin ningún síntoma premonitor o señal de alerta al piloto. En cambio, las aceleraciones graduales o moderadas pasan obligatoriamente por un período de síntomas, correspondiente al área achurada, caracterizadas por disminución de la visión periférica seguida de visión negra, que permiten al piloto tomar medidas correctivas antes de perder la conciencia.

No obstante lo señalado en el párrafo precedente, se estima en la actualidad que la cuarta situación, correspondiente a la aceleración brusca con altas G, pero transitoria de menos de 5 segundos de duración, es la más peligrosa de todas. Desafortunadamente, esta situación es la más aplicable a la gran mayoría de las aeronaves actuales, tanto civiles como militares. La gravedad radica en el hecho que por la duración de esta aceleración, el ser humano tolera naturalmente estas fuerzas acelerativas debido a su reserva energética. Con esta falsa percepción de seguridad, el piloto tiende a perderle el respeto al riesgo de G-LOC a pesar que está a un segundo de tener un incidente gravísimo que puede costarle la vida.

FIG. Nº 4 CURVA CLASICA G-LOC



IV. PREVENCIÓN

Para hablar de prevención es necesario antes que nada aceptar y comprender la existencia del problema. A su vez, es necesario conocer los factores que facilitan la ocurrencia de este fenómeno. Respecto a esto último, los estudios efectuados, sobre cientos de incidentes, han demostrado que el factor más importante por lejos corresponde a la ejecución de la maniobra anti - G en forma inadecuada. Le siguen en importancia factores de nutrición e hidratación inadecuadas como asimismo, la fatiga previa y falta de sueño.

Como se desprende de lo anterior, la falla de equipos especiales de protección contra este fenómeno, como lo son los trajes anti-G, no constituyen una causal significativa de facilitación de este fenómeno. Más aún, se sabe que los trajes anti-G clásicos sólo incrementan la tolerancia de las fuerzas G en aproximadamente 1,5 G. Por lo tanto, excluyendo la maniobra anti-G, los pilotos sometidos a altas G deben tener especial preocupación por buenos hábitos nutricionales e hidratación, una capacitación física para contrarrestar la fatigabilidad y la costumbre de tener un sueño reparador.

En cuanto a la maniobra anti-G, conocida como maniobra L-1, debe insistirse en la necesidad de anticiparse al viraje propiamente tal. Esta maniobra persigue crear una condición de hipertensión arterial transitoria, mediante el ordeño de la sangre de las extremidades inferiores, lo que aumenta el volumen sanguíneo tóraco-abdominal, llegando al cerebro con mayor facilidad.

La maniobra L-1 es la principal protección anti-G con que cuenta el piloto para tolerar altos niveles de fuerzas $G_z +$. Esta maniobra posee un alto grado de efectividad, permitiendo la tolerancia de hasta 7 a 8 $G_z +$ si se hace en forma correcta. No obstante, debe tenerse presente que esta maniobra mal ejecutada produce un deterioro importante de la tolerancia normal. Asimismo, la ejecución de esta maniobra produce cansancio y fatiga con facilidad.

La ejecución correcta de esta maniobra consta de 4 pasos secuenciales:

1. Inhalación Profunda llenando pulmones
2. Contracción secuencial de los músculos de los pies, pantorrillas, muslos, glúteos y abdominales, manteniendo esta contracción durante toda la maniobra.
3. Exhalación forzada contra una glotis cerrada que no deja escapar el aire
4. Apertura de glotis permitiendo exhalación e inhalación corta y superficial cada 3 segundos

V. ACONDICIONAMIENTO FISICO

Como se ha mencionado, el someterse a altas G y ejecutar la maniobra L-1 es altamente fatigante para el individuo, llegando a compararse esta actividad con actividades deportivas de alto rendimiento. Por tal motivo, asociado a las tasas de accidentes aéreos por esta causa, desde hace años que se insiste en la preparación o acondicionamiento físico específico de las tripulaciones sometidas a este riesgo.

Evidentemente que la discusión en detalle de este acondicionamiento físico específico excede los propósitos de este capítulo. Eso sí, vale destacar que en forma general se establece la necesidad imperiosa de incrementar la potencia muscular en forma global, mediante un acondicionamiento anaeróbico, lo que permitirá aumentar la capacidad muscular de ordeñar las extremidades inferiores, redistribuyendo el flujo sanguíneo hacia cerebro y a la vez, proteger la columna de esfuerzos importantes.

A su vez, este entrenamiento anaeróbico debe ir de la mano con el acondicionamiento aeróbico, por cuanto, independientemente de mejorar la capacidad cardio-respiratoria, incrementa en forma notoria la recuperación del cansancio muscular al mejorar los procesos de eliminación de productos de desecho, disminuyendo de esta forma la fatigabilidad muscular, que tiene especial importancia al ser expuestos en forma reiterativa a altas G en el mismo vuelo.

VI. FUERZA "Gz" NEGATIVA (Gz-)

Para concluir este capítulo, es necesario mencionar el fenómeno que ocurre con las aceleraciones en el eje vertical pero con polaridad inversa a las que producen el G-LOC. Estas fuerzas del tipo "Gz -", con magnitudes de tan solo 3 G por 5 segundos, son muy mal toleradas por el hombre. Esta situación produce "visión roja", confusión mental, dolor de cabeza, disminución de la frecuencia del ritmo cardíaco y dilatación de las pequeñas arterias. La "visión roja" sería provocada por el párpado inferior que cubriría el ojo, lo que no está bien demostrado. En todo caso, existe compromiso visual importante con pérdida de las referencias externas.

Si bien es cierto que este fenómeno no produce pérdida de conciencia, las molestias que produce son importantes, agravado por la situación que en cualquier maniobra acrobática o de combate, es muy frecuente pasar directamente de una condición con Gz positiva a una condición con Gz negativa y viceversa, lo que aumenta significativamente el esfuerzo que debe hacer el piloto.