

Transporte en helicóptero del paciente crítico. Revisión de 224 casos

E. Carreras González, G. Carreras González, G. Fraga Rodríguez, G. Ginovart Galiana, E. Moliner Calderón, A. Torras Colell y M. Torrent Español

Servicio de Pediatría. Hospital de Sant Pau. Universidad Autónoma de Barcelona. España.

Objetivo

Comunicar la experiencia de 5 años de un servicio pediátrico de transporte en helicóptero, describir las características del medio, los equipos, sus indicaciones y ventajas respecto al transporte terrestre.

Métodos

Se revisan retrospectivamente 224 vuelos efectuados durante 5 años. El equipo está formado por un pediatra y una enfermera especialistas en pacientes críticos del Servicio de Pediatría del Hospital de Sant Pau de Barcelona, disponibles 365 días al año, de orto a ocaso, y opera en helicópteros del Real Automóvil Club de Cataluña coordinados por el Sistema de Emergencias Médicas. Su ámbito de actuación es Cataluña y Andorra. Se cuantifican el número de pacientes, edad, sexo, patología y tiempos de respuesta y estabilización.

Resultados

El número de pacientes fue de 220, 139 varones y 81 mujeres; 6 fallecieron en el hospital emisor, 7 servicios se anularon por mala climatología, avería o negativa familiar, y se realizaron 3 transportes dobles de gemelos. Se efectuaron 224 vuelos en los que se transportaron 214 pacientes. Los tiempos medios en minutos fueron: entre alerta y despegue, 15; tiempo de vuelo, 29; desde el aterrizaje hasta la cabecera del enfermo, 10. El total fue de 54. El tiempo medio de estabilización fue de 42 min.

Conclusiones

El transporte de niños críticos en helicóptero realizado por equipos especializados de pediatras y enfermeras acorta el tiempo de respuesta en las zonas alejadas y mal comunicadas. El menor número de aceleraciones y vibraciones del helicóptero aporta, sobre todo en los pacientes con traumatismos, una mayor estabilidad durante el transporte. Ambos modelos, terrestre y aéreo, deben ser complementarios.

Palabras clave:

Transporte del paciente crítico pediátrico. Transporte aéreo medicalizado. Transporte en helicóptero.

CRITICAL CARE HELICOPTER TRANSPORT. REPORT OF 224 CASES

Objective

To report a 5-year experience of pediatric helicopter transport and describe its characteristics, the composition of the team, its indications and the advantages of air versus ground transport.

Methods

A total of 224 flights over a 5-year period were retrospectively analyzed. The team was composed of a pediatrician and a pediatric nurse from the Pediatric Department of Hospital Sant Pau and was available 365 days per year from sunrise to sunset. The helicopters belonged to the Royal Automobile Club of Catalonia and were coordinated by the Emergency Medical Service. The area covered was Catalonia and Andorra. The number of patients, age, sex, diagnosis, and response and stabilization times were recorded.

Results

There were 220 patients (139 males and 81 females). Six patients died in the primary hospital before transport. Seven flights were canceled because of adverse weather, engine breakdown, or family refusal. Three twin transportations were performed. A total of 214 patients were transported in 224 flights. The mean times (in minutes) were: from emergency call to takeoff: 15; flight time: 39; between landing to the emergency room: 10. The mean stabilization time was 42 min.

Conclusions

Helicopter transportation of critically-ill children by specialist teams of pediatricians and nurses shortens response time in isolated areas with poor transport. The lower number of accelerations and vibrations of the helicopter provides greater stability during transport, especially in trauma patients. Both transport models, air and ground, should be complementary.

Correspondencia: Dr. E. Carreras González.

Servicio de Pediatría. Hospital de Sant Pau.
Avda. Sant Antoni M^o Claret, 167. 08025 Barcelona. España.
Correo electrónico: Ecarrerasg@santpau.es

Recibido en marzo de 2003.

Aceptado para su publicación en septiembre de 2003.

Key words:

Pediatric critical care transport. Medical transport by air. Helicopter transport.

INTRODUCCIÓN

En el año 1985 se creó en Catalunya el Sistema de Emergencias Médicas (SEM) para el transporte medicalizado interhospitalario. Los equipos estaban compuestos por un técnico conductor, un diplomado en enfermería y un médico especialista en urgencias. En el año 1995, la elevada demanda de traslados de niños críticos desde los hospitales comarcales hasta los centros de tercer nivel llevó a la creación de equipos específicos pediátricos que incorporaban un pediatra y una enfermera especializados en cuidados intensivos pediátricos y neonatales. El servicio se puso en marcha con un único equipo formado en el Hospital de Sant Joan de Déu de Barcelona al que se añadió poco después otro en el Hospital Vall d'Hebron, ambos terrestres. La dispersión de hospitales comarcales en Catalunya, junto a su abrupta orografía, llevó a la creación de un tercer equipo de traslado en helicóptero basado en el Hospital de Sant Pau para acortar los tiempos de respuesta. En este trabajo se expone la particular forma de integrar al personal hospitalario especialista en un sistema de transporte interhospitalario en helicóptero, el trabajo realizado durante estos 5 años, las patologías más frecuentes, y los tiempos de activación y respuesta.

MÉTODOS

El equipo asistencial del servicio de traslados interhospitalarios pediátricos en helicóptero lo componen 11 médicos adjuntos del Servicio de Pediatría del Hospital de Sant Pau, que forman parte de la plantilla de las unidades de cuidados intensivos y neonatología o contratados para guardias en dichas unidades, y 6 enfermeras pediátricas especializadas en cuidados intensivos. Todos ellos han sido instruidos específicamente para el transporte de pacientes críticos y se han familiarizado con las peculiaridades de los helicópteros, especialmente con las normas de seguridad, tanto en vuelo como en la aproximación a los aparatos. Su ámbito de actuación habitual es todo el territorio de Catalunya y Andorra con excepción del área próxima a Barcelona que queda cubierta por los equipos terrestres. La coordinación de todo el operativo corre a cargo del centro coordinador del SEM.

Los helicópteros utilizados son Eurocopter modelo MBB Bo 105 CBS impulsado por dos turbinas de 420 hp cada una, con una velocidad de crucero de 210 km/h, una velocidad máxima de 270 km/h, una autonomía de 527 km, un techo máximo de servicio de 5.200 m y un peso máximo al despegue de 2.500 kg y, durante los períodos de mantenimiento de un helicóptero Eurocopter modelo AS350 Ecureuil, contratados por el SEM y con base en el Hospital General de Catalunya, a 3 min de vuelo del Hospital de Sant Pau. Están permanentemente medicalizados

y cuentan con un respirador volumétrico, bombas de perfusión, desfibrilador, monitorización incurrente de electrocardiograma (ECG), pletismografía, saturación de oxígeno, capnógrafo y temperatura. El material fungible, medicación, equipos de perfusión, sets de intubación, toracostomía, cricostomía y ventilación manual, se encuentra dispuesto en maletas específicamente pediátricas o neonatales. En caso de transporte neonatal, se sustituye la camilla con colchón de vacío por una incubadora de transporte con ventilador neonatal autónomo.

El equipo de guardia de transporte pediátrico en helicóptero está operativo los 365 días del año, en función de la climatología, desde las 8 de la mañana hasta el ocaso, y lo componen el piloto, un médico y una enfermera. La activación la realiza el centro coordinador del SEM a través de una llamada por telefonía móvil al médico de vuelo después de procesar la demanda del hospital emisor. Simultáneamente activa al piloto quien, después de comprobar la meteorología, despegue de su base para recoger al equipo asistencial en el hospital de Sant Pau. El médico que realiza el transporte es el adjunto de guardia de la unidad de críticos de Pediatría cuyo puesto queda cubierto durante el tiempo de transporte por el adjunto de urgencias del Servicio y un médico residente de 3.º o 4.º año, y la enfermera pertenece a la unidad de cuidados intensivos pediátricos o a la unidad de neonatos.

Se analizan los 224 vuelos efectuados por el equipo de transporte aéreo pediátrico del Hospital de Sant Pau durante los primeros 5 años desde la inauguración del servicio, el número de pacientes atendidos, los pacientes fallecidos y los servicios nulos. Se tabula la edad, el sexo y el tipo de patología. Se cuantifican los tiempos entre el despegue y la llegada a los distintos hospitales emisores comparando las isocronas de vuelo con la distancia en kilómetros por carretera, así como el tiempo de estabilización medio y el tiempo de respuesta del equipo.

RESULTADOS

Durante el período estudiado se realizaron un total de 224 vuelos y fueron asistidos 220 pacientes, 139 niños y 81 niñas, de los cuales seis fallecieron en el hospital emisor. En tres ocasiones se efectuó un traslado doble al tratarse de gemelos que no requerían ventilación asistida. Siete transportes fueron abortados en vuelo, dos de ellos por avería del helicóptero, cuatro por condiciones climáticas adversas, y en una ocasión la familia se negó a autorizar el traslado. El número total de pacientes transportados fue de 214 (tabla 1).

El tiempo medio entre la alerta al equipo de transporte y el despegue fue de 15 min, y el tiempo medio de vuelo de 29 min. Debe sumarse un promedio de 10 min entre el aterrizaje y la llegada efectiva hasta el paciente. Estos tiempos fueron variables en función de si el hospital dispusiera o no de helisuperficie. Por su parte la media de estabilización fue de 42 min (tabla 2). En la tabla 3 se

muestra el número de vuelos realizados a los distintos hospitales emisores junto con el tiempo estimado de vuelo comparado con la distancia por carretera (se marcan con un asterisco los hospitales que disponen de helisuperficie). El 77% de los traslados en helicóptero se realizaron desde hospitales cuya distancia por carretera a Barcelona representaba más de 1 h de tiempo de respuesta con medios terrestres.

Se han agrupado las edades en neonatos, lactantes, niños entre 2 y 10 años, entre 11 y 14 años y adolescentes de 15 y 16 años. En la tabla 4 se especifican el número de cada uno de ellos.

Por patologías se ha dividido el número total en dos grupos: patología neonatal, y el resto. De los 79 neonatos transportados, el motivo del traslado fue en el 30,37% la prematuridad, en el 25,31% una cardiopatía congénita, en el 16,45% una sepsis y el 27,84%, correspondiente a los 22 pacientes restantes, otros diagnósticos. En el apartado de no neonatos, el 60,28% fueron traumatismos, el 16,31% sepsis y el 7,09% patología respiratoria (tabla 5).

DISCUSIÓN

Mientras el sistema norteamericano de transporte interhospitalario de pacientes críticos ha optado por emplear a paramédicos o enfermeras especializadas, el modelo europeo se ha decantado mayoritariamente por utilizar equipos de médicos y enfermeras^{1,2}. Existen numerosos trabajos que apoyan una u otra tesis. Hamman et al³ no encontraron diferencias significativas en los resultados según se empleara o no a un médico, al igual que hicieron Burney et al⁴ al comparar un equipo compuesto por médico y enfermera con otro de 2 enfermeras. Por otro lado, Snow et al⁵, en Estados Unidos, y Dalton et al⁶ en Gran Bretaña, demostraron en sus respectivas series la necesidad de incluir a un médico en las tripulaciones de los helicópteros medicalizados.

Las particularidades de los niños, en especial los neonatos, ha hecho que en determinados países se hayan creado equipos especializados en transporte pediátrico^{7,8}. Así por ejemplo, sendos trabajos de Edge et al⁹ y Mazurek¹⁰ demuestran una menor morbilidad con el empleo de especialistas en este tipo de traslados. Siguiendo esta línea en Catalunya se crearon 3 equipos de transporte exclusivamente pediátrico formados por pediatras y enfermeras especializados en pacientes críticos.

En Catalunya, algunos hospitales comarcales susceptibles de recibir pacientes pediátricos se encuentran ubicados en zonas muy alejadas de los hospitales de tercer nivel, y algunos de ellos están mal comunicados por carretera. Por ello, al igual que se hizo con los equipos de adultos, se creó un servicio de transporte en helicóptero específicamente pediátrico. El uso de helicópteros medicalizados es controvertido por el gran coste económico que representa. Arfken et al¹¹, por ejemplo, no aprecian en su trabajo ninguna disminución de la mortalidad en los pacientes trasladados por medios aéreos comparados

TABLA 1. Número total de vuelos, pacientes asistidos y pacientes transportados

	Número total
Pacientes asistidos	220
Muertes en el hospital emisor	6
Traslados	214
Traslados dobles (gemelos)	3 (3 × 2)
Traslados anulados	7
Por avería	2
Por negativa familiar	1
Por la climatología	4
Vuelos	224

TABLA 2. Tiempos promedio

	Minutos
Entre alerta y despegue	15
Vuelo de ida	29
Transfer helipuerto-hospital	10
Tiempo de estabilización	42

TABLA 3. Número de vuelos por hospital emisor y relación entre el tiempo de vuelo y distancia por carretera

Hospital emisor	Número	Tiempo de vuelo (min)	Distancia (km)
Lleida*	48	43	171
Reus	14	29	106
Campdevanol	13	30	110
Tremp*	13	45	185
Vic	13	13	72
La Seu d'Urgell	11	40	165
Viella	10	60	327
Figueras	10	38	146
Andorra*	10	45	184
Calella*	10	17	60
Tortosa*	10	49	177
Igualada	7	16	63
Valls	7	25	96
Tarragona*	7	26	115
Girona*	7	27	101
Puigcerdà	6	39	164
Manresa*	5	14	55
Mora d'Ebre	3	43	153
Vilafranca*	3	10	60
Blanes	2	21	75
Berga	2	27	98
Palamós	2	33	115
Vendrell	2	18	75
Vilanova i la Geltrú	1	14	54
Sant Pere de Ribas	1	12	60

*Hospitales con helipuerto que no requieren transfer.

TABLA 4. Agrupamiento por edades

Grupo	Número
Neonatos	79
Lactantes < 2 años	30
Niños entre 2 y 10 años	90
Niños entre 11 y 14 años	14
Niños entre 15 y 16 años	7

TABLA 5. Diagnósticos

Diagnósticos	Número
<i>Neonatales</i>	
Prematuridad	24
Cardiopatías	20
Sepsis	13
Convulsiones	5
Dificultad respiratoria	6
Enterocolitis	4
Asfixia	4
Hernia diafragmática	1
Atresia esofágica	1
Hipoglucemia	1
Total	79
<i>No neonatales</i>	
Traumatismo	85
Sepsis	23
Asma y bronquiolitis	10
Ahogados	4
Bronconeumonía	4
Coma	4
Peritonitis	3
Deshidratación	2
Convulsiones	2
Intoxicación	1
Broncoaspiración	1
Meningitis	1
Insuficiencia suprarrenal	1
Total	141

con los terrestres; sin embargo, otros autores como Werman et al¹², abogan por lo contrario. En el caso del paciente crítico pediátrico, la rapidez con la que el helicóptero puede desplazar al equipo especializado hasta el hospital comarcal tiene una importancia mayor por cuanto, en ocasiones, estos centros no disponen de recursos idóneos para la correcta asistencia de estos enfermos. En este sentido, el trabajo de Letts en el Children's Hospital of Eastern Ontario en el que se recogen 392 traslados, recalca la importancia de un tiempo de respuesta corto (46 min), desde el aviso hasta la llegada al hospital¹³. En la tabla 3 se registran los tiempos medios de vuelo comparándolos con las distancias por carretera y se ponen de manifiesto aquellos puntos en que claramente el helicóptero demuestra un mucho menor tiempo de respuesta. En concreto, de los 217 vuelos en que se tomó tierra en el hospital receptor, 166 estaban a más de 100 kiló-

metros de Barcelona. Cabe destacar además la particularidad de los hospitales de la zona pirenaica y prepirenaica como los casos de Campdevanó, Viella, Tremp, La Seu d'Urgell, Andorra y Puigcerdà donde las carreteras de montaña presentan una dificultad añadida al transporte por carretera. Cabe recordar sin embargo que la utilización de los helicópteros no obvia el empleo de ambulancias medicalizadas por cuanto existen limitaciones climatológicas y de horarios nocturnos; ambos sistemas son complementarios y deben coexistir¹⁴. En concreto en nuestro caso, de un total de 224 vuelos realizados, en cuatro ocasiones se tuvo que regresar a la base debido a las malas condiciones de visibilidad y en un caso, el paciente fue trasladado por tierra ante la negativa de la familia a autorizar el transporte en helicóptero (tabla 1).

La asistencia que presta el equipo de transporte al llegar al centro emisor dependerá de la patología y nivel de complejidad del paciente y del nivel de estabilización que se haya conseguido antes de su llegada. El valor añadido que aporta la especialización del equipo, así como de los recursos técnicos que lleva, permitirán en muchos casos complementar el trabajo realizado en el hospital asegurando la máxima estabilidad posible y minimizando así el riesgo durante el traslado. Cabe recordar que existe una relación directa, como publica Kanter y Tomkins¹⁵ en su estudio, entre la gravedad pretransporte y las complicaciones durante el traslado. Por ello, el tiempo de estabilización es en muchos casos superior al tiempo de vuelo, especialmente en el caso de los neonatos o de pacientes con gran labilidad hemodinámica. Holt y Fagerli¹⁶ refiere un tiempo medio de 60 min. Una vez en el hospital emisor, la labor del equipo asistencial es la de asegurar el máximo nivel de estabilización posible: vía aérea permeable, control de la dificultad respiratoria, optimización de la oxigenación, estabilidad hemodinámica y ausencia de hemorragias activas, inmovilización, sedación y analgesia. Para ello, en algunas ocasiones, deberán tomarse actitudes terapéuticas más agresivas de lo que normalmente se haría si el paciente permaneciera hospitalizado en una unidad convencional de cuidados intensivos: intubación en caso de dificultad respiratoria moderada, agitación o Glasgow inferior a 10, colocación de más de una vía venosa y, especialmente, valorar con los cirujanos la necesidad de realizar hemostasia quirúrgica ante la posibilidad de que se pudiera producir un sangrado incoercible durante el traslado. Debe hacerse especial mención de las posibles complicaciones derivadas de la altitud: según la ley de Boyle, los gases sufren una expansión mayor cuanto a menor presión atmosférica estén sometidos. Por ello, a pesar de que los helicópteros operan a unos 300 m del suelo, debe tenerse en cuenta esta posibilidad al realizar traslados en zonas montañosas donde la altitud sobre el nivel del mar supera en ocasiones los 3.000 m. En estos casos es recomendable hinchar los neumatoponamientos de los tubos endotraqueales con sue-

ro fisiológico, colocar siempre sondas nasogástricas y por supuesto drenar los neumotórax aunque no estén a tensión. Por otro lado, la altitud incide en una disminución de la presión atmosférica, y aplicando la ecuación del gas alveolar, observaremos que a 8.000 pies, 2.500 m, la presión de oxígeno (PO_2) desciende a niveles entre 60 y 70 mmHg¹⁷. Este descenso, que es bien tolerado en pacientes que no presentan ninguna enfermedad pulmonar, puede presentar repercusiones importantes en aquellos enfermos afectados de una dificultad respiratoria grave y debe por tanto tenerse en cuenta optimizando la ventilación¹⁸.

Antes de salir deben comprobarse el correcto ciclado del respirador, la permeabilidad de las vías y el funcionamiento de las bombas, la correcta fijación de tubos y sondas, y la disponibilidad de gases medicinales y baterías. Finalmente, el médico realizará una llamada al centro receptor para comunicar el tiempo estimado de vuelo, así como la patología del paciente y los requerimientos terapéuticos que previsiblemente necesitará. Durante el traslado, las limitaciones de espacio dificultan enormemente determinadas maniobras como la reintubación en caso de extubación accidental; por ello, la principal preocupación del equipo es la de chequear constantemente la estabilidad del paciente, intentando adelantarse a cualquier eventualidad. La monitorización ventilatoria, hemodinámica y neurológica deben ser constantes y debe corregirse cualquier alteración inmediatamente. Debe evitarse especialmente la agitación del paciente, que puede comprometer la seguridad de toda la tripulación.

Si se observa el tipo de patología más frecuentemente transportada, destacan los 85 casos de pacientes traumáticos. Ésta es la patología que más comúnmente se encuentra por ser los accidentes la primera causa de mortalidad en la infancia¹⁹⁻²¹. En este tipo de pacientes el helicóptero aporta un valor añadido a la de la rapidez de respuesta: los helicópteros están sometidos a un menor número de aceleraciones y desaceleraciones que las ambulancias y sus vibraciones se hallan en el espectro menos nocivo para el cuerpo humano; ambos factores inciden positivamente en la estabilidad del transporte de este tipo de enfermos. Concretamente, las ambulancias están sometidas a aceleraciones entre 0,3 y 0,85 G y vibraciones entre 4 y 16 Hz, mientras que en los helicópteros el rango es entre 0,10 y 0,20 G y 28 Hz, respectivamente. Las vibraciones biológicamente peligrosas se hallan en un espectro entre 4 y 12 Hz, existiendo órganos internos sensibles a un espectro 3 a 20 Hz y algunos que pueden entrar en resonancia de 4 a 12 Hz. Las ambulancias se encuentran en la zona más peligrosa, y pueden aumentar el riesgo de hemorragia en el paciente politraumático y en situaciones de shock²²⁻²⁸.

Analizando específicamente el grupo de neonatos, destaca que las cardiopatías congénitas representan más del 25 % de las patologías de este segmento de edad. Esta elevada cifra se debe a que la cirugía cardíaca se halla

concentrada en Barcelona, y a que existen muchos hospitales cuyas unidades de neonatología pueden asumir la mayoría de procesos patológicos y que no generan por tanto traslados secundarios. En cuanto a las edades de los pacientes trasladados, puede observarse que más del 90 % tenían menos de 10 años. Esta cifra no se corresponde con las edades de ingreso en las unidades de críticos de los hospitales receptores, pero esto se debe a que los pacientes de más edad, por cuestiones logísticas y de aprovechamiento de recursos, son transportadas por unidades de adultos.

En conclusión, el transporte de los niños críticamente enfermos debe ser realizado por equipos pediátricos especializados que se desplacen lo más rápidamente posible hasta los hospitales emisores, siendo su primer objetivo la estabilización del paciente *in situ*. Los helicópteros ofrecen un tiempo de respuesta muy inferior en zonas alejadas y mal comunicadas, y en el caso de los traumáticos, sus escasas aceleraciones y vibraciones en vuelo aportan un valor añadido a la estabilidad de estos pacientes. Sin embargo, es necesario un entrenamiento específico para los equipos que trabajen en este tipo de traslados. Finalmente, cabe recordar que en el transporte de pacientes críticos pediátricos, deben coexistir los medios aéreos y terrestres; de la correcta utilización de unos y otros se obtendrá la máxima eficacia del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Schmidt U, Frame SB, Nerlich MC, Rowe DW, Enderson BL, Maul KI, et al. On scene helicopter transport of patients with multiple injuries. Comparison of a German and American system. *J Trauma* 1992;33:548-53.
- Huemer G, Pernerstorfer T, Mauritz W. Prehospital emergency medicine services in Europe: Structure and equipment. *Eur J Emerg Med* 1994;1:62-8.
- Hamman BL, Cue JI, Miller FB, O'Brien DA, House T, Polk HC Jr, et al. Helicopter transport of trauma victims: Does a physician make a difference? *J Trauma* 1991;31:490-4.
- Burney RE, Passini L, Hubert D, Maio R. Comparison of aeromedical crew performance by patient severity and outcome. *Ann Emerg Med* 1992;21:375-8.
- Snow N, Hull C, Severns J. Physician presence on a helicopter emergency medical service: Necessary or derisive? *Aviat Space Environ Med* 1986;57:1176-8.
- Dalton AM, Botha A, Coats T, Spalding T, Hodgkinson S, Warren C, et al. Helicopter doctors? *Injury* 1992;23:249-50.
- McCloskey KA, Jhonston C. Critical care interhospital transports; predictability of the need for a pediatrician. *Pediatr Emerg Care* 1990;6:89-92.
- McCloskey KA, Orr PA. Pediatric transport issues in emergency medicine. *Emerg Med Clin North Am* 1991;9:475-59.
- Edge WE, Kanter RK, Weigle CG, et al. Reduction of morbidity in interhospital transport by specialized pediatric staff. *Crit Care Med* 1994;22:1186-91.
- Mazurek A. Pediatric trauma: Overview of the problem. *J Post Anesth Nurs* 1991;6:331-5.

11. Arfken CL, Shapiro MJ, Bessey PQ, Littenberg B. Effectiveness of helicopter versus ground ambulance services for interfacility transport. *J Trauma* 1998;45:785-90.
12. Werman HA, Falcone RA, Shaner S, Herron H, Johnson R, Lacey P, et al. Helicopter transport of patients to tertiary care centers after cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 1999;17:130-4.
13. Letts M, McCaffrey M, Pang E, Lalonde F. An analysis of an air-ambulance program for children. *J Pediatr Orthop* 1999;19:240-6.
14. Thomson DP, Brown R, Dunn K, Scanlan E. Effect of a ground critical care transport service on air medical helicopter utilization. *Prehosp Emerg Care* 1999;3:136-9.
15. Kanter RK, Tomkins JM. Adverse events during interhospital transport: Physiologic deterioration associated with pretransport severity of illness. *Pediatrics* 1989;84:43-8.
16. Holt J, Fagerli I. Air transport of the sick newborn infant: Audit from a sparsely populated county in Norway. *Acta Paediatr* 1999;88:66-71.
17. Kramer MR, Jakobson DJ, Springer Ch, Donchin Y. The safety of air transportation of patients with advanced lung disease: Experience with 21 patients requiring lung transplantation or pulmonary thromboendarterectomy. *Chest* 1995;108:1292-6.
18. Lawless N, Tobias S, Mayorg MA. FiO₂ and positive end-expiratory pressure as compensation for altitud-induced hypoxemia in an acute respiratory distress syndrome model: Implications for air transportation of critically ill patients. *Crit Care Med* 2001; 29:2149-55.
19. Kirk JA. Pediatric trauma. *CRNA* 1997;8:1048-2687.
20. Dandrin-Smith S. The epidemiology of pediatric trauma. *Crit Care Nurs Clin North Am* 1991;3:387-9.
21. Cooper A, Barlow B, Davidson L, Relethford J, O'Meara J, Motley L. Epidemiology of pediatric trauma: Importance of population-based statistics. *J Pediatr Surg* 1992;27:149-53.
22. Forces acting during air and ground transport on patients stabilized by standard immobilization techniques. *Ann Emerg Med* 1991;20:875-7.
23. Macnab A, Chen Y, et al. Vibration and noise in pediatric emergency transport vehicles: A potential cause of morbidity? *Aviat Space Environ Med* 1995;66:212-9.
24. Chaves JV. Cuadernos de Emergencia 1994;2:61-71.
25. Gearhart PA, Wuerz R, Localio AR. Cost-effectiveness analysis of helicopter EMS for trauma patients. *Ann Emerg Med* 1997;30: 500-6.
26. Velasco Díaz C. Física y efectos hemodinámicos de la aceleración Actuaciones y limitaciones humanas. En: *Medicina Aero-náutica*. Paraninfo. Segunda edición, 1999; p. 39-45.
27. Heitz V, Macher JM, Graesselin S, Stierlé F, Niederhoffer C, Segessenmann H. SAMU 68 et REGA: Un mariage de raison. *Urgence Pratique* 1997; ???.
28. Buisan Garrido C, Blanco Tarrío E, Velasco Gutiérrez J, Anaya Bueno JF, Sánchez Revilla A, González Rico J. Transporte Sanitario Urgente. *Semergen* 1999;25:900-7.