

Efectos fisiológicos del traslado en los pacientes críticamente enfermos

Dr Laura Beard

Anaesthetic Registrar, Russells Hall Hospital, Dudley, UK

Dr Peter Lax

Anaesthetic Registrar, Royal Air Force, UK

Dr M Tindall

Anaesthetic Consultant, Russells Hall Hospital, Dudley, UK

Editado por Dr Alex Konstantatos



ANAESTHESIA
TUTORIAL OF THE WEEK

www.wfsahq.org

MAYO 4 DE 2016

Traducido por Dr. Juan Carlos Duarte Giraldo

Sociedad Venezolana de Anestesiología

Correspondencia a atotw@wfsahq.org

PREGUNTAS

Antes de continuar, trate de responder las siguientes preguntas. Las respuestas pueden ser encontradas al final del artículo junto con una explicación. **Por favor responda verdadero o falso:**

- 1. Usted está trasladando un paciente intubado con un hematoma subdural traumático y fracturas de C2 y C3. Respecto a los cambios fisiológicos que pueden ocurrir durante el traslado terrestre en ambulancia:**
 - a. Puede haber un incremento en la presión intracraneal (PIC) durante la desaceleración
 - b. La aceleración puede estar asociada con una disminución de la presión sanguínea
 - c. Hay un riesgo potencialmente incrementado de aspiración durante la aceleración
 - d. Hay riesgo de hipotermia durante el traslado
 - e. Las fuerzas de la inercia pueden potencialmente desplazar fracturas de columna inestables
- 2. Un paciente intubado y ventilado en la unidad de cuidados críticos debe ser transportado en avión para recibir tratamiento cerca de su casa. Las consideraciones importantes durante el transporte aéreo incluyen:**
 - a. El ascenso causa una disminución en el volumen de los espacios llenos de gas
 - b. Los balones neumáticos endotraqueales pueden ser llenados con solución salina para prevenir cambios en el volumen durante el ascenso
 - c. La intubación endotraqueal en el vuelo es relativamente fácil debido al acceso y posicionamiento del paciente
 - d. Los neumotórax nunca deben ser drenados antes del traslado
 - e. El transporte aéreo es siempre el método más fácil y preferido de traslado
- 3. Respecto a los principios físicos relacionados al traslado:**
 - a. Solamente el paciente está sujeto a las fuerzas de la inercia
 - b. La tercera Ley de Newton del movimiento establece que para cada acción hay una reacción igual y contraria
 - c. La presión atmosférica se incrementa con la altitud
 - d. La fracción inspirada de oxígeno permanece constante con los cambios de altitud
 - e. La ley de Boyle establece que a una temperatura constante el volumen de una masa dada de gas varía inversamente con la presión absoluta

Puntos claves

Los pacientes críticamente enfermos tienen un riesgo incrementado de inestabilidad durante el traslado debido a su patología aguda y a la terapia farmacológica que recibe, los cuales pueden reducir la capacidad del paciente para compensar.

- Las fuerzas de la inercia resultantes de la aceleración y la desaceleración pueden causar cambios significativos en la presión sanguínea, la frecuencia cardíaca y las presiones intracraneal y gástrica.
- Volar en la altitud expone a los pacientes al riesgo de hipoxia e hipotermia por la caída de la presión atmosférica y a eventos adversos secundarios a la expansión de los espacios llenos de gas, a la vibración y a las fuerzas de la inercia.
- El tiempo invertido en preparar y estabilizar el paciente y prever problemas potenciales previo al

INTRODUCCION

El traslado de los pacientes críticamente enfermos bien sea desde el ambiente pre-hospitalario o entre hospitales frecuentemente es realizado para permitir al paciente acceder a cuidado especializado o para regresarlo a un hospital cerca de su hogar. Se estima que en el Reino Unido se realizan mas de 11.000 traslados inter-hospitalarios de pacientes críticamente enfermos cada año.

El traslado de los pacientes críticamente enfermos no está exento de riesgos y por eso existen los protocolos de la Sociedad de Cuidados Intensivos (ICS por su acrónimo en inglés)^[1] y de la Asociación de Anestesiólogos de Gran Bretaña e Irlanda (AAGBI por su acrónimo en inglés)^[2] para guiar el traslado de estos pacientes críticamente enfermos.

Comúnmente ocurren eventos adversos durante el traslado inter-hospitalario de los pacientes críticamente enfermos. Una revisión prospectiva en Holanda reportó

que en un 34% de los traslados ocurrieron eventos adversos; el 70% de estos eventos adversos se consideraron como evitables. Muchos de estos eventos adversos se relacionaron con falla de equipos, preparación inadecuada con pobre comunicación/documentación. Un tutorial ATOTW reciente sobre traslados inter-hospitalarios examina estos aspectos con mas detalle ^[3].

Los pacientes críticamente enfermos pueden ser expuestos a cambios fisiológicos significativos durante el traslado que pueden conducir a inestabilidad considerable con hipoxia, hipotensión, arritmias y cambios en la presión intracraneal (PIC). Este tutorial explorará los efectos fisiológicos que los traslados por tierra y por aire tienen en los pacientes críticamente enfermos y describirá como se pueden evitar o reducir estas secuelas fisiológicas adversas.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL TRASLADO POR TIERRA

Los pacientes son comúnmente transportados desde el ambiente pre-hospitalario y entre hospitales en ambulancias terrestres. Los efectos de la aceleración y desaceleración pueden ser significativos en pacientes críticamente enfermos debido a su reducida capacidad para compensar. La aceleración y desaceleración tienen un impacto en la fisiología del paciente debido a las leyes del movimiento de Newton (Figura 1).

Primera Ley	Cada objeto en un estado de movimiento uniforme tiende a permanecer en ese estado de movimiento a menos que se le aplique una fuerza externa.
Segunda Ley	La suma de las fuerzas externas (F) sobre un objeto es igual a la masa m del objeto multiplicada por el vector de aceleración aplicado al objeto: $F = ma$.
Tercera Ley	Para cada acción hay una reacción igual y contraria

Figura 1: Las tres Leyes del Movimiento de Newton

La tercera Ley de Newton establece que para cada acción hay una reacción igual y contraria. Cuando un paciente es acelerado debido a la aplicación de una fuerza externa habrá una fuerza igual y opuesta representada por la llamada inercia (Figura 2a/b).

Por ejemplo, en la medida que un paciente acelera en una ambulancia (figura 2a) la fuerza externa que causa la aceleración es dirigida hacia la cabeza del paciente. La fuerza de la inercia va hacia la dirección opuesta, esto es hacia los pies del paciente. Esta fuerza inercial causa el desplazamiento hacia los pies del paciente de los órganos que no están sujetos y los líquidos como la sangre. La proporción del desplazamiento depende de la velocidad, magnitud y dirección de la aceleración. La dirección de la aceleración puede ser en los ejes antero-posterior, lateral o céfalo-caudal. Comúnmente, en las ambulancias de transporte el eje de la aceleración es en la dirección céfalo-caudal, lo cual tiene los mas significativos efectos en la fisiología ^[4].

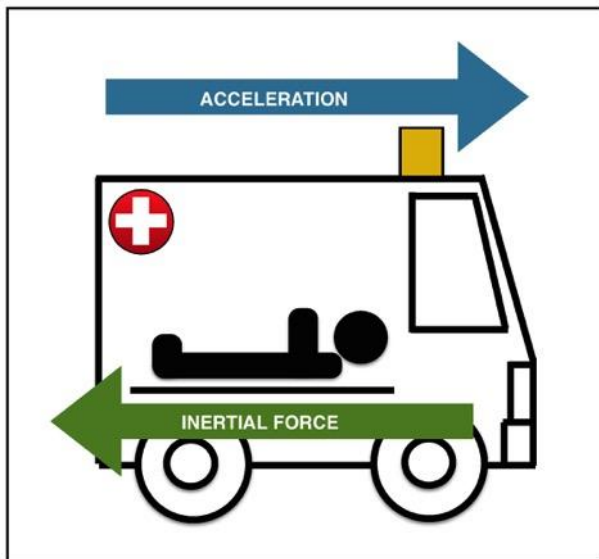
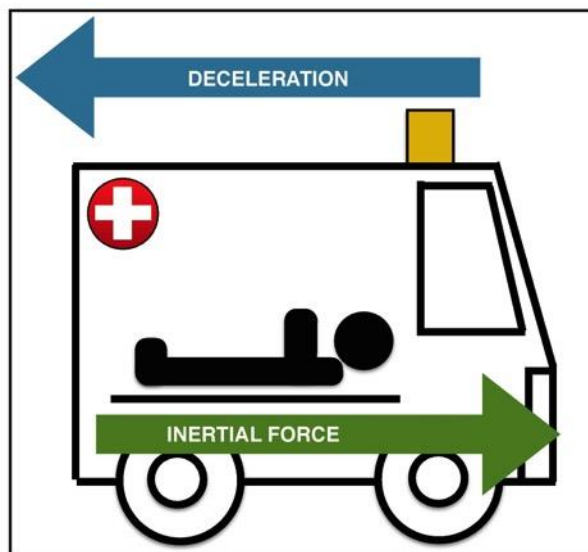


Figura 2a: Aceleración

La desaceleración (figura 2b) tendría el efecto opuesto, esto es la fuerza externa que causa la desaceleración es hacia los pies del paciente y el desplazamiento de la sangre sería hacia la cabeza. La fuerza de frenado de una ambulancia es mucho mas grande que su fuerza de aceleración y tal desaceleración tiene un impacto mas grande en un paciente que la aceleración. ^[4]

Figura 2b: Desaceleración



Consecuencias fisiológicas de la aceleración

Sistema cardiovascular:

- La sangre tenderá a acumularse en los pies resultando en una disminución del retorno venoso y gasto cardíaco que causa hipotensión. En personas sanas el reflejo del receptor barorreceptor compensaría esto produciendo un incremento del tono vascular; sin embargo, en pacientes críticamente enfermos este reflejo puede estar significativamente disminuido ó ausente debido bien sea a una enfermedad crítica, por ej. sepsis, o secundario a la terapia farmacológica. Puede ocurrir una profunda hipotensión que requiera incrementos en el soporte inotrópico y vasopresor. La hipotensión es exacerbada por la hipovolemia y la ventilación con presión positiva, las cuales reducen la precarga. ^[4]

Sistema neurológico:

- La hipotensión puede conducir a una perfusión cerebral disminuida lo cual puede afectar el nivel de conciencia de un paciente y ser muy significativa en los pacientes con traumas craneoencefálicos donde se necesita mantener la presión de perfusión cerebral.
- Presión de Perfusión Cerebral (PPC) = Presión Arterial Media (PAM) – Presión Intracraneal (PIC)

Consecuencias fisiológicas de la desaceleración:

Sistema cardiovascular:

- El retorno venoso estará incrementado debido a las fuerzas inerciales que “empujan” la sangre en una dirección cefálica (hacia la cabeza). En pacientes con deterioro cardíaco el incremento en el volumen en el ventrículo derecho puede conducir a falla cardíaca, edema pulmonar y arritmias.

Sistema neurológico:

- Debido al desplazamiento de la sangre venosa y el Flujo Sanguíneo Cerebral (FSC), la PIC se eleva. Esto es importante en pacientes quienes ya tienen una PIC elevada ya que su perfusión cerebral puede estar adicionalmente comprometida durante la desaceleración.

Sistema gastrointestinal:

- La fuerza inercial desplaza el estómago hacia la cabeza del paciente y esto puede incrementar el riesgo de aspiración.
- Este desplazamiento hacia arriba de las vísceras puede también incrementar la presión trans-diafragmática y causar bien sea volúmenes corrientes mas pequeños o presiones intra-torácicas mas altas dependiendo del modo ventilatorio que se esté usando.

Sistema musculoesquelético:

- En pacientes con lesiones de columna importantes la fuerza inercial que actúa durante la desaceleración resulta en una carga axial la cual puede causar desplazamientos de fracturas de columna estables.

Es importante recalcar que estas fuerzas también se aplican a los equipos y al personal médico. Por esta razón los equipos deberían estar asegurados y todo el personal médico debería estar sentado y asegurado con cinturón de seguridad durante el movimiento de la ambulancia para reducir el riesgo de lesiones. El personal médico es menos afectado fisiológicamente debido a que tiene mecanismos compensatorios intactos y a la dirección de la inercia resultante en la dirección anteroposterior resultante de su posición sentada. La aceleración y desaceleración son riesgos dinámicos, sin embargo también hay riesgos estáticos que tienen un efecto significativo en los pacientes incluyendo:

Ruido

- Esto puede afectar la comunicación entre el personal médico así como a los pacientes y causar malestar.

Temperatura

- Las ambulancias no son capaces de regular su temperatura tan efectivamente como los hospitales, entonces, en condiciones de frío o calor extremos, el paciente es expuesto al riesgo de hipo e hipertermia. Es importante monitorear la temperatura del paciente estrechamente durante el traslado y prepararse para temperaturas frías con mantas adicionales y calentadores de soluciones.

Duración

- Las áreas de presión necesitan ser protegidas y vigiladas especialmente durante viajes largos. El espacio es casi siempre limitado durante el traslado y se debe prestar una atención meticulosa a la posición de las líneas y se debe evitar la tentación de poner equipos encima del paciente.
- Durante traslados prolongados, pueden acumularse sangre y otros líquidos corporales en las partes dependientes del cuerpo, lo que en adición a la presión sobre las prominencias óseas puede contribuir a la maceración de los tejidos y al desarrollo de úlceras de presión. Cuando se usan tablas de extricación duras (tablas espinales) las fases tempranas del desarrollo de las úlceras de presión pueden ser vistas tan solo después de 20 minutos en voluntarios sanos con perfusión normal de la piel. En pacientes críticamente enfermos que reciben terapia con vasopresores estos cambios pueden ocurrir mas rápidamente. Por esta razón las tablas de extricación no deberían ser usadas para traslados prolongados, y el Colegio Real de Cirujanos de Edimburgo ha dado a conocer una declaración de su posición en 2013 sobre inmovilización espinal pre-hospitalaria a este efecto⁵¹. Debería usarse, donde sea posible, un colchón de vacío durante los traslados.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL TRASLADO AEREO

El traslado aéreo, ya sea en helicóptero o en aeronaves de ala fija, es realizado comúnmente por los militares y otro personal especial que ha recibido un entrenamiento adicional. Es importante, sin embargo, entender los efectos fisiológicos del transporte aéreo debido a que los pacientes de la UCI pueden llegar a ser transportados por aire y esto influirá en la manera como se prepara el paciente antes del traslado.

Efectos fisiológicos de la altitud

Presión Atmosférica

- La presión atmosférica disminuye en una forma no lineal con la altitud. La concentración de la fracción inspirada de oxígeno permanece constante en 0,21, sin embargo la presión parcial de oxígeno baja. Una caída en la presión atmosférica resultará en una reducción de la presión parcial alveolar de oxígeno, lo cual puede conducir a hipoxia a menos que se administre oxígeno suplementario (FiO_2 incrementada).
- La hipoxia puede producir taquicardia, bradicardia, arritmias, hipotensión, taquipnea, cambios del comportamiento y alteraciones en el nivel de conciencia en todas las personas. La administración de oxígeno suplementario en individuos sanos solo se requerirá hasta después de superar los 10.000 pies (3.048 mts).
- Al nivel del mar la presión atmosférica es 101 Kpa (757 mmHg aproximadamente), a los 10.000 pies la presión atmosférica cae a 70 Kpa (525 mmHg aproximadamente). Esta caída en la presión atmosférica tiene un efecto significativo en la presión parcial de oxígeno como se demuestra por la ecuación del gas alveolar figura 3.

Ecuación del gas alveolar	
$P_{AO_2} = [FiO_2 \times (P_{atm} - P_{H_2O})] - (P_{ACO_2}/R)$	
<i>(P_{AO_2} = Presión parcial alveolar de oxígeno, FiO_2 = Fracción inspirada de oxígeno (0.21), P_{atm} = Presión atmosférica, P_{H_2O} = Presión de vapor saturado del agua a 37°C (6.3kpa = 47,25 mmHg), P_{ACO_2} = Presión alveolar del dióxido de carbono (típicamente 5.3kpa = 39,75 mmHg) , R = coeficiente respiratorio (típicamente 0.8 dependiendo de la dieta.)</i>	
Por ejemplo:	
P_{AO_2} a nivel del mar	P_{AO_2} a 10,000 pies
$P_{AO_2} = [0.21 \times (101kpa - 6.3kpa) - (5.3kpa/0.8)$ = 19.8kpa – 6.6kpa = 13.2kpa (99mmHg)	$P_{AO_2} = [0.21 \times (70kpa - 6.3kpa) - (5.3kpa/0.8)$ = 13.3kpa – 6.6kpa = 6.7kpa (50mmHg)

Figura 3: Ecuación del gas alveolar

Si un paciente críticamente enfermo se torna hipóxico durante un vuelo, esto puede ser tratado bien sea con un incremento de la fracción inspirada de oxígeno (fiO_2) como con un incremento en la presión parcial de oxígeno disminuyendo la altitud del vuelo o presurizando la cabina una altitud mas baja.

Se debe prestar suficiente atención a los pacientes con desacoples significativos del gradiente alveolo/arterial tales como EPOC avanzado, contusión pulmonar o fibrosis pulmonar, ya que la hipoxia relativa en la altitud resultará en una PaO_2 mas baja en este grupo de pacientes. Es importante entonces discutir la altitud a la que se volará con el piloto previo al despegue de forma tal que se pueda hacer una evaluación del riesgo del potencial impacto de la altitud en el paciente.

Expansión del volumen

- La ley de Boyle establece que a una temperatura constante el volumen de una masa dada de gas varía inversamente con la presión absoluta (Figura 4). Entonces, en la medida que se asciende el volumen de cualquier espacio lleno de gas se incrementará. Esto afectará a cualquier cavidad del cuerpo llena de gas así como a los equipos ya que el volumen de gas en espacios cerrados se incrementará con la caída de la presión atmosférica.
- Efectos fisiológicos de la expansión de volumen:
 - Deben drenarse los neumotórax e insertar un tubo de tórax previo al traslado aéreo para evitar un incremento en el tamaño del neumotórax y el riesgo de tener un neumotórax a tensión.
 - Los pacientes con obstrucción intestinal o cirugía intestinal reciente que haya requerido anastomosis deberían ser llevados en vuelos a mas baja altitud o considerarse el traslado terrestre. Puede considerarse que las aeronaves de ala fija son capaces de presurizar sus cabinas al nivel del mar o a una menor altitud.
 - La expansión del aire en las trompas de Eustaquio puede causar dolor y malestar durante el ascenso y el descenso si los pacientes no son capaces de equilibrar sus presiones. Esto también aplica para el personal médico.
 - El neumoperitoneo y el aire intracraneal son contraindicaciones relativas para el traslado aéreo. En un paciente con aire intracraneal, la expansión de su volumen puede empeorar la PIC y reducir la presión de perfusión cerebral.

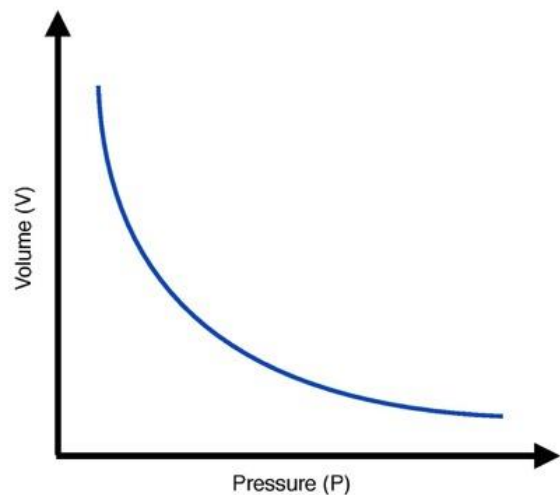


Figura 4: Ley de Boyle

- Debería monitorearse la presión de los equipos con balones llenos de aire tales como los tubos endotraqueales, sondas de Sengstaken-Blakemore, bolsas de ostomía y bolsas inflables de presión. Durante el ascenso, la expansión del volumen del aire en el tubo endotraqueal causa una elevación en la presión del balón neumático; para mantener una presión apropiada, el volumen de aire en este balón deberá ser reducido. Durante el descenso, se requerirá agregar aire adicional a los balones neumáticos. Otra opción es llenar los balones de los tubos endotraqueales con solución salina. El líquido se expande mucho menos que el aire.

Temperatura

- En la medida que la altitud aumenta, la temperatura del aire cae 2°C por cada incremento de 1000 pies en altitud. Los pacientes que son transportados a gran altitud en aeronaves sin cabinas aisladas capaces de ser presurizadas y/o por largos períodos, están en riesgo de hipotermia. Se deben usar medidas apropiadas para reducir la pérdida de calor así como para los traslados por tierra.

Humedad

- La deshidratación ocurre mas rápido a mas grandes altitudes debido a las presiones de aire y humedad mas bajas, lo cual causa mas rápida evaporación de la humedad de la piel y los pulmones. El significado de esto es mas grande para los pacientes que sufren traslados largos y entonces estos pacientes deberían tener su balance de líquidos estrechamente monitoreado para evitar hipovolemia y deshidratación.
 - La humedad reducida puede llevar a secreciones espesas y riesgo de tapones mucosos; deberían usarse filtros de intercambio de calor y humedad (HMEF) u oxígeno humidificado vía máscara facial.
 - Para los traslados prolongados se deben lubricar los ojos de los pacientes con lágrimas artificiales así como también es importante un cuidado frecuente de la boca.

Otras consideraciones para el traslado por aire

Aceleración y desaceleración

- Los pacientes que son transportados por aire, bien sea en helicóptero o en aeroplano, estarán también expuestos a las mismas fuerzas de aceleración y desaceleración que discutimos anteriormente para el traslado por tierra. La única consideración es que las fuerzas pueden estar actuando en un eje diferente debido a la dirección del viaje y a como esté orientado el paciente. Las mismas consideraciones mencionadas anteriormente también aplican para estos casos.

Ruido y vibración

- El ruido y la vibración en un helicóptero puede ser angustioso para un paciente consciente, especialmente si hay algún componente de delirio y esto debería ser tenido en cuenta.
- El ruido incrementado hace que la comunicación entre el equipo sea difícil y se tenga que recurrir para lograrlo a auriculares especializados. También se le debería suministrar al paciente auriculares para proteger sus oídos.
- La vibración es la causa mas común de fatiga en el personal médico durante el vuelo de helicóptero y todos los miembros del equipo deberían estar alertas a este riesgo. Las tripulaciones aéreas están sujetas a limitaciones estrictas de sus horas de vuelo para mitigar el riesgo de fatiga, y ante la eventualidad de un traslado prolongado se debería extender el mismo grado de planificación de las horas de vuelo al personal médico acompañante.
- La vibración también afecta el equipo de monitoreo, en particular los manguitos de presión arterial no invasiva que funcionan a través del método de oscilometría. Los pacientes que requieren un monitoreo más exacto de la presión sanguínea deberían entonces tener una línea arterial funcionando previo al traslado para permitir un monitoreo mas preciso de la presión sanguínea durante el vuelo.

Espacio limitado

- El espacio es aún mas limitado en helicópteros que en ambulancias terrestres. La intubación es extremadamente difícil si no imposible en un helicóptero una vez que esté en vuelo, de tal forma que todos los pacientes en riesgo de deteriorarse deberían ser intubados previo al traslado.

Las consideraciones antes mencionadas son todas importantes, sin embargo, en la práctica muchas de esas complicaciones mencionadas pueden no ser tan significantes como usted pudiera esperar. Esto es debido a que los helicópteros que transportan pacientes pre-hospitalarios o entre hospitales típicamente vuelan a una altitud de 1.000 pies. Esto reduce el efecto de la expansión del volumen de gas y la caída de la presión parcial de oxígeno.

Las aeronaves de ala fija son capaces de volar a una mucho mayor altitud que los helicópteros pero ellas son capaces de presurizar sus cabinas a altitudes mucho menores a diferencia de los helicópteros. Las aeronaves civiles típicamente establecen las presiones de sus cabinas a los 7.000 a 9.000 pies. Las aeronaves son capaces de presurizar sus cabinas al "nivel del suelo" pero esto limita la altitud a la cual la aeronave es capaz de ascender debido a la diferencia de presiones a través de las paredes de la cabina.

Resumen de cómo minimizar los efectos fisiológicos del traslado en los pacientes críticamente enfermos

Transporte Terrestre	Transporte aéreo
<ul style="list-style-type: none"> Se debe resucitar y estabilizar apropiadamente los pacientes antes del traslado para reducir los trastornos fisiológicos asociados con el movimiento y reducir el riesgo de deterioro durante el traslado (Pautas de la ICS). La inclinación de la cabecera de la cama de 15 grados disminuirá la influencia de las fuerzas de inercia en la PIC Durante la aceleración las piernas pueden ser elevadas para ayudar a incrementar el retorno venoso y la precarga. La intubación de los pacientes reducirá el riesgo de aspiración. En aquellos pacientes que no tengan criterios de intubación se debe dar un antiemético. La colocación de sonda nasogástrica también reducirá el riesgo de aspiración en individuos de alto riesgo. Monitorear la temperatura de los pacientes regularmente durante el traslado y usar mantas y calentadores de soluciones. Monitoreo de las áreas de presión. Muy importante: Aún en traslados de emergencia de "luz azul", hay poco que ganar con aceleraciones y desaceleraciones rápidas. Un ritmo constante con aceleraciones y desaceleraciones controladas es mas seguro no solo para el paciente sino que también para el personal médico y el público. 	<ul style="list-style-type: none"> Como para el transporte terrestre, los pacientes deberían ser preparados y estabilizados previo al traslado para minimizar los efectos de la aceleración y desaceleración. Todas las consideraciones mencionadas para el traslado terrestre aplican en este caso también. <p>En adición a esto:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se deben drenar los neumotórax previo al traslado para prevenir el riesgo de neumotórax a tensión durante el ascenso. Se requerirá oxígeno suplementario y/o altitud de vuelo reducida para los pacientes con hipoxia. Si un paciente está propenso a deteriorarse, debería ser intubado previo al traslado debido al espacio limitado y al acceso al paciente durante el vuelo. Si hay preocupación sobre los cambios de presión en el balón del tubo endotraqueal durante el traslado, este puede ser llenado con solución salina en lugar de aire. La temperatura del paciente y las áreas de presión debería ser estrechamente monitoreadas. Puede ser necesario insertar una línea arterial previo al traslado debido a que la vibración afecta el funcionamiento de los manguitos de presión no-invasiva oscilométricos.. Se requiere una cuidadosa consideración de si el transporte aéreo es la mejor opción para el paciente, especialmente en aquellos casos con alto riesgo de complicaciones como los pacientes con aire intracraneal. En estos casos puede ser necesario evitar el traslado aéreo, volar a una mas baja altitud o en una cabina presurizada.

Modo de Transporte

Como se detalló arriba, los diferentes modos de transporte pueden tener efectos fisiológicos muy significativos en el cuerpo, especialmente en pacientes críticamente enfermos quienes no son capaces de compensar estos cambios. La decisión sobre que modo de transporte se va a usar será determinada por la ubicación, la urgencia del traslado, disponibilidad de modos de transporte, el clima y factores del paciente.

	Ambulancia terrestre	Helicóptero	Aeronave de ala fija
Positivas	<ul style="list-style-type: none"> Familiar Bajo costo total Rápida movilización No tan afectadas por las condiciones climáticas Mas fácil monitoreo del paciente 	<ul style="list-style-type: none"> Buena para zonas remotas o inasequibles Mas rápida que la ambulancia en algunas circunstancias No es necesario el traslado terrestre si el hospital tiene helipuerto 	<ul style="list-style-type: none"> Viajes largos Donde el acceso por carretera es difícil Capacidad de presurizar la cabina
Negativas	<ul style="list-style-type: none"> Mas lenta Afectada por el tráfico Mas adecuada para distancias cortas Incapacidad de acceder a pacientes en algunas zonas p. ej. regiones montañosas 	<ul style="list-style-type: none"> Costoso No puede volar si hay mal clima Retardos en la movilización Poca familiarización y se requiere entrenamiento adicional Espacio muy limitado Cabina no presurizada 	<ul style="list-style-type: none"> Costoso Dificultades de organización Retrasos en el despegue Necesidad de traslado terrestre antes y después Requiere entrenamiento adicional del personal médico

Figura 5: Aspectos positivos y negativos de los diferentes modos de transporte.

Resumen

El traslado del paciente puede tener efectos fisiológicos significativos que influyan en el paciente críticamente enfermo ya que que estos pacientes son menos capaces de compensar debido bien sea a su patología aguda o secundario a la terapia farmacológica.

El entendimiento del impacto fisiológico que tienen en el paciente tanto el traslado terrestre como el aéreo permite que el paciente sea preparado adecuadamente para el traslado y reducirá el riesgo de inestabilidad y deterioro del paciente durante el traslado..

Es vital recordar que los principios arriba mencionados aplican no solamente para el paciente sino que también para el personal médico y los equipos. El personal médico debería asegurarse de estar bien hidratados y conscientes del riesgo de fatiga especialmente durante los viajes largos. El equipo de monitoreo puede ser afectado por la vibración y se requiere monitorear las presiones de los dispositivos permanentes llenos con aire, como los balones de los tubos endotraqueales, o llenarlos con solución salina durante el vuelo. Todos los equipos están sujetos a la fuerza de la inercia y pueden causar lesiones serias al personal si no están debidamente asegurados.

Respuestas a las preguntas

1)

- a. **Verdadero** – En una ambulancia las fuerzas externas que causan desaceleración se dirigen hacia los pies del paciente. Las fuerzas inerciales actúan en la dirección opuesta y causan desplazamiento de la sangre y el LCR hacia la cabeza, resultando en un incremento de la PIC.
- b. **Verdadero** – Durante la aceleración en una ambulancia la fuerza de la inercia que se opone a la aceleración produce en un desplazamiento de la sangre hacia los pies del paciente. La sangre se acumulará en los pies originando hipotensión.
- c. **Falso** – Durante la desaceleración hay un riesgo incrementado de aspiración debido al desplazamiento del estómago y su contenido hacia la cabeza del paciente.
- d. **Verdadero** – Las ambulancias no son capaces de regular su temperatura tan bien como los edificios con calefacción, exponiendo los pacientes a ambientes fríos. Los pacientes bajo anestesia/sedación no pueden responder a la caída de la temperatura corporal, por ej. poniéndose mas ropa, y la vasodilatación causa incremento en las pérdidas de calor a través de la redistribución del flujo sanguíneo.
- e. **Verdadero** – En pacientes con lesiones importantes de columna la fuerza de la inercia que actúa durante la aceleración/desaceleración resulta en sobrecarga axial, lo cual puede causar desplazamiento de fracturas de columna inestables.

2)

- a. **Falso** – La ley de Boyle establece que a una temperatura constante el volumen de una masa dada de gas varía inversamente con la presión absoluta. Entonces, en la medida que usted asciende el volumen de cualquier espacio lleno de gas se incrementará.
- b. **Verdadero** – La solución salina no se expande tanto como el aire durante el ascenso y su volumen es entonces menos afectado por la altitud.
- c. **Falso** – El espacio es limitado en la ambulancia pero aún mas en un helicóptero o aeronave, tornando el acceso al paciente dificultoso y la intubación extremadamente difícil (si no imposible, una vez se está en vuelo).
- d. **Falso** – El tamaño (volumen) del neumotórax se incrementa con la altitud debido a la expansión del gas (Ley de Boyle), lo cual incrementa el riesgo de neumotórax a tensión.
- e. **Falso** – El transporte aéreo no es siempre el método más rápido de transporte debido a los retrasos en la movilización, restricciones de vuelo y en algunos casos la necesidad de traslado en ambulancia terrestre hacia y desde el aeropuerto/sitio de aterrizaje. Hay también riesgos asociados con volar a cierta altitud, tales como expansión de los espacios llenos de gas e hipoxia, los cuales serán discutidos en mas detalle en el artículo.

3)

- a. **Falso** – La aceleración/desaceleración y las fuerzas inerciales también se aplican al personal médico y a los equipos. Por esta razón los equipos deberían estar asegurados y todo el personal médico debería estar sentado y asegurado con cinturón de seguridad durante el traslado para reducir el riesgo de lesiones.
- b. **Verdadero** – La tercera Ley de Newton establece que para cada acción hay una reacción igual y contraria.
- c. **Falso** – La presión atmosférica disminuye con la altitud debido a la disminución del efecto de la gravedad sobre las moléculas de aire.
- d. **Verdadero** – La fracción inspirada de oxígeno permanece constante en 0,21, sin embargo la presión parcial de oxígeno cae.
- e. **Verdadero** – Este es la correcta definición de la Ley de Boyle

Referencias y lecturas recomendadas

1. Intensive Care Society. Guidelines for the transport of the critically ill adult (3rd Edition 2011). (<http://www.ics.ac.uk/ics-homepage/guidelines-and-standards/>)
2. AAGBI Interhospital Transfer, AAGBI Safety Guideline (<https://www.aagbi.org/sites/default/files/interhospital09.pdf>)

Subscríbase a los tutoriales ATOTW visitando www.wfsahq.org/resources/anaesthesia-tutorial-of-the-week

3. D Cleary, K Mackey. Inter-hospital transfers. Anaesthesia tutorial of the week, Intensive Care. Tutorial 319. 5th August 2015 http://www.wfsahq.org/components/com_virtual_library/media/10ab57fa5fe491b831e42c0ca636e245-319-Inter-hospital-transfers.pdf
4. Critical care network, North West London. Critical care transfer training handbook.
5. Pre-hospital Spinal Immobilisation: An Initial Consensus Statement. D Connor, K Porter, M Bloch, I Greaves. The Royal College of Surgeons of Edinburgh. <https://fphc.rcsed.ac.uk/media/1764/pre-hospital-spinal-immobilisation.pdf>
6. I Macartney, P Nightingale. Transfer of the critically ill adult patient. British Journal of Anaesthesia CEPD reviews. 2001 Number 1.
7. A Bersten, N Soni. OH's Intensive Care Manual. Chapter 4 Transfer of critically ill patients. Pigs 27-37
8. P Davis, G Kenny. Basic Physics and Measurement in Anaesthesia. Chapter 4 The Gas Laws. Pigs 37-50
9. Traumatic Brain Injury (TBI) and Effects of Altitude: An Analysis of the Literature (<http://hprc-online.org/environment/altitude/traumatic-brain-injury-and-the-effects-of-altitude-pdf>)
10. USA Air Ambulance (<http://www.usairambulance.net/effects-of-altitude.php>)
11. US Army Aviation Training Website <https://rdl.train.army.mil/catalog-ws/view/100.ATSC/C696BACA-168F-4B4A-9750-BB445E08BECE-1300757497629/3-04.93/chap4.htm>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>