

# **CONCEPTOS FISIOLÓGICOS** de Medicina de Aviación

Centro de Medicina Aeroespacial  
Sociedad Chilena de Medicina de Aviación y del Espacio



# Índice

## A. ASPECTOS FILOSÓFICOS DE LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

I. Introducción .....	15
II. Objetivos .....	16
III. Desarrollo .....	16
A. Definiciones .....	16
B. Generalidades sobre Prevención .....	17
C. La Ciencia de la Prevención .....	18
D. Aplicación de Principios .....	18
1. Organización .....	19
2. Hechos y Evidencias .....	19
3. Análisis .....	19
4. Selección de Recomendaciones .....	19
5. Aplicación de Recomendaciones .....	19
E. Filosofía de la Prevención de Accidentes .....	20
F. Indicadores de un Accidente .....	20
IV. Resumen .....	22
V. Referencias .....	22

## B. CONCEPTOS BÁSICOS DE LA ATMÓSFERA Y LEYES DE LOS GASES

I. Introducción .....	23
II. Objetivos .....	23
III. Desarrollo .....	24
A. Conceptos Generales Básicos .....	24
1. Definición .....	24
2. Estratificación .....	24
3. Características .....	25
B. Radiaciones Cósmicas .....	27
C. Composición Gaseosa de la Atmósfera .....	29
D. Relación Presión Barométrica / Altura .....	30
1. Distribución de la Masa Atmosférica .....	30
2. Medición de la Presión Barométrica (Pb) .....	30
3. Pb. / Cascada O <sub>2</sub> / Saturac. Hemoglobina .....	32
E. Estratificación Fisiológica de la Atm. .....	35
1. Zona Fisiológica .....	36
2. Zona Deficitaria .....	36
3. Zona Equivalente Espacio .....	36
F. Princ. Básicos de las Leyes de los Gases .....	36
1. Ley de Difusión Gaseosa .....	36
2. Ley de Dalton .....	36
3. Ley de Henry .....	36
4. Ley de Charles .....	36
5. Ley de Boyle .....	37
IV. Resumen .....	37

V. Referencias .....	38
<b>C HIPOXIA E HIPERVENTILACIÓN</b>	
I. Introducción .....	39
II. Objetivos .....	40
III. Desarrollo .....	40
A. Fisiología de la Circulación y Respiración .....	40
B. Definición y Clasificación .....	43
1. Definición .....	43
2. Clasificación .....	44
C. Hipox. de Altura – Elementos Conceptuales .....	45
1. Pao <sub>2</sub> / Ecuac. Gases Alveolares / Sat. Hb .....	45
2. Tiempo Útil de Conciencia .....	48
3. Equivalente Nivel de Mar .....	48
D. Factores de Severidad Hipox. de Altura .....	50
E. Reconocimiento Clínico de la Hipoxia .....	50
F. Trat. Hipox. y/o Hiperventilación en Vuelo .....	51
IV. Resumen .....	53
V. Referencias .....	54
<b>D EQUIPOS DE OXÍGENO</b>	
I.- Introducción .....	55
II. Objetivos .....	56
III. Desarrollo .....	56
A. Descripción .....	56
B. Requisitos del Sistema .....	56
C. Sistema de Almacenamiento de Oxígeno .....	56
1. Sistema de Baja Presión .....	56
2. Sistema de Alta Presión .....	57
3. Sistema Oxígeno Líquido .....	57
D. Sistemas de Administración de Oxígeno .....	58
1. Sistema de Flujo Continuo .....	58
2. Sistema de Demanda .....	60
E. Máscaras de Oxígeno .....	62
1. Características .....	62
2. Componentes .....	63
3. Operación Válvula De Inhalacion/Exhalacion .....	64
F. Cilindro de Oxigeno de Emergencia .....	65
G. Regulador de Oxigeno A - 14 .....	65
H. Regulador de Oxigeno Md - 1 .....	65
1. Componentes y Controles .....	67
2. Verificacion Pre-Vuelo (Price) .....	68
I. Cuidado de Máscara y Casco .....	69
J. Factores en Duracion del O <sub>2</sub> según Sistema .....	70
1. Sistema de Almacenamiento .....	70
2. Capacidad de Contenedores / Cilindros .....	71
3. Consumo Normal / Adicional de Tripulación .....	72

4. Equipo de Administración de Oxígeno .....	72
5. Altitud de Vuelo .....	73
6. Temperatura de Cilindros.....	74
IV. Resumen .....	75
V. Referencias .....	75
<b>E. DISBARISMOS</b>	
I. Introducción .....	77
II. Objetivos .....	77
III. Desarrollo .....	78
A. Definición y Clasificación .....	78
1. Definición.....	78
2. Clasificación .....	78
B. Premisas Fisiológicas.....	78
C. Cuadros Clínicos .....	80
1. Gases Atrapados en Cav. Orgánicas.....	80
2. Enfermedad por Descompresión (EPD).....	85
D. Impacto de la EPD en Aviación .....	86
E. Medidas Preventivas y trat. en vuelo .....	89
F. Conducta Médica frente a las EPD.....	91
IV. Resumen .....	92
V. Referencias .....	93
<b>F. PRESURIZACIÓN Y DESCOMPRESIÓN</b>	
I. Introducción .....	95
II. Objetivos .....	96
III. Desarrollo .....	96
A. Presurización de Cabina .....	96
1. Cabinas Selladas.....	96
2. Cabinas Presurizadas .....	97
B. Sistema de Control de Presurización .....	97
1. Control Isobárico.....	97
2. Control Diferencial .....	98
C. Ventajas Y Desventajas de la Presurización.....	99
1. Ventajas .....	99
2. Desventajas.....	99
D. Descompresión.....	99
1. Fact. que afectan la Velocidad de Desc. ....	100
2. Fact. que afectan la severidad de la Desc. ....	100
3. Causas de Descompresión .....	100
4. Aspectos Físicos en la Descomp. ....	100
E. Efectos Fisiológicos en la Descompresión .....	101
1. Efectos durante la descompresión rápida.....	101
2. Efectos después de la descompresión rápida.....	101
F. Procedimiento de Emergencia .....	103
IV. Resumen .....	103
V. Referencias .....	103

**G DESORIENTACIÓN ESPACIAL**

I. Introducción .....	105
II. Objetivos .....	106
III. Desarrollo .....	106
A. Bases Fisiológicas de la Orientación .....	111
B. Proyecciones Estadísticas .....	114
C. Definición y Clasificación .....	114
1. Definición.....	114
2. Clasificación .....	115
D. Ilusiones En Vuelo.....	116
1. Ilusiones Visuales.....	116
2. Ilusiones Vestibulares.....	125
3. Ilusiones Propioceptivas .....	135
4. Ilusiones Misceláneas.....	135
E. Factores Contribuyentes a la SDO.....	137
1. Factores Ambientales .....	137
2. Factores propios del Vuelo.....	137
3. Factor Piloto .....	138
4. Factor de la Aeronave.....	138
F. Prevención de la SDO .....	139
1. Conocimientos Psico-Fisiológicos .....	139
2. Entrenadores Fisiológicos.....	140
3. Desarrollo de Instrumentos.....	140
IV. Resumen .....	141
V. Referencias .....	141

**H. ESCAPE DE EMERGENCIA Y EYECCIÓN**

I. Introducción .....	143
II. Objetivos .....	143
III. Desarrollo .....	144
A. Definición y Clasificación .....	144
B. Requisitos y tipos de Escape Asistido .....	144
1. Requisitos de Escape Asistido Exitoso.....	144
2. Tipos de Sistema de Escape .....	145
C. Aspectos Estadísticos.....	147
D. Secuencia de la eyección y fuerzas en Juego.....	149
1. Eyeccion propiamente tal .....	150
2. Desaceleración y "Windblast" .....	150
3. Apertura Paracaidas .....	151
4. Aterrizaje o Impacto con el Suelo .....	151
E. Generación de Lesiones.....	151
F. Fisiopatología de Lesiones .....	152
1. Lesiones Osteo-Articulares.....	152
2. Lesiones Vasculares .....	153
3. Lesiones Cerebrales .....	153
G. Experiencia Fach.....	153
H. Aspectos Preventivos .....	154

1.	Examen Sistemático De Columna Vertebral.....	154
2.	Conocimiento Del Asiento De Eyección .....	154
3.	Control Del Peso Corporal De Pilotos.....	154
4.	Eyección A Altura Suficiente .....	154
5.	Saltar A Tiempo .....	154
6.	Prepararse Para La Eyección.....	154
IV.	Resumen .....	155
V.	Referencias .....	155
<b>I.</b>	<b>FUERZAS ACELERATIVAS – G-LOC</b>	
I.	Introducción .....	157
II.	Objetivos .....	157
III.	Desarrollo .....	158
A.	Definiciones Básicas.....	158
1.	Movimiento.....	158
2.	Rapidez / Velocidad .....	158
3.	Aceleración / "Jerk" .....	158
4.	Fuerza / Inercia .....	158
5.	Peso / G / G.....	159
6.	Aceleración Centrífuga.....	159
B.	Orientación y Polaridad De Vectores .....	160
C.	Aspectos Estadísticos.....	161
D.	Conceptos Fisiológicos .....	165
1.	Consideraciones Clásicas.....	165
2.	Consideraciones Específicas.....	170
E.	Prevención Anti-G .....	173
1.	Generalidades .....	173
2.	Concientización y Disciplina ante Fuerzas G .....	174
3.	Entrenamiento Maniobra Anti-G .....	177
4.	Nutrición y Deshidratación.....	180
5.	Acondicionamiento Físico.....	181
6.	"Currency & Recency" .....	184
F.	Protección Anti-G.....	184
IV.	Resumen .....	186
V.	Referencias .....	186
<b>J.</b>	<b>ESTRÉS, FATIGA Y RITMOS CIRCADIANOS</b>	
I.	Introducción .....	189
II.	Objetivos .....	189
III.	Desarrollo .....	190
A.	Antecedentes Generales.....	190
B.	Estrés .....	191
1.	Definición y Tipos.....	191
2.	Estrés Externo.....	191
3.	Estrés Autoimpuesto .....	192
4.	Causas del Estrés en Medicina Aeroespacial.....	192
5.	Capacidad Cognitiva y Estrés.....	193

6. Signos y Síntomas El Estrés .....	194
7. Cuantificación de Factores Estresantes.....	195
8. Manejo del Estrés.....	195
C. Fatiga.....	196
1. Definición.....	196
2. Fatiga Crónica .....	197
3. Fatiga en Aviación .....	198
D. Ritmos Circadianos.....	199
1. Generalidades .....	199
2. Fundamentos .....	200
3. Ciclo del Sueño .....	200
4. Desorden del Sueño .....	201
5. Higiene del Sueño .....	202
6. Desincronización o "Jet Lag" .....	202
IV. Resumen .....	203
V. Referencia .....	203

## K CONCEPTOS NUTRICIONALES

I. Introducción .....	205
II. Objetivos .....	205
III. Desarrollo.....	206
A. Definiciones Básicas.....	206
B. Definición y Funciones Sustancias Nutritivas.....	207
1. Proteínas .....	207
2. Hidratos de Carbono .....	207
3. Grasas o Lípidos .....	207
4. Vitaminas y Minerales.....	207
C. Requer. Nutricionales de Pilotos de Combate .....	208
1. Calorías.....	208
2. Proteínas .....	208
3. Hidratos de Carbono .....	208
4. Lípidos .....	208
5. Fibras .....	208
6. Vitaminas y Minerales.....	208
7. Líquidos .....	208
D. Alterac. Fisiológ. por errores Nutricionales .....	209
1. Hipoglicemia .....	209
2. Fatiga Muscular.....	210
3. Deshidratación .....	210
4. Distensión Abdominal .....	211
5. Obesidad.....	212
E. Dietas Hipocalóricas Extremas.....	213
1. Dietas de Acción Rápida .....	213
2. Dietas Mágicas.....	214
F. Aspectos Nutric. en Operac. Aereas (R.E.A.).....	214
G. Recomend. Nutric. En Actividades De Vuelo.....	215
IV. Resumen.....	217



V. Referencias.....	217
<b>L FACTOR HUMANO – CONCIENCIA SITUACIONAL</b>	
I. Introducción .....	219
II. Objetivos .....	221
III. Desarrollo .....	222
A. Conceptos Generales .....	222
B. Personalidad del Piloto .....	226
1. Generalidades .....	226
2. Características del Piloto Tipo .....	227
3. Características Contradictorias del Piloto Tipo.....	227
4. Características del “Aviador en Crisis” .....	228
C. Análisis Antecedentes Estadísticos .....	229
D. Definiciones Básicas.....	239
1. Orientación Espacial .....	239
2. Conciencia Situacional.....	239
3. Error Humano .....	240
4. Habilidades .....	240
5. Atención .....	240
E. Errores de Orientación.....	240
F. Proceso de Toma de Decisión.....	242
G. Pérdida de la Conciencia Situacional.....	243
H. Conceptos Diagnósticos .....	245
I. Conceptos Preventivos .....	246
1. Educación y Entrenamiento .....	247
2. Empleo de Simuladores Dinámicos de Vuelo .....	247
3. Planificación / Briefing / Debriefing .....	247
4. Conceptos Crm / Frm .....	249
IV. Resumen .....	249
V. Referencias .....	250
<b>M CONCEPTOS PSICOLÓGICOS</b>	
I. Introducción .....	251
II. Objetivos .....	251
III. Desarrollo .....	252
A. Selección en Aviación .....	252
1. Requisitos del Piloto Ideal .....	252
2. Proceso de Selección .....	259
3. Contraindicaciones para la Actividad Aérea .....	259
B. Prevención en Aviación.....	260
1. Consumo de Sustancias.....	260
2. Trastornos del Sueño .....	265
3. Disrupción de Ritmos Biológicos .....	267
4. Fatiga o Estrés de Vuelo.....	270
5. Piloto Mayor de 65 Años.....	275
C. Acc. Aéreos Efectos e Intervención Psicológ.....	273
1. Estrés Agudo.....	274

2. Estrés Postraumático .....	276
3. Población de riesgo post accidente .....	278
4. Resiliencia .....	279
IV. Resumen .....	280
V. Referencias .....	280

## **N CONCEPTOS OTORRINOLARINGOLÓGICOS**

I. Introducción .....	283
II. Objetivos .....	283
III. Desarrollo .....	284
A. Anatomía y Fisiología .....	284
1. Oído Externo .....	284
2. Oído Medio .....	284
3. Oído Interno .....	284
B. Clasif. y Fisiopat. del Deterioro Auditivo .....	286
1. Hipoacusia de Transmisión .....	286
2. Hipoacusia de Percepción o Neurosensorial .....	286
3. Hipoacusia Central .....	286
4. Hipoacusia Mixta .....	286
C. Caracterist. y formas de Análisis del Ruido .....	286
1. Efectos del Ruido .....	287
2. Factores Influyentes en la Perdida Auditiva .....	290
D. Prevención y Protección Auditiva .....	291
1. Educación y Entrenamiento .....	291
2. Medidas de Protección Sonora .....	291
3. Limitación Tiempo De Exposición .....	292
4. Otras .....	293
E. Elementos de Protección Personal .....	293
1. Tapones Intraductales .....	293
2. Fonos o Cascos .....	294
F. Características del Ruido en Vuelo .....	296
1. Ruido Interior .....	296
2. Ruido Exterior .....	298
G. Vibraciones .....	299
H. Del Exámen otorrinolaringológico .....	300
1. Audiometría .....	300
2. Prueba de Honjo .....	302
IV. Resumen .....	304
V. Referencias .....	304

## **O CONCEPTOS OFTALMOLÓGICOS**

I. Introducción .....	305
II. Objetivos .....	305
III. Desarrollo .....	306
A. Anatomía Oftalmológica .....	306
1. Órbita .....	306
2. Párpados .....	306

3.	Aparato Lagrimal.....	307
4.	Musculatura Extrínseca.....	308
5.	Vía Óptica.....	308
6.	Globo Ocular.....	311
7.	Medios De Refringencia.....	312
8.	Inervación.....	314
B.	Fisiología Oftalmológica Aeroespacial.....	314
1.	Capacidades y Limitaciones en Vuelo.....	314
2.	Trast. Visuales por Alterac. Fisiológicas.....	319
3.	La Visión en Ambiente Diurno.....	322
4.	La Visión en Ambiente Crepuscular o Nocturno.....	324
5.	Aspectos Prácticos de la Visión Nocturna.....	330
IV.	Resumen.....	331
V.	Referencias.....	332
<b>P VISIÓN NOCTURNA</b>		
I.	Introducción.....	333
II.	Objetivos.....	333
III.	Desarrollo.....	334
A.	Vision Nocturna no Asistida.....	334
1.	Generalidades.....	334
2.	Descripcion del Ojo Humano.....	334
3.	Medios Involucrados en Visión Nocturna.....	334
4.	Adaptacion del Ojo a la Vision Nocturna.....	336
B.	Consid. Operacionales en Visión Nocturna.....	341
1.	Exposición a luz durante el día.....	341
2.	Uso Gafas Rojas.....	341
3.	Encandilamiento.....	341
4.	Visión de Contraste.....	342
5.	Iluminación de Cabinas y Áreas de Trabajo.....	342
C.	Ilusiones Visuales en Vuelo Nocturno.....	342
1.	Autokinesis.....	342
2.	Ilusión "Hoyo Negro".....	342
3.	Ilusión "Falsa Distancia".....	343
4.	Falsas Percepciones.....	343
D.	Visión Nocturna Asistida.....	343
1.	Generalidades de Dispositivos de V.Nocturna.....	343
2.	Funcionamiento de los Visores Nocturnos.....	347
3.	Clasificacion de los Visores Nocturnos.....	347
E.	Empleo de Visores Nocturnos.....	350
1.	Interpretación Nocturna del Terreno.....	350
2.	Reconocimiento Visual.....	352
3.	Factores de Interpretación de Topografía.....	353
4.	Uso en Ambientes Tácticos.....	354
5.	Medidas de Seguridad.....	355
IV.	Resumen.....	356
V.	Referencias.....	356

**Q CONCEPTOS ODONTOLÓGICOS**

I. Introducción .....	357
II. Objetivos .....	358
III. Desarrollo .....	358
A. Antecedentes .....	358
B. Hipótesis de la causa del dolor.....	359
1. Hip. Barotraumática y Aeroembólica.....	359
2. Hip. del Descenso de Temperatura.....	360
3. Hip. de las Aceleraciones .....	360
4. Hip. del "Stress" .....	360
5. Hip. de la Hipoxia.....	360
6. Hip. dolor Referido y Dient. sin Patol. Previa .....	361
7. Hip. de los Tics/ Trauma Oclusales/ Alter. Atm. ....	361
8. Hip. Dentinaria.....	362
9. Hip. de los cambios circulatorios pulpaes.....	363
10. Hip. Mixta .....	364
C. Cuadros Clínicopatológicos .....	365
D. Diagnostico Diferencial.....	366
E. Frecuencia de las Barodontalgias .....	366
F. Tratamiento.....	366
IV. Resumen .....	366
V. Referencias .....	367

**R CONCEPTOS DE SUPERVIVENCIA**

I. Introducción .....	369
II. Objetivos .....	370
III. Desarrollo .....	370
A. Factores que influyen en la Supervivencia .....	370
B. Reglas a seguir para situaciones de superv.....	371
C. Consideraciones Generales para la superv.....	372
1. Generalidades .....	372
2. Supervivencia Individual.....	372
3. Supervivencia en Equipo.....	373
D. Estados Emocionales .....	376
1. Generalidades .....	376
2. Origen de las Tensiones .....	377
E. Código del Superviviente.....	379
F. Supervivencia en Montaña .....	379
G. Supervivencia en Mar (Agua).....	382
H. Supervivencia en Desierto.....	383
I. Supervivencia en Llanura .....	385
J. Supervivencia en Nieve.....	386
IV. Resumen .....	390
V. Referencias .....	390

**S PROTECCIÓN DE COLUMNA Y MANIOBRA ANTI-G**

I. Introducción .....	391
II. Objetivos .....	391
III. Desarrollo .....	392
A. Dolor Lumbar en pilotos de Helicóptero.....	392
1. Antecedentes .....	392
2. Causas asociadas al Dolor Lumbar .....	392
3. Prevalencia y Naturaleza del Dolor Lumbar Reportado .....	395
B. Dolor de Columna Cervical en Pilotos .....	395
1. Pilotos de Combate .....	395
2. Pilotos de Helicópteros .....	395
C. Edad de los Pilotos .....	396
D. Estrés Asociado al Vuelo .....	396
E. Predictores de Dolor de Columna en Pilotos.....	396
F. Otras Factores Ergonómicos .....	396
G. Recomendaciones .....	396
1. Uso de Soporte Lumbar en T.A. de Helicópteros .....	396
2. Programas de Entrenamiento Físico .....	397
3. Postura Sedente Ideal durante El Vuelo.....	397
H. Maniobra L-1 .....	397
IV. Resumen .....	399
V. Referencias .....	399

**T ENTRENAMIENTO FÍSICO DE TRIPULACIONES AÉREAS**

I.- Introducción .....	401
ii.- Objetivos .....	401
lii.- Desarrollo .....	402
A. Tripulac. de Combate y Acrobacia.....	402
1. Antecedentes .....	402
2. Programa de Entrenamiento .....	402
3. Entrenamiento de Fuerza con Sobrecarga .....	404
4. Entrenamiento Aerobico .....	405
5. Entrenamiento de Flexibilidad .....	405
B. Tripulac. de Transporte y Helicopteros .....	405
1. Antecedentes .....	405
2. Programa de Entrenamiento .....	405
3. Entrenamiento de Fuerza con Sobrecarga .....	405
4. Entrenamiento Aerobico .....	406
5. Entrenamiento de Flexibilidad .....	406
C. Tripulac. Aereas Femeninas y prev. Lesiones .....	406
IV.- Resumen.....	408
V.- Referencias .....	408

