



Aspectos esenciales en la fisiopatología del transporte del enfermo crítico

DR. EDUARD MARTINEZ GARCIA- Médico asistencial SVA Barcelona

Barcelona , 18 de Diciembre 2012

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO



Cualquiera que sea el medio utilizado para realizar el Transporte Sanitario debe reunir un mínimo de condiciones que faciliten la asistencia y aseguren un traslado confortable, evitando los riesgos al estar sometidos a incidencias físicas que influyen en las personas trasladadas.



FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

fuerte impacto psicológico en pacientes conscientes

posibilidad de cinetosis

cambios fisiológicos, que aun no siendo significativos en personas sanas si pueden tener repercusiones graves en enfermos

alteraciones hemodinámicas, respiratorias, etc.

los aparatos de monitorización y control clínico pueden verse afectados por estos cambios, así como la perfusión y composición de los fármacos.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Transporte sanitario es aquél que se realiza para el desplazamiento de personas enfermas, accidentadas o por otra razón sanitaria, en vehículos especialmente acondicionados al efecto (B.O.E.. 241 de 1990).

Tipos de Transporte Sanitario:

Según la urgencia vital del paciente:

1.1 Emergentes: prioridad absoluta, debe realizarse sin demora debido al riesgo vital que supone para el paciente una demora en su diagnóstico y tratamiento.

1.2. Urgentes: para pacientes con posible riesgo vital pero cuya asistencia puede demorarse minutos u horas.

1.3. Demorables: no se precisa de una activación inmediata y pueden programarse.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Según el medio de transporte:

2.1. Terrestre: ambulancias.



2.2. Aéreo: helicóptero o avión sanitario.

2.3. Marítimo: embarcación rápida, barco-hospital



FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

ACELERACION – DESACELERACION

El cuerpo humano sometido a cambios de velocidad desarrolla fuerzas de inercia que dependerán de

1. La intensidad de la Aceleración o Desaceleración
2. Del sentido de ésta
3. De la masa corporal

actuando sobre el organismo según la postura que adopte éste en relación al movimiento.

Según la segunda Ley de Newton $F = M \times A$ de donde

F = Fuerza de inercia M = masa corporal

A = Aceleración 9,8 m/seg².

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Los cambios de velocidad generan fuerzas de inercia proporcionales a la masa desplazada.

- Fuerzas G**
- G negativa incide de pies a cabeza. (sentido craneal)
 - G positiva incide de cabeza a pies. (sentido caudal)

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Las Aceleraciones no suelen ser altas, aunque en pacientes críticos pueden tener repercusiones graves.

Si el enfermo se encuentra en decúbito supino y en el sentido de la marcha estos desplazamientos son captados por :

Receptores propioceptivos

Receptores laberínticos

Barorreceptores situados en aurículas, cayado aórtico y senos carotídeos

los estímulos son integrados en la médula, hipotálamo y cortex provocando una respuesta nerviosa conducida a través del sistema vagal y sistema simpático a los órganos efectores, corazón y grandes vasos.

Si la Aceleración o Desaceleración es sostenida e intensa, el flujo sanguíneo aumenta en determinados territorios ocasionando distintos síntomas.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Efectos de las Las Aceleraciones (G +) y Desaceleraciones (G -).

Cambios en atracción gravitatoria . Se traducen en cambios de peso y posición (ascensores). Movilización interna de líquidos. Respuesta cardiovascular mediada por el SNC. Efecto sobre órganos y aparición de cinetosis.

Cambios en la Presión Hidrostática. Las Aceleraciones (G +) por arranque brusco pueden provocar hipotensión y taquicardia. Alteraciones del ECG con cambios en el segmento ST. Hipoperfusión cerebral con pérdida de consciencia.

Las Desaceleraciones por frenazo (G -) pueden ocasionar aumento de la Tensión Arterial y de la PVC, bradicardia y modificaciones moderadas de la PIC (presión intracraneal) .

Distorsión de tejidos elásticos. La Desaceleración brusca (colisión frontal) debido al efecto de la inercia puede ocasionar lesiones por impacto directo o indirecto con desplazamiento de vísceras. Así mismo se produce un aumento aparente de peso en la Desaceleración.

70 Km / h	—————>	50 G
70 kg	—————>	3.500 Kg

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

La tolerancia a las Aceleraciones dependerá de :

- Valor absoluto de la Aceleración
- Duración
- Eje del cuerpo en el que se aplica
- La intensidad será mayor si no existen medidas de sujeción
- En pacientes inestables la intensidad será diez veces superior

En el Transporte Sanitario terrestre tienen mayor importancia los cambios en las Aceleraciones y Desaceleraciones en sentido longitudinal. En el aéreo tienen mayor significancia los cambios en sentido transversal y vertical debidos a los cambios de trayectoria.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Medidas respecto a las Aceleraciones – Desaceleraciones

Conducción prudente y regular

Material y equipo bien fijado

Utilización de bombas de perfusión para administración de fármacos

Posición adecuada del paciente

Sólido amarre a camilla

Cinturón de seguridad

Utilización de colchón de vacío

Comunicación fluida con el paciente



FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

TABLA I. Niveles de Aceleración – Deceleración, Ruidos y Vibraciones en distintos vehículos utilizados en transporte sanitario

	Aceleración – Deceleración (G)	Vibración (Hz)	Ruidos (dB)
Avión	0,10	Altas	60-70
Ambulancia detenida motor en marcha	0,07	4	70
Ambulancia 40-90 Km/h.	0,87	4-16	75-80
Helicópteros 1 pala	0,10-0,20	12	80-93
Helicópteros 2 palas		18	
Helicópteros 3 palas		28	

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

VIBRACIONES

Las Vibraciones son una forma de energía que puede transformarse en fuerza mecánica, calor o presión.

Las vibraciones repercuten en el organismo por

contacto directo (trepidaciones)
contacto indirecto (sonidos).



Las Vibraciones que repercuten negativamente en el paciente oscilan entre los 3 y 20 Hz, siendo las más negativas las que oscilan entre los 4 y 12 Hz. produciendo resonancia en órganos internos, destrucción hística especialmente en capilares sanguíneos y aumento del riesgo de hemorragias principalmente en pacientes con politraumatismos y shock.

En todo caso se produce una respuesta vegetativa, ventilatoria y circulatoria.

Se produce principalmente dolor torácico, abdominal, cefalea, tenesmo rectal y vesical

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Efecto de las vibraciones sobre el cuerpo humano

Efecto	Frecuencia (Hz)
Cefalea	13 - 20
Dolor de mandíbula	13 - 20
Dificultad para el habla	6 - 8
Dolor torácico	5 - 7
Dolor al respirar	1 - 3
Dolor abdominal	4,5 - 10
Dolor lumbosacro	8 - 12
Tenesmo rectal	10,5 - 16
Tenesmo vesical	10,0 - 18

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Las Vibraciones que se producen en el Transporte Sanitario terrestre (ambulancias) están comprendidas entre los 4 y 16 Hz. y por lo tanto en la banda más peligrosa biológicamente.

Los helicópteros producen Vibraciones que oscilan entre los 12 y los 18 Hz. (de más baja frecuencia los de dos palas y más altas los de cuatro palas).

Los aviones oscilan entre los 40 y 50 Hz. por lo tanto no situadas entre las peligrosas.

Las Vibraciones pueden influir sobre los aparatos médicos de control del paciente principalmente artefactos en el monitor de T.A. Artefactos en el ECG. Artefactos en bombas de perfusión y pulsioxímetro.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

RUIDOS

El Ruido producido por las sirenas de las ambulancias es el que más afecta a los pacientes trasladados, produciéndoles ansiedad y miedos con las consiguientes descargas vegetativas en forma de bradicardias-taquicardias, hiper o hipotensión, hiperventilación o trastornos de la conducta.

La intensidad del Ruido en ambulancia oscila entre 70 y 80 dB, en helicópteros entre 80 y 90 dB y menos en aviones.



FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Ruidos

Durante el traslado mediante Transporte Terrestre se tendrá en cuenta:

realizar una protección acústica del paciente

utilizar medios digitalizados de diagnóstico

imposibilidad de auscultación cardíaca y pulmonar con el fonendoscopio

apoyo psicológico y sedación si es necesario del paciente.



FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

En cuanto a la utilización de sirenas en el Transporte Sanitario en ambulancia deberá tenerse en cuenta que:

la potencia e intensidad no son enmascarables
influirán las subidas y bajadas de intensidad y los ciclos rápidos.

La frecuencia recomendada es de 1 – 4 Khz siendo audibles entre 8 – 12 m.

En las intersecciones urbanas deberá reducirse la velocidad del vehículo.

Los efectos nocivos de las sirenas se expresarán en forma de molestias al ciudadano
trastornos del sueño
pérdidas de audición del personal sanitario
ansiedad y miedos en el paciente así como alteraciones vegetativas y de las constantes hemodinámicas.



FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

TEMPERATURA



Influyen de forma negativa

las bajas temperaturas produciéndose colapso vascular periférico
se dificulta la obtención de accesos venosos periféricos
se provocan escalofríos y tiritonas que aumentan el consumo de Oxígeno .

Se facilita la hipotermia no solo por la baja temperatura ambiental sino que ésta puede incrementarse con la perfusión de sueros fríos.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Las bajas temperaturas pueden afectar algunos medicamentos como la cristalización del Manitol y las pilas de Ni-Cd que utilizan algunos aparatos electromédicos pueden descargarse.

Deberá tenerse en cuenta evitar situaciones de hipotermia principalmente en:

- Neonatos (imprescindible traslado en incubadoras)

- Niños

- Enfermos con patología cardíaca

- Politraumáticos y quemados.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

El calor excesivo puede provocar sudoración profusa y alteraciones hidroelectrolíticas en pacientes inestables hemodinámicamente.

La infusión de sueros recalentados pueden llegar a provocar golpes de calor.

Los efectos relacionados con los cambios de temperatura se pueden paliar mediante:

- adecuado aislamiento asistencial
- un buen sistema de acondicionamiento del aire
- la no exposición al sol ni al frío de los vehículos de transporte
- al uso de mantas térmicas.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

ALTITUD

Los efectos del descenso de la presión atmosférica, mediados por la altitud, son fundamentalmente de dos tipos:

Los relativos a la disponibilidad del Oxígeno

Los derivados de la expansión de los gases



FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Disponibilidad de Oxígeno

Aún cuando la proporción de los gases, que mezclados forman el aire, puede considerarse constante a cualquier altura de la troposfera, las presiones parciales de los mismos varían en función de la altitud sobre el nivel del mar.

El volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión cuando la temperatura se mantiene constante.

(Ley de Charles) (Ley de Boyle).

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

La fracción de Oxígeno inspirado (F_{iO_2}) está en función del porcentaje de Oxígeno disponible y será, si no se administra Oxígeno suplementario del 21%.

La Presión Atmosférica decrece con la altitud.

Va desde 760 mmHg a nivel del mar hasta 380 mmHg a 18.000 pies, por lo que la P_{PO_2} se modifica desde 159 mmHg a nivel del mar, hasta 80 mmHg a dicha altitud, lo cual determina un deterioro de las Presiones Alveolar (PAO_2) y Arterial (PaO_2) de oxígeno, que pueden ser agravadas en circunstancias patológicas.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

A 6.000 pies (1.830 m) de altitud de cabina, la PpO₂ en el alveolo cae desde los 103 mmHg que encontramos a nivel del mar a tan sólo 77 mmHg: sin embargo, gracias a la forma sigmoide de la curva de disociación de la Hemoglobina , su saturación apenas habrá variado en un 3%.

En altitudes de 8.000 pies (2.440m), la saturación de la Hemoglobina no habrá bajado del 90%.

La presencia cada vez más acentuada de Anhídrido Carbónico (CO₂)en el alveolo se hace evidente de forma clínica a partir de 8.000 pies aproximadamente, cuando el CO₂ es desplazado del alveolo (hiperventilación) en beneficio del Oxígeno.

TABLA IV. Concentración de Oxígeno (%) requerida para mantener una Pa O₂ de 100 mmHg

Metros	0	600	1.200	1.800	2.400	3.000
Pies	0	2.000	4.000	6.000	8.000	10.000
Fi O ₂	21	23	25	27	29	32
	30	33	35	38	42	45
	40	44	47	51	55	60
	50	54	59	64	69	75
	60	65	70	76	83	90
	70	76	82	90	97	100
	80	87	94	100	Necesita presión positiva	
	90	98	100			
	100	100				

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Se puede producir un déficit de aporte de Oxígeno en aquellos pacientes con:

Enfermedades respiratorias agudas o crónicas.

Los pacientes con bronquitis crónica, enfisema o cor pulmonale que tienen comprometida de antemano su capacidad de oxigenación, pueden presentar un cuadro de hipoxia grave. No obstante, pueden ser transportados por vía aérea siempre que se les suministre O₂ durante el vuelo

Aquellos que presenten disnea de pequeños esfuerzos (caminar 50 m en llano) requieren un estudio detenido de su función pulmonar y posibilidad de utilizar O₂ en vuelo.

Cualquier paciente con disnea de reposo se le debe contraindicar el desplazamiento por vía aérea hasta su completa estabilización.

Los asmáticos, bien controlados médicamente, pueden volar en principio.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Se puede producir un déficit de aporte de Oxígeno en aquellos pacientes con:

Trastornos isquémicos de cualquier localización, con especial incidencia en las enfermedades coronarias.

A los enfermos cardiovasculares se les debe de tratar de controlar antes de la evacuación.

Es importante una monitorización exhaustiva del ECG, Frecuencia cardíaca, pulso, diuresis horaria. Todo ello destinado a detectar signos de bajo gasto.

La Insuficiencia Cardíaca no controlada es una contraindicación.

La incidencia de nuevos episodios isquémicos coronarios desencadenada por la discreta hipoxia de la cabina es significativamente elevada, por lo que se precisará de una buena oxigenación durante el traslado

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Se puede producir un déficit de aporte de Oxígeno en aquellos pacientes con:

Anemias importantes. Concentraciones de Hb de 7,5g/dl o menos, constituyen una contraindicación relativa para los desplazamientos aéreos, dependiendo fundamentalmente de la cronicidad de la enfermedad y de la duración del vuelo.

Un valor de Hto inferior a 30% debe desaconsejar el transporte aéreo, si éste no se realiza en helicóptero o avión medicalizado con oxígeno suplementario.

Situaciones patológicas que determinen un aumento del consumo de Oxígeno.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Se deberá proceder a la modificación de la FiO_2 , suministrando Oxígeno suplementario por los sistemas convencionales o mediante ventilación mecánica, de forma que durante el transporte se garantice una adecuada oxigenación en los pacientes críticamente enfermos.

Se requiere una adecuada valoración clínica, gasométrica y hemodinámica del paciente con anterioridad a su evacuación, asegurando toda la serie de apoyos asistenciales necesarios, de acuerdo con los riesgos previstos:

1. Vía aéreas permeable espontánea o mecánicamente adecuada.
2. Vía de entrada de líquidos
3. Monitorización
4. Sondaje uretral y nasogástrico
5. Adecuación de drenajes

TABLA III. Efectos de la Altitud sobre el Flujo

Flujo de O_2 (l/m)	Flujo de O_2 a una altitud de:		
	2.000 Pies	5.000 Pies	8.000 Pies
2	2,1	2,4	2,6
4	4,2	4,7	5,3
6	6,3	7,1	7,9
8	8,4	9,4	10,6
10	10,5	11,8	13,2
12	12,6	14,1	15,8

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Cambios de volumen

La Presión, Volumen/Temperatura en los gases son siempre constantes.

A temperatura constante, una disminución de la Presión se sigue de un aumento proporcional del Volumen.

A 6.000 pies de altura, el volumen de los gases se incrementa en un 30%.

En un transporte aéreo medicalizado, esta expansión puede producir problemas a dos niveles diferenciados;

- en el cuerpo humano
- en el material utilizado.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Los cambios volumétricos en nuestro organismo afectan a varios sistemas:

Sistema gastrointestinal: agravamiento de ileos, producción de deshidraciones de suturas, ulceraciones diverticulares, aumento de la presión diafragmática por distensión abdominal. En evacuaciones urgentes se recomienda la colocación de sonda nasogástrica o rectal.

Sistema respiratorio: agravamiento de los neumotórax por aumento de su volumen, por lo que deben tratarse con anterioridad al transporte y sustituir el sistema normal de drenaje torácico por un aparato con válvula de un solo sentido (Válvula de Heimlich). No es infrecuente la rotura de bullas.

Sistema Nervioso Central: aumento de la Presión Intracraneal (PIC), pudiendo presentarse a veces en traumatismo craneoencefálico, descenso del nivel de consciencia que se recupera al bajar la altura de vuelo.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Los cambios volumétricos en nuestro organismo afectan a varios sistemas:

Se intensifican los edemas e incluso aparece Edema Agudo de Pulmón a grandes alturas.

Las hemorragias intraparenquimatosas se acentúan.

Oftalmología: Las estructuras oculares son muy sensibles a los cambios de presión, por lo que las heridas del globo ocular deben ser cuidadosamente evaluadas antes de su evacuación.

Estomatología: los abscesos apicales producen gas que, al dilatarse, pueden provocar fuerte dolor.

Otros sistemas, como el auditivo: es el área más comúnmente afectada por los cambios de presión.

Exploraciones que utilizan gas como medio de contraste (neumoencefalografía y neumointrografía) practicadas recientemente pueden desaconsejar una evacuación por medio aéreo.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Los cambios volumétricos pueden afectar al material médico utilizado

Las alteraciones de volumen mediadas por la altitud afectan de modo especial al equipo neumático, modificando sus presiones, con deterioro de su función si no son corregidas.

Se afectan las férulas de inmovilización, los pantalones anti-shock , los balones intratraqueales, los elementos de aspiración, así como el contenido aéreo de los frascos de suero. Sangre y sueros deben ir en envases de plástico que permitan infundir a presión y eviten los cambios de presión en la cámara de aire.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Alteraciones psicológicas relacionadas con el transporte

La ansiedad que el transporte del paciente produce y asociado con una gran variedad de estímulos no habituales, como el ruido, las vibraciones, o las alteraciones del ritmo de sueño-vigilia, puede resultar lo suficientemente intensa como para que determinadas alteraciones psiquiátricas se manifiesten o reagudicen.



FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

El paciente con variaciones de su nivel cognitivo y su marco conductual, va a vivir esta situación como estresante por varios factores:

-**Incertidumbre.** No sabe lo que le va a pasar, sospecha que está en peligro. Este peligro no tiene por qué ser objetivo, lo que importa es cómo vive esta situación. Además hemos de diferenciar entre víctimas inconscientes y víctimas conscientes, dentro de éstas últimas, entre las diferentes patologías. Existen patologías con una carga psicosomática mayor que otras, independientemente de su pronóstico médico.

-**Adaptación.** Lo que supone como respuesta al cambio en su situación de paciente grave y que él percibe como grave.

- **Desinformación.** No sabe qué hacer, cómo actuar, se encuentra indefenso, pasivo.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Alteraciones psicológicas relacionadas con el transporte

En ocasiones en que el traslado es inevitable, la sedación puede ser la única manera de transportar a un paciente en condiciones de seguridad, pero los fármacos con actividad anticolinérgica producen, entre otros efectos secundarios, disminución del peristaltismo intestinal con aumento de la cantidad de gases retenidos en el tracto digestivo.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

Alteraciones psicológicas relacionadas con el transporte

Pacientes depresivos con ansiedad, con alteraciones emocionales, pueden ser causa de problemas durante el traslado.

Hay dos factores que diferencian a este tipo de enfermos:

Algunos pueden mantener conductas no previsibles; su forma de actuar suele ser brusca, autodestructiva y a veces rara, su conversación ininteligible y socialmente inaceptable. Ante ellos, los miembros de la tripulación pueden sentirse ansiosos y con sensación de peligro.

Otros pacientes no se consideran a sí mismos enfermos y rechazan cualquier tipo de ayuda médica o tratamiento. Por ello, la decisión del transporte aéreo de un enfermo mental a de ser especialmente valorada por su psiquiatra y disponer de los medios adecuados para prevenir cualquier incidencia médica durante el vuelo.

FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

SITUACIONES ESPECIALES

Embarazadas: en principio, un embarazo normal no debe contraindicar un transporte aéreo.

La mayor parte de las compañías aéreas, no suelen transportar pacientes por encima de las 35 – 36 semanas de gestación debido a la posibilidad de que se desencadene el parto en el vuelo.

La dilatación de gases en el tubo digestivo puede resultar especialmente molesta en un abdomen ya dilatado por un útero grávido, y contribuir a un aumento de la presión abdominal y moderada sensación de mareo, náuseas y vómitos.

En aquellos casos de placenta insuficiente, el discreto grado de hipoxia de la cabina asistencial puede empeorar la ya deficiente oxigenación fetal.



FISIOPATOLOGIA DEL TRANSPORTE SANITARIO

SITUACIONES ESPECIALES

Recién nacidos: durante las primeras 48 horas, los alveolos pulmonares no se encuentran completamente expandidos y la relación / perfusión es baja. Incluso un recién nacido normal puede presentar, en estas primeras horas, una presión parcial de Oxígeno (PO₂) de 65 – 80 mmHg , que se vería disminuida con la baja PO₂ ambiental de la cabina.

Cuando el traslado es absolutamente imprescindible para que el neonato sea tratado, deberá realizarse en una incubadora que mantenga la Temperatura y el nivel de oxigenación adecuados. Dicha incubadora deberá poder conectar con el sistema de la aeronave. Deberá contarse así mismo con monitorización ECG y constantes (PSNI y SatO₂) para prematuros, bombas de infusión y respirador neonatal.

