

DIRETRIZ DE DOENÇA CARDIOVASCULAR E VIAGEM AÉREA

NOÇÕES DE TRANSPORTE AEROMÉDICO

Coordenação: Jorge Ilha Guimarães

Editores: Sergio Timerman (SP)

Paulo Magalhães Alves (RJ)

Membros:

José Antônio F Ramires (SP)

Ana Cecilia Panico Bailly (SP)

José Luiz Madrigano (SP)

Antonio Mansur (SP)

Vânia Melhado (SP)

Roberto Kalil Filho (SP)

João Castro (RS)

Luis Henrique Hargreaves (DF)

Elzo Peixoto (SP)

Dario Fortes Ferreira (SP)

Maria Sílvia Mixéu (SP)

Ricardo Camarinha (DF)

Heber Mathias (SP)

Manuel F. Canesin (Londrina)

Ari Timerman (SP)

Capitã Maria Silvia de Oliveira (RJ)

Sociedades que apóiam:

SOCIEDADE BRASILEIRA DE EMERGÊNCIA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA AEROESPACIAL

CNR – Comitê Nacional de Ressuscitação

SBEAABER – Sociedade Brasileira de Enfermagem Aeroespacial e Aeromédica

SOPATI – SOCIEDADE PAULISTA DE TERAPIA INTENSIVA

SOCEMU – SOCIEDADE CEARENSE DE MEDICINA DE URGÊNCIA

INTRODUÇÃO

A cada ano, cerca de um bilhão de pessoas realiza viagens aéreas domésticas ou internacionais, número que cresce constantemente, com previsão de dobrar nas próximas duas décadas.

O nosso país de dimensões continentais depende, fundamentalmente, da aviação comercial como fator integrador. Apesar de tímidos, quando comparados a países desenvolvidos, nossos números também não são desprezíveis. A aviação civil transportou cerca de 36 milhões de passageiros durante o ano de 2002, sendo 4,4 milhões em vôos internacionais.

Com o incremento do tráfego aéreo, bem como da população idosa em vários países, grupo muito estimulado a viajar a turismo, é razoável inferir que deverá haver um aumento no número de passageiros idosos e portadores de doenças diversas. Dada a prevalência de doença cardiovascular e a facilidade crescente de se viajar de avião, não chega a surpreender o fato de que vêm aumentando as estatísticas de emergências médicas a bordo de aeronaves. Contudo, não são muitos os estudos a respeito.

Cummins e Schubach avaliaram, em um estudo prospectivo, todas as emergências que ocorreram durante vôos do Aeroporto Internacional de Seattle (Tacoma), no ano de 1989, com o objetivo de documentar a prevalência e tipos de emergências médicas na aviação comercial. Durante o período do estudo, um total de 14,4 milhões de passageiros voou em 274.000 vôos comerciais. Emergências médicas que requereram pouso de emergência foram raras, ocorrendo 1 a cada 39.000 passageiros, ou 1 a cada 753 vôos. Os problemas mais comuns encontrados foram *distúrbios gastrintestinais* (náuseas, vômitos, diarreia, e dor abdominal), *dificuldades respiratórias* (bronco-espasmo), *dor torácica*, *síncope* (vasovagal) e *crise epiléptica*. 75% desses problemas ocorreram no aeroporto, antes da partida ou depois da decida. Apenas 5 paradas cardiorrespiratórias ocorreram durante o estudo.

Empresas aéreas não fazem restrição ao embarque de passageiro, a não ser que apresente evidente incapacidade de saúde ou doença transmissível a bordo. Dessa forma, pacientes portadores de várias condições de saúde, como os cardiopatas, realizam viagens aéreas regularmente.

O transporte aéreo tem particularidades que devem ser do conhecimento do clínico que, freqüentemente, é solicitado por seu paciente a opinar quanto à adequação ou não de uma viagem aérea. Assim sendo, é fundamental o conhecimento dessas questões no sentido da prevenção do desenvolvimento de complicações e descompensações, sobretudo no caso de cardiopatas.

Voar continua a ser uma das mais fascinantes e seguras maneiras de se viajar ou transportar doentes. Com a crescente evolução tecnológica das companhias aéreas, problemas médicos devem ocorrer cada vez menos. Nesse sentido, também é necessário que sejam divulgadas informações sobre as contra-indicações para voar. Outras informações a respeito das viagens aéreas podem ser obtidas nos departamentos médicos da maioria das companhias aéreas ou do DAC (Departamento de Aviação Civil). Todos os arranjos especiais (oxigênio, cadeira de rodas, alimentação especial, etc.) podem ser solicitados nos balcões de reservas regulares, com, pelo menos, 72 horas de antecedência. A avaliação médica pré-vôo e a educação, tanto de passageiros como de profissionais da saúde ligados à aviação, são importantes e necessárias para promover uma viagem aérea confortável e segura.

FISIOLOGIA DA ALTITUDE

O entendimento das alterações causadas pela altitude depende do conhecimento prévio da atmosfera e de algumas leis físicas que explicam o comportamento dos gases.

A atmosfera é o meio de sustentação dos vãos. Ela é o envelope gasoso que envolve a Terra e provê proteção contra ameaças do espaço sideral, como os raios ultravioletas, raios cósmicos e os meteoritos, além de prover os gases que sustentam a respiração animal e vegetal. É também graças também à atmosfera que a temperatura terrestre é mantida sem variações extremas. Ela é, portanto, elemento crucial para a existência da vida em nosso planeta.

A ar da atmosfera é, em realidade, uma mistura de gases, formada, essencialmente, por nitrogênio (78,08%) e oxigênio (20,95%). Outros gases presentes são o argônio (0,93%), o anidrido carbônico (0,03%), o neônio (0,02%) e o hélio (0,005%). Em pequenas porcentagens, ainda encontram-se traços de criptônio, hidrogênio, xenônio, ozônio, metano, protóxido de nitrogênio e radônio. O vapor de água é também um constituinte constante da atmosfera terrestre, mas a sua proporção é muito variável (vapor de água = 0,1 a 2,8% vol).

Essa composição é bastante uniforme por todas as camadas da atmosfera, variando tão somente sua pressão parcial.

A atmosfera é subdividida em 5 camadas, de acordo com a altitude e certas características específicas (quadro 1)

Quadro 1: Divisões da atmosfera

Divisões	Altitudes (*)	Características
Troposfera	Nível do mar até 30.000 pés nos pólos e 50.000 pés no equador	Apresenta temperatura variável, vapor d'água, turbulência, tempestades, variações meteorológicas
Tropopausa	Separa a troposfera da estratosfera	Região de estabilidade meteorológica.
Estratosfera	50.000 pés a 50 milhas	Sua temperatura é relativamente constante—55°C, pouco vapor d'água, poucos ventos e turbulência.
Ionosfera	50 a 600 milhas	Provê proteção para raios UV. Recebe esse nome em função da presença de gases ionizados, derivados da ação dos raios UV sobre suas moléculas.
Exosfera	600 a 1000 milhas	Gradualmente, transforma-se no vácuo espacial. A densidade dos gases é extremamente baixa, raramente ocorrendo a colisão entre as moléculas.
Espaço	Acima de 1000 milhas	

(*) Foram adotadas as unidades pés e milhas, por serem padrão em aviação.

A pressão atmosférica é, usualmente, expressa em milímetros de mercúrio (mm Hg). Ao nível do mar, ela vale 760 mm Hg ou 1 atmosfera (atm). À medida que se ascende,

a pressão dos gases diminui, tornando o ar rarefeito, bem como diminuindo a pressão parcial de seus componentes.

A temperatura da atmosfera também varia significativamente. Isto se deve ao fato de o aquecimento do ar pela ação solar também ser variável. Os raios solares atingem a atmosfera com um ângulo muito pequeno nas regiões polares e quase perpendicularmente ao nível do equador. Isto faz com que a altitude da atmosfera seja menor nos pólos que no equador, pela expansão dos gases em maiores temperaturas (Lei de Charles).

Algumas leis da física dos gases devem ser lembradas para o melhor entendimento da fisiologia da altitude. (quadro 2)

Quadro 2: Relação entre leis da física e fisiologia da altitude

Lei Física	Explicação	Aplicação na Aviação
Lei de Dalton $PT=P1+P2+.....+P$ N	A pressão total de uma mistura de gases é igual à soma das pressões parciais de cada gás na mistura.	Hipóxia Explica por que, quando se aumenta a altitude, reduz-se a pressão atmosférica total, bem como a pressão parcial de cada gás que participa dessa composição.
Lei de Boyle-Mariotte $P1/P2=V2/V1$	O volume de um gás é inversamente proporcional à pressão a qual está submetido, se a temperatura permanece constante.	Gás enclausurado Explica como as alterações de pressão permitem que o gás se expanda e contraia dentro das cavidades corporais (ouvidos, seios paranasais, tubo digestivo), com o aumento e diminuição da altitude.
Lei de Henry $P1/P2=A1/A2$	A quantidade de gás dissolvido em uma solução varia diretamente com a pressão deste gás sobre esta solução.	Doença descompressiva Explica por que o nitrogênio no sangue deixa de ficar dissolvido, formando bolhas que causam a doença descompressiva da altitude. À medida que aumenta a altitude, a pressão diminui, e o nitrogênio vai deixar o corpo humano equalizado com o meio externo. Se a alteração da pressão é muito rápida, o excesso de nitrogênio pode formar bolhas.
Lei de Graham Lei da Difusão Gasosa	Um gás vai difundir-se de uma área de alta concentração para uma área de baixa concentração.	Transferência de gás no corpo Explica a transferência de gases entre a atmosfera e os pulmões, os pulmões e o sangue, e o sangue e as células.
Lei de Charles $P1/T1=P2/T2$	A pressão de um gás é diretamente proporcional à sua temperatura	Esta lei não tem maiores implicações fisiológicas, uma vez que a temperatura corporal é mantida constante a 36,5° C.

Como se vê, pela Lei de Dalton, à medida que aumenta a altitude há uma redução na pressão atmosférica, determinando uma menor pressão parcial de oxigênio (O₂) e gerando a chamada hipóxia hipóxica. (quadro 3)

Quadro 3

Altitude (metros)	PaO₂	SaO₂	PaCO₂
nível do mar	90-95	96	40
1.524	75-81	95	32-33
2.286	69-74	92-93	31-33
4.572	48-53	86	25
6.096	37-45	76	20
7.620	32-39	68	13
8.848	26-33	58	9,5-13,8

Numerosos fatores influenciam a susceptibilidade individual à hipóxia, como:

- tabagismo, que produz monóxido de carbono e reduz a capacidade do sangue em se combinar com o oxigênio;
- ingestão de álcool, que cria a hipóxia histotóxica;
- condicionamento físico, pois um indivíduo, condicionado fisicamente, em geral, tem uma tolerância maior a problemas relacionados à altitude;
- aumento da atividade física, por causar maior demanda do corpo para oxigênio e uma instalação mais rápida da hipóxia;
- taxa metabólica, que é aumentada pela exposição a temperaturas extremas, e, por isso, aumenta as necessidades de oxigênio e reduz o limiar de hipóxia;
- dieta e nutrição;
- emoções;
- fadiga e doença clínica predisponente, pois, embora o transporte dentro de uma cabina pressurizada, normalmente, elimine ou reduza o potencial para complicações de hipóxia, existem fatores individuais significativos ou doenças predisponentes que são exacerbados à altitude. Essas condições pré-existentes incluem pneumonia, doença pulmonar obstrutiva crônica, asma aguda, pneumotórax, doença cardíaca, choque e perda sangüínea.

O impacto da hipóxia vai ser percebido nos diferentes sistemas:

Sistema respiratório

A resposta inicial do sistema respiratório à hipóxia é *freqüência e profundidade de respiração aumentadas*. Aproximadamente 4.000 a 5.000 pés de elevação é o limiar para a

ventilação aumentada. As mudanças permanecem pequenas até que uma saturação de oxigenação arterial de 93% é experimentada a uma altitude de cerca de 8.000 pés. A 22.000 pés, a resposta máxima ocorre e o volume/minuto é quase duplicado. Muitos desses aumentos são secundários, mais nas alterações no volume corrente do que na frequência respiratória. A hiperventilação resulta na redução da pressão parcial do dióxido de carbono (PCO_2), causando alcalose respiratória e um desvio da curva de dissociação da hemoglobina para a esquerda. O resultado permite uma ligação aumentada do oxigênio com a hemoglobina para o transporte aos tecidos.

A hipóxia atua ainda como um vasoconstritor importante do leito vascular pulmonar, resultando em uma elevação arterial pulmonar e em um aumento na carga de trabalho no lado direito do coração. A acidose é também um vasoconstritor vascular pulmonar potente. Fornecendo-se oxigênio suplementar o mais breve possível, pode-se aliviar a hipóxia e, simultaneamente, diminuir a ventilação alveolar, aumentando a acidose e sustentando a vasoconstrição pulmonar.

Sistema cardiovascular

O sistema cardiovascular é relativamente resistente à hipóxia, comparado com os sistema respiratório e nervoso central. A frequência cardíaca começa a aumentar a uma altitude de, aproximadamente, 4.000 pés e alcança uma frequência máxima a 22.000 pés.

A resposta do sistema cardiovascular à hipóxia pode ser percebida em duas fases: a primeira com débito cardíaco aumentado, causado por uma escalada inicial de frequência cardíaca e da vasoconstrição seletiva. O aumento na atividade cardíaca, então, requer mais oxigênio, e o miocárdio, já em hipóxia, responde com uma diminuição da frequência cardíaca, hipotensão e arritmia.

Sistema nervoso central

A hipóxia cerebral pode começar quando a PO_2 vai de 50 para 60mmHg. Os fatores contribuintes incluem a condição física do indivíduo (doença predisponente) e o nível de atividade. Os efeitos vasodilatadores potentes da hipóxia irão se sobrepor à vasoconstrição por hipocapnia e resultar em um fluxo sanguíneo cerebral aumentado.

A habilidade funcional deteriora-se nos estados de hipóxia. A deficiência de oxigênio começa a afetar o sistema nervoso central e os olhos, porque as suas necessidades de oxigênio são altas. Os sinais e sintomas iniciais do sistema nervoso central que podem ser observados são excitação, hiperatividade, inquietação, verborria e euforia. Os sinais e sintomas secundários podem incluir um ciclo de atenção limitada, depressão, julgamento deficiente, confusão, memória prejudicada e deterioração do campo visual e/ou da percepção profunda. Baseado na alta necessidade de oxigênio da retina, o oxigênio suplementar deve ser utilizado para qualquer pessoa com uma história recente de lesão ou cirurgia ocular ou doença progressiva da retina.

Os efeitos da hipóxia no sistema nervoso central estão diretamente relacionados à duração e à gravidade do episódio de hipóxia, sendo bastante variáveis de indivíduo para indivíduo. Nos estágios iniciais, podem ocorrer alterações variáveis do humor com confusão, euforia, agressividade ou, no extremo oposto, apatia. Se houver hipóxia continuada, o passageiro ou membro da tripulação irá apresentar confusão mental

progressiva, diminuição da percepção sensorial, incapacidade para interpretar os vários sentidos (visão, audição e paladar) e, finalmente, inconsciência. A atividade cerebral cessará e a morte advirá.

A inconsciência secundária à hipóxia é uma preocupação séria de transportes em avião a elevadas altitudes. A quantidade de tempo em que um membro da tripulação é capaz de executar as funções críticas em um ambiente deficiente de oxigênio é referida como tempo de desempenho efetivo (TDE) ou tempo de consciência útil.

O quadro 4 mostra o tempo de consciência útil em diversas altitudes e em dois níveis diferentes de atividade física.

Quadro 4: Diversas altitudes e níveis de atividade física e tempo de consciência útil

Altitude	Sentado em repouso	Moderadamente ativo
22.000	5 min	2,5 min
25.000	2 min	1 min
28.000	1 min	30 seg
30.000	45 seg	15 seg
35.000	30 seg	12 seg
40.000	23 seg	10 seg

Desta forma, também é possível dividir a atmosfera segundo os efeitos fisiológicos sobre o corpo humano (quadro 5)

Quadro 5: Efeitos fisiológicos da atmosfera sobre o corpo humano

Zonas	Altitudes	Pressão	Características
Compensação fisiológica	Nível do mar – 12.500 pés	760-523 mm Hg	Geralmente o corpo humano se adapta nas faixas mais baixas. Problemas leves de enclausuramento gasoso podem ocorrer nos níveis mais baixos, enquanto falta de ar, tonturas, dor de cabeça e cansaço podem ocorrer nas camadas mais altas, durante exposição prolongada.
Deficiência fisiológica	12.500 – 50.000 pés	523-87 mm Hg	A maioria dos vôos ocorre nesta zona. A baixa pressão atmosférica causa problemas significativos: hipóxia e doença descompressiva.
Equivalente espacial	50.000 pés – 1.000 milhas	87-0 mm Hg	O ambiente é extremamente hostil para a vida humana. A exposição desprotegida acima da linha de Armstrong (63.000 pés) leva os líquidos a ferverem .

Estágios fisiológicos

Essas zonas determinam estágios diferentes de resposta à hipóxia.

Estágio indiferente

É característico de uma exposição em nível do mar até uma altitude de 10.000 pés. Habitualmente, sem qualquer fator complicador, a saturação de oxigênio varia de 90 a 98%. As frequências cardíaca e respiratória aumentam para combater os efeitos da hipóxia. Entre 4.000 a 5.000 pés, as alterações da visão podem se tornar uma preocupação, com o aparecimento de visão embaçada e em túnel. A 5.000 pés, uma redução de 10% da visão noturna pode ser observada. A 10.000 pés, a visão noturna pode diminuir até 28%. Durante o estágio indiferente, o indivíduo, geralmente, não está atento aos seus sintomas e pode não perceber qualquer incapacidade.

Estágio compensatório

Um membro da tripulação ou passageiro sujeito à altitude entre 10.000 e 15.000 pés experimenta todos os mesmos sintomas do estágio indiferente. Existe um aumento mais perceptível nas frequências cardíaca e respiratória, com um aumento da pressão sanguínea sistólica e do débito cardíaco. A visão noturna diminui em 50%. A saturação de oxigênio de uma pessoa não comprometida varia de 80 a 90%. Subjetivamente, um indivíduo pode começar a ter dor de cabeça, fadiga, falta de ar, apreensão, náusea, tontura, desinteresse e momentos de frio e calor. Os sintomas do sistema nervoso central se tornam evidentes após uma exposição de 10 a 15 minutos entre 12.000 a 15.000 pés. Julgamento deficiente, diminuição da eficácia, coordenação prejudicada e aumento da irritabilidade podem ser observados. Apesar da aparente importância e variedade desses sintomas, este estágio de hipóxia pode não ser prontamente identificado.

Estágio de deficiência fisiológica

Quando a saturação de oxigênio está entre 70 e 80%, os mecanismos compensatórios e a resposta fisiológica do indivíduo podem não compensar, por muito tempo, a deficiência de oxigênio. Existem sintomas subjetivos mais pronunciados de falta de ar, dor de cabeça, amnésia, diminuição do nível de consciência, náusea e vômito (especialmente em crianças). Objetivamente, os sentidos diminuem. A acuidade visual está mais prejudicada, pode ocorrer astenia, insensibilidade, formigamento e diminuição da sensação ao toque e a dor. O tempo de reação, a memória recente, a coordenação, a fala e a escrita manual podem estar enormemente prejudicados. Os traços da personalidade podem estar alterados, com evidência de comportamento agressivo, beligerância, euforia, superconfiança e depressão. A cianose pode ser observada, mas não pode ser considerada um indicador clínico proeminente desse estágio de distúrbios, que, geralmente, pode ser observado a uma altitude de 15.000 a 20.000 pés.

Estágio crítico

Representa o estágio mais sério de hipóxia. A uma altitude de 20.000 a 25.000 pés, a saturação de oxigênio cai para entre 60 a 70%. Os sintomas prévios, se não corrigidos, não podem ser ignorados por mais tempo. Achados objetivos podem aumentar e incluir uma incapacidade para permanecer de pé, manter-se sobre os membros, convulsões, inconsciência rápida, coma e morte.

O ambiente de cabine

Na aviação militar de alta performance, a utilização de oxigênio a 100% e sob pressão é a solução utilizada para contornar a questão da hipóxia.

Nas aeronaves comerciais, a solução tecnológica foi o desenvolvimento das cabines pressurizadas. O processo de pressurização é relativamente simples. Uma pequena parcela do ar, capturada pelas turbinas, é, depois de comprimida, injetada para o interior da aeronave, após processo de resfriamento, nos chamados *packs* de ar condicionado. Esse processo determina uma pressão atmosférica no interior da cabine superior ao meio externo, criando um diferencial de pressão através da fuselagem do avião.

Pode-se falar em uma “altitude de cabine”, que é a altitude equivalente à pressão barométrica obtida desta forma. Essa pressão, entretanto, não chega a ser igual à do nível do mar. Como regra geral, procura-se atingir uma altitude de cabine de, no máximo, 8.000 pés, equivalente a 2.400 metros.

Essa altitude representa o melhor compromisso entre a performance do avião, a resistência da fuselagem ao diferencial de pressão e o conforto dos tripulantes e passageiros. Ela corresponde à altitude da Cidade do México e é bastante bem tolerada por indivíduos normais em repouso, que estejam no chamado estágio indiferente, conforme discutido anteriormente.

Entretanto, mesmo este nível de altitude pode representar problema para um indivíduo cardiopata ou pneumopata em condições limítrofes, que, em realidade, já está lançando mão de mecanismos compensatórios em nível do mar.

Pode-se também prever o impacto da perda súbita de pressurização de uma aeronave, seja por problemas mecânicos ou pela perda de integridade da fuselagem, como, por exemplo, aconteceria no rompimento de uma janela. Nesse caso, a tendência à equalização das pressões interna e externa da aeronave determinaria uma rápida queda na pressão atmosférica com conseqüente hipóxia. Nesse contexto, aplica-se o conceito do Tempo de Consciência Útil. Para o piloto, é necessária a imediata utilização de máscaras de oxigênio sob pressão, sob risco de, pela deterioração rápida das funções cognitivas, ameaçar a segurança do voo.

Para os passageiros, são disponibilizadas as máscaras de liberação automática, que provêm oxigênio gerado (e não armazenado) por cerca de 10 minutos, tempo suficiente para que o piloto desça para uma altitude segura em torno dos 10.000 pés. Vale sempre lembrar que, caso o passageiro precise ajudar alguém, como uma criança, por exemplo, deve primeiro ajustar a sua máscara, garantindo oxigênio suficiente para que os níveis de hipóxia não comprometam sua capacidade de ação.

Outra característica importante a assinalar é a umidade do ar de cabine. O ar das grandes altitudes é muito seco. Além disso, em sua passagem pela turbina, o ar é aquecido a altas temperaturas e desidratado ainda mais.

O grau de umidade relativa do ar varia de acordo com o tipo de aeronave, com a duração do voo, com o número de passageiros a bordo e com a posição ao longo da cabine de passageiros, sendo menos baixo próximo aos lavatórios e *galleys* (cozinha de bordo). Tipicamente ele se situa entre 15 a 30% nos grandes vôos intercontinentais.

Embora passíveis de causar desconforto por ressecamento de mucosas, com sintomas, como sede, irritação ocular e nasal, não parece haver desidratação central, não ocorrendo aumento significativo das perdas insensíveis. Estudos realizados na Inglaterra sugerem que a perda adicional não ultrapassa os 150 ml nas 24 horas. Entretanto, a utilização em vôo de medicamentos ou substâncias capazes de aumentar a diurese e a perda hídrica, como os diuréticos e mesmo as bebidas alcoólicas, pode potencializar este efeito.

Passageiros portadores de bronquite podem ter o seu quadro agravado pelo ressecamento de secreções respiratórias, com conseqüente dificuldade de expectoração. O correto aconselhamento no sentido do uso generoso de líquidos é o maior fator de prevenção deste tipo de problemas.

A quase totalidade das grandes aeronaves comerciais modernas utiliza um sistema de recirculação de ar. Esse sistema traz vantagens importantes, contribuindo para uma maior economia de combustível. Além disso, no circuito de recirculação, encontram-se filtros de ar HEPA (*High Efficiency Particulate Air Filter*), os mesmos que são utilizados em centros cirúrgicos e em outros ambientes em que se necessita garantir a esterilidade do ar. Esses filtros são capazes de retirar do ar partículas bastante pequenas, inclusive microorganismos, como vírus e bactérias, contribuindo para os baixíssimos índices de transmissão de doenças a bordo.

Os aviões dotados de sistemas de recirculação garantem também uma melhor umidade relativa do ar. É importante notar que apenas 50% do ar é recirculado e que todo o conteúdo de ar da cabine é renovado a cada 2 a 4 minutos.

É também graças a esses sistemas de recirculação que, praticamente, não existe fluxo de ar no sentido longitudinal das aeronaves, evitando, assim, a contaminação ambiental, em caso de um passageiro ser portador de uma doença de transmissão respiratória.

Cronobiologia

Para o paciente cardiopata bem controlado e não-complicado que vai viajar de avião, as considerações acerca da cronobiologia talvez sejam o aspecto mais importante e, certamente, o mais negligenciado no planejamento de sua viagem.

A velocidade do transporte aéreo é maior que nossa capacidade de adaptação às variações de fusos horários próprias dos grandes deslocamentos transmeridionais. O cruzamento rápido de vários fusos traz conseqüências em dois aspectos essenciais e superponíveis quanto ao seu efeito final: a fisiopatologia da hipertensão arterial e a farmacocinética dos medicamentos empregados em seu tratamento.

Está bem estabelecida a relação entre a cronobiologia e doença cardiovascular. A pressão arterial do indivíduo normal segue um padrão circadiano definido. Os níveis sobem rapidamente após acordar pela manhã, têm seu pico ao final da tarde ou início da noite e, a partir daí, decrescem durante o período do sono. Entre esses períodos de pressão arterial mais baixa e mais elevada no decorrer do dia, pode haver uma variação de até 30 mm Hg nos níveis tensionais.

As grandes complicações da hipertensão arterial, como o acidente vascular encefálico e os episódios coronarianos, inclusive a morte súbita, ocorrem mais

freqüentemente pela manhã, após o despertar, correlacionando-se com a fase de ascensão rápida da curva tensional diária. Acredita-se que essa elevação rápida aumenta a chance de forças de cisalhamento sobre placas ateroscleróticas instáveis promoverem a sua rotura, com as conhecidas conseqüências trombóticas.

Estudos com trabalhadores de período noturno mostram que essa tendência se mantém quanto ao horário do despertar, permitindo concluir-se que o mais importante é o horário funcional do indivíduo e, portanto, o seu “relógio” interno, e não o horário real.

Por outro lado, hoje se busca a utilização de drogas de tomada única diária, como elemento essencial facilitador para aderência ao tratamento farmacológico. Sabe-se, porém, que a magnitude do efeito de diversos fármacos, entre eles vários anti-hipertensivos, pode variar marcadamente, dependendo da hora do dia em que são administrados. Isto ocorre em função da eventual interação com outros ciclos circadianos, como o alimentar - interferindo na absorção - e o da secreção de diversos hormônios, como o cortisol por exemplo, modulando a ação final desses medicamentos.

Os inibidores da enzima conversora de angiotensina (IECAs), largamente utilizados em dose única diária na hipertensão arterial, bem como no tratamento da insuficiência cardíaca, têm marcada variação de efeito ao longo do dia. Entre eles, o perindopril é um exemplo bem estudado. Uma dose matinal de perindopril é capaz de assegurar 24 horas de controle da PA. Porém dose igual fornecida, ao mesmo paciente, só que à noite, produz um controle por apenas 12 a 14 horas. A importância desses fatos faz com que, hoje, existam aqueles que defendem firmemente o desenvolvimento de drogas de liberação variável para que a concentração do fármaco ocorra em paralelo com a variação circadiana dos níveis pressóricos.

Relacionando tais fatos com viagens, pode-se tomar por exemplo um paciente hipertenso controlado com um determinado IECA, que faz uma viagem cruzando 8 fusos horários, como ocorre entre o Brasil e a Índia. Caso seja mantido o horário de tomada do medicamento tendo como referência o horário local, sua concentração estará certamente ocorrendo em momento circadiano da pressão arterial totalmente diverso, expondo esse paciente a um potencial descontrole dos níveis tensionais e às complicações daí decorrentes.

De fato, se este paciente toma às 08:00 da manhã sua medicação, ele deveria tomá-la às 16:00 no horário local da Índia, para que a droga esteja sendo ingerida no mesmo ponto da curva tensional diária. Isto ocorre porque a adaptação para um novo horário requer, a grosso modo, um dia para cada fuso cruzado.

Não é impossível que essas faltas de sincronia farmacodinâmica possam estar atuando como coadjuvantes para o desenvolvimento de complicações cardiovasculares, criando momentos de vulnerabilidade terapêutica em viagens ao exterior e mesmo durante os próprios vôos. Essa impressão é corroborada pela maior freqüência de complicações em vôos de retorno, quando existe a possibilidade de superposição dos aspectos cronofarmacológicos às questões da altitude previamente discutidas.

Do ponto de vista prático, as recomendações se baseiam primordialmente no tempo de permanência no exterior. Para viagens curtas, ou seja, com menos de 48 horas de permanência, a melhor abordagem é manter, tanto quanto possível, o horário de casa

durante toda a viagem nos aspectos de sono, alimentação e, certamente, na tomada de medicação.

Para viagens mais prolongadas, de acima de 48 horas de permanência, deve ser feito um esforço para adaptação rápida, que pode ser conseguido com exposição solar e atividade social. Do ponto de vista posológico, recomenda-se a variação de uma hora a cada dia de permanência, adiantando ou atrasando a tomada da medicação, objetivando-se a equalização gradual do ciclo circadiano da pressão arterial com a curva de eficácia dos medicamentos anti-hipertensivos. O processo inverso deve ser feito quando da volta à cidade de origem.

Impacto das viagens aéreas nas principais patologias cardiovasculares

Todo o passageiro portador de uma condição de saúde que possa, potencialmente, descompensar a bordo deve tomar alguns cuidados básicos:

- ter em mãos relatório médico sucinto de sua condição, bem como informações de contato do médico assistente e do seguro saúde;
- manter sempre consigo, na bagagem de mão, a medicação de uso diário, evitando atrasos posológicos no caso de extravio de bagagem;
- informar-se de condições de saúde pública do local de destino, adotando medidas preventivas quando indicado, como vacinações específicas;
- consultar as páginas da Internet das empresas aéreas escolhidas, para verificação dos recursos disponíveis a bordo e outras informações de saúde;
- fazer contato com os serviços médicos das empresas aéreas em caso de dúvidas.

Os passageiros cardiopatas estarão, potencialmente, afetados por três fatores principais relacionados à fisiologia da altitude e às particularidades dos vôos comerciais: a hipóxia, a aerodilatação e a imobilidade prolongada em posição sentada.

A hipóxia pode ser fator de descompensação em casos limítrofes, agravando as condições clínicas preexistentes.

A aerodilatação pode, pela expansão dos gases abdominais, determinar, nos casos mais importantes, uma restrição de mobilidade diafragmática, contribuindo adicionalmente para a hipóxia.

A imobilidade prolongada é certamente um fator de risco para o desenvolvimento de trombose venosa profunda.

A grande maioria das grandes empresas aéreas é capaz de prover oxigênio medicinal para o passageiro, embora, como regra, esses sejam serviços taxados. Por questões de segurança, com raras exceções, não é possível a utilização de equipamentos próprios dos pacientes, uma vez que os cilindros de oxigênio necessitam ser homologados para uso aeronáutico.

Em boa parte das situações, pode ser feita uma avaliação individual que leve em conta o tempo de vôo, as condições clínicas e a disponibilidade de recursos.

Poucas são as contra-indicações cardiovasculares para o vôo:

- infarto miocárdico não-complicado em prazo menor do que 2 semanas;
- infarto miocárdico complicado em prazo menor que 6 semanas;
- angina instável;
- insuficiência cardíaca congestiva;
- hipertensão grave descontrolada;
- cirurgia cardíaca em prazo menor que 10 a 14 dias;
- acidente vascular encefálico em prazo menor que 2 semanas;
- taquiarritmias supraventriculares ou ventriculares sem controle;
- síndrome de Eisenmenger;
- doença orovalvar sintomática

Angina Estável

Apesar da hipóxia relativa dos vôos, a grande maioria dos pacientes portadores de angina estável tem ótimo prognóstico para viagens aéreas.

O cardiologista deve alertar seu paciente das grandes distâncias percorridas em aeroportos, freqüentemente, carregando bagagens ou empurrando carrinhos, num nível de esforço físico maior do que o habitual. Essa combinação de fatores adversos pode induzir isquemia em pacientes previamente estáveis.

Angina Instável

A angina instável em todas as suas modalidades é uma contra-indicação consensual para o vôo em aeronave comercial. A superimposição da hipóxia é o fator limitante nesses casos.

Infarto Agudo do Miocárdio

Os casos de infarto agudo do miocárdio não-complicado, com menos de 14 dias de evolução, não devem utilizar o transporte aéreo.

Algumas empresas aéreas admitem passageiros com prazo menor, após análise individual, em que aspectos específicos são levados em consideração. Tipicamente, são casos não-complicados e estratificados como de baixo risco. A duração do vôo, a possibilidade de fornecimento de oxigênio terapêutico e, portanto, o tempo de exposição à hipóxia, pesam também na tomada de decisão.

Entretanto, a demonstração de ausência de arritmias e de isquemia residual são elementos mais importantes do que qualquer parâmetro meramente temporal.

O prognóstico para viagem em pacientes com infartos antigos relaciona-se à estabilidade do quadro isquêmico e da função ventricular esquerda.

Insuficiência Cardíaca Congestiva

A insuficiência cardíaca descompensada é uma contra-indicação formal ao voo.

Pacientes estáveis em uso de medicação podem viajar, sobretudo quando apresentam PaO₂ acima de 70 mm Hg.

Freqüentemente, estará recomendado o uso de oxigênio medicinal durante o voo, o que deve ser previsto por ocasião da reserva do voo em prazo hábil.

Cirurgia de Revascularização Miocárdica

A cirurgia de revascularização, bem como outras formas de cirurgias cardíacas não-complicadas não representam risco maior para o paciente, após 10 a 14 dias do evento.

A principal preocupação é a possibilidade de pneumotórax residual, que, com a baixa pressão atmosférica, pode se expandir e tornar-se hipertensivo.

Uma avaliação clínica cuidadosa, além dos exames complementares habituais realizados antes da viagem, é capaz de excluir complicações que poderiam afetar o prognóstico nesses casos.

Angioplastia Percutânea

O voo não traz nenhum impacto específico para os passageiros que realizam procedimentos percutâneos não-complicados. Os pacientes, após alta hospitalar, desde que compensados clinicamente, não apresentam intercorrências pelo simples fato de voarem.

Valvopatias

Pacientes descompensados, com evidência de insuficiência ventricular esquerda, não devem viajar de avião. Casos limítrofes podem requerer oxigênio medicinal.

Hipertensão Arterial

Não existe nenhuma recomendação específica para o paciente hipertenso com níveis tensionais controlados. A preocupação maior deve ser com os aspectos de variação posológica, em função do deslocamento através de vários fusos horários, conforme discutido no capítulo de cronobiologia.

Marca-passos e Cardioversores Desfibriladores Implantáveis

Em geral, não há contra-indicação para portadores de marca-passos ou desfibriladores implantáveis. As chances de interferência eletromagnética são desprezíveis em vôos comerciais.

Trombose Venosa Profunda

A associação de trombose venosa profunda (TVP) e voo está sendo, atualmente, investigada, em um grande grupo de estudos, conhecido como WRIGHT (*World Health Organization Research Into Global Hazards of Travel*). Mesmo enquanto os resultados desses estudos não estão disponíveis, alguns dados são tidos como consensuais.

A TVP pode ocorrer em passageiros de todas as classes de viagem, bem como de outros meios de transporte que não o aéreo. Dessa forma, os estudiosos recomendam o abandono de termos, como “síndrome da classe econômica”, de conotação errônea e enganosa, sendo preferível a nomenclatura de trombose do viajante.

A maioria das vítimas de TVP associada ao vôo apresenta fatores de risco predisponentes, entre eles:

- distúrbios da coagulação sanguínea (trombofilias);
- doença cardiovascular;
- diagnóstico de doença maligna subjacente;
- cirurgia recente de grande porte;
- trauma recente de membros inferiores ou de abdome;
- história pessoal ou familiar de TVP;
- gravidez;
- uso de terapia de reposição hormonal, incluindo anticoncepcionais orais;
- idade superior a 40 anos;
- imobilização prolongada.

Questiona-se ainda o papel do tabagismo, obesidade e varizes de membros inferiores.

As medidas de prevenção devem ser individualizadas, em função do conhecimento dos fatores de risco presentes.

Medidas gerais incluem a recomendação de fazer exercícios de mobilização dos membros inferiores, mesmo em posição sentada. Movimentos simples, como de flexão, dorso-flexão e rotação dos pés, podem massagear eficazmente as panturrilhas, melhorando o fluxo venoso em membros inferiores.

Caminhar ao longo da aeronave é outra medida indicada, lembrando apenas que nem sempre isso é possível em função do número de passageiros a bordo e da possibilidade de ocorrência de turbulências.

RECURSOS MÉDICOS A BORDO

A ocorrência de uma emergência médica a bordo de um vôo comercial é sempre um episódio indesejável, levando à apreensão dos tripulantes e dos demais passageiros. Por vezes, é necessário que o Comandante do vôo, responsável legal pela segurança das operações, decida-se por um pouso de emergência para que um passageiro possa ser adequadamente atendido.

O custo de um pouso não programado é alto, em função, sobretudo, de taxas aeroportuárias e abastecimento de combustível. Além disso, nem sempre é possível executá-lo, devido a uma série de condições, como adequação da pista para a aeronave envolvida, problemas meteorológicas e de tráfego aéreo, que podem impedir que um pouso

possa ser realizado no curto espaço de tempo requerido para o atendimento de condições que ameaçam a vida.

Por essas razões, os aviões comerciais são obrigados pelo Ministério da Saúde, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, bem como pelo Ministério da Aeronáutica, através de seu Departamento de Aviação Civil, a carregarem conjuntos médicos de emergência (CME).

O conteúdo desses conjuntos é previsto em portarias e resoluções e foi recentemente modificado em nosso país, seguindo tendência mundial, no sentido de incorporar recursos mais avançados.

De toda a forma, o avião não é um ambiente hospitalar. Os recursos devem atender aos protocolos de Suporte Básico de Vida, ou, no máximo, permitirem cuidados intermediários em cardiologia. Vale lembrar que, embora na maioria dos vôos possa ser encontrado um médico entre os passageiros, esta não é a melhor abordagem. Nem sempre os médicos estão preparados tecnicamente para atender emergências fora do ambiente hospitalar ou tiveram algum treinamento em emergência. Os comissários de bordo, único recurso humano que está sempre presente nos vôos, são os elementos-chave nesse processo e tem treinamento apenas básico.

O CME tem por finalidade oferecer recursos a médicos voluntários que possam estar, eventualmente, a bordo, auxiliando e sendo auxiliados pelos comissários nos casos de emergências. Eles não se destinam ao transporte de passageiros sabidamente enfermos, que necessitam de transporte aeromédico.

Os aviões comerciais carregam cilindros de oxigênio medicinal para uso emergencial. Esses equipamentos são, especificamente, homologados para uso aeronáutico e têm limitações importantes em relação aos cilindros de uso rotineiro hospitalar. Habitualmente, não existe fluxômetro nem a possibilidade de se usar umidificador. O modelo mais utilizado dispõe de 2 saídas, uma para fluxo de 2 l/min e outra para 4 l/min.

Recentemente, com o surgimento de desfibriladores externos automáticos (DEAs), esses equipamentos foram incorporados aos Conjuntos Médicos, na assunção de que, na ausência deles, não haveria chance de ressuscitação de um passageiro vítima de fibrilação ventricular.

Os DEAs passaram a ser requerimento obrigatório nos Estados Unidos da América para vôos comerciais em aeronaves com capacidade maior ou igual a 30 passageiros.

As grandes empresas aéreas internacionais têm adotado cada vez mais soluções de orientação médica remota. Centros especializados, usualmente ligados a hospitais de emergência, podem ser acessados através dos equipamentos de comunicação das aeronaves: telefonia por satélite ou rádios HF ou VHF

Algumas companhias incorporaram também equipamentos de monitorização clínica múltipla digital, permitindo o envio de sinais biológicos, como pressão arterial, temperatura, oximetria e mesmo eletrocardiogramas, diretamente do avião em vôo para esses Centros de Orientação Médica. Dessa forma, é possível a confirmação ou exclusão de alguns diagnósticos de condições ameaçadoras da vida, como infartos e arritmias.

Com o desenvolvimento de aeronaves de alta capacidade de passageiros, que dispõem de menos alternativas de aeroportos para efetuarem um pouso não-programado, vem aumentando o interesse em soluções de telemedicina, que incorporam vários dos elementos descritos: sistemas de monitorização médica, centros de orientação remota e comissários de bordo com treinamento focado para cuidados intermediários.

TRANSPORTE AEROMÉDICO

O transporte aeromédico é uma das mais significativas aquisições da aviação. De origem militar, para soldados feridos em combate, teve sempre nas guerras períodos marcantes de impulso tecnológico. Tudo o que foi aprendido nos campos de guerra foi transposto para a medicina civil, permitindo a utilização cada vez maior deste recurso.

Em um país como o Brasil, as chamadas UTIs aéreas têm importância capital, permitindo o deslocamento de pacientes de regiões de baixos recursos médicos, ou de áreas remotas, para grandes centros de referência.

O transporte aeromédico pode utilizar diferentes tipos de aeronaves:

- asa fixa;
- turbo propulsão;
- jato;
- asa rotativa;
- simples;
- gêmeos.

Habitualmente, essas aeronaves dispõem de uma maca autônoma, leito móvel de suporte de vida avançado, adaptável a qualquer tipo de transporte, acompanhando o paciente desde a origem até seu destino, sem desconexões desnecessárias.

Os critérios logísticos de escolha do meio de transporte aéreo mais eficaz para o caso atenderão as particularidades do atendimento, levando em conta:

- alcance;
- comunicação no transporte;
- condições meteorológicas;
- custo;
- disponibilidade da ambulância;
- equipamentos e materiais;
- espaço da cabina;
- exigências de treinamento de pessoal;
- exigências especiais para o transporte;
- resposta a desastres;

- segurança no transporte;
- tempo de resposta;
- triagem clínica do caso (observando a patologia, a evolução clínica e o custo-benefício do transporte em cada atendimento).

As exigências mínimas para a escolha das tripulações são:

- agilidade física;
- capacidade de suportar a fadiga;
- competência técnica;
- condições físicas gerais;
- curso básico de transporte aeromédico;
- curso básico de sobrevivência
- curso de manobras de suporte avançado à vida;
- curso e exercício simulado de emergência anual;
- dedicação;
- entusiasmo;
- exigências antropométricas;
- experiência em boa comunicação;
- experiência profissional;
- facilidade para ensinar;
- flexibilidade;
- liderança;
- motivação;
- operacionalidade e sistematização;
- resposta satisfatória ao estresse;
- tato e sensibilidade.

O sucesso do transporte aeromédico dependerá da tripulação envolvida, devendo a mesma estar devidamente treinada e manter coordenação de cabine.

Coordenação de cabine (*Crew Coordination*)

É de extrema importância que a tripulação esteja em sintonia, falando a mesma linguagem, exercendo funções participativas a bordo, a fim de haver um consenso nas situações rotineiras e/ou emergenciais. Essa sintonia recebe o nome de coordenação de cabine (*crew coordination*).

A coordenação de cabine baseia-se em:

- buscar atualização continuada, visando à posterior orientação da tripulação;
- colocar e retirar luvas, com técnica asséptica;
- conhecer e executar limpeza e desinfecção, conforme protocolos vigentes na empresa;
- dar informações básicas aos acompanhantes quanto à aeronave, saídas de emergência, distúrbios fisiológicos durante o voo, áreas de circulação e áreas restritas;

- distribuir, balanceadamente, toda a carga a bordo das aeronaves, alertando a tripulação para alterações em vôo ou em solo, dependendo da patologia do paciente em cada vôo;
- evitar destratar-se em público sobre erros ocorridos a bordo;
- executar, com habilidade, a manipulação de material de emergência, incluindo extintores, transmissores de emergência (ELTS) e demais equipamentos disponíveis para essas situações;
- executar, com habilidade, equipamentos de comunicação e intercomunicação;
- executar embarque e desembarque de pacientes com rotores girando ou motores em funcionamento;
- fixar e retirar os itens aeromédicos, conforme homologação autorizada;
- informar a gravidade da patologia do aerotransportado ou agravamento na evolução do quadro durante o transporte aeromédico, para que os casos especiais sejam tratados com a devida atenção;
- informar o uso de aparelhos e equipamentos a bordo, tais como cardioversores (no caso de parada cardíaca), computadores ou celular; para evitar interferências no sistema de navegação aérea;
- manipular, com técnica asséptica, material esterilizado;
- manipular *kit* e material aeromédico com técnica asséptica;
- manipular os itens do *kit* e material aeromédico, efetuando, inclusive, a montagem e desmontagem de todos os seus itens ;
- observar com rigor todos os protocolos de assistência aeromédica e protocolos da ccib da empresa;
- observar os procedimentos técnicos de cada profissão, para que não haja interferências indevidas a bordo, principalmente evitando comunicações desnecessárias com o piloto aeromédico durante pousos, decolagens e subidas;
- respeitar, conscientemente, a função de cada elemento da tripulação, executando as suas funções com segurança, competência técnica, clareza, habilidade e qualidade;
- se houver necessidade de improvisar alguma técnica médica não prevista, fazer sempre com consciência e em consenso, pois haverá envolvimento de toda a tripulação em caso de dano posterior;
- realizar simulações periódicas de emergência médica a bordo e no solo;
- tratar os incidentes críticos em reuniões de *briefing*;
- treinar em conjunto, periodicamente, em ambiente hospitalar, previamente autorizado;
- treinar em conjunto, continuamente, na empresa;

- treinar em conjunto, continuamente, nos aeródromos (ESEAC) para emergência aeroportuária;
- usar a desmobilização somente em último caso, e quando precisar, aplicar muito tato, segurança e técnica

TRANSPORTE PEDIÁTICO

Avaliação e estabilização antes do transporte

A necessidade de uma avaliação minuciosa, assim como a estabilização do paciente são, certamente, prioridades a serem tomadas pela equipe de remoção, que deve estar familiarizada com os principais distúrbios respiratórios, cardiovasculares, metabólicos e neurológicos que podem atuar como fatores negativos durante o transporte.

A responsabilidade do aerotransporte será dividida entre o grupo que solicitou a transferência do doente, informando seu estado clínico e resultados dos exames, e a equipe de remoção, que deve avaliar e decidir, embasada nos conhecimentos prévios de fisiologia de altitude, que a equipe solicitante não tem obrigatoriedade de conhecer, se o paciente está em condições físicas para o transporte.

A criança com instabilidade hemodinâmica

A manipulação da criança hemodinamicamente instável começa com a reposição volêmica. Se apresentar uma resposta inadequada ou ainda manifestações do tipo insuficiência cardíaca ou edema pulmonar, inicia-se uma terapia inotrópica. Deve se ter em mãos todos os artifícios disponíveis para as possíveis emergências que poderão ocorrer, bomba de infusão, cardioversor, oxigênio, material de intubação e outros.

Contenção do paciente e controle da temperatura

As crianças, de uma maneira geral, necessitam de contenção, para que seus drenos ou acessos venosos não sejam perdidos ou mesmo extubados. Essa contenção poderá ser mecânica ou farmacológica. A mecânica compreende amarras nos punhos e tórax, por meio de fitas adesivas ou faixas tipo crepe, ou ainda enfaixe para contenção corporal (charuto). A farmacológica se dá por sedação, que pode ser curta e superficial. Se o caso não for para contenção, deve-se optar pela colocação de luvas para evitar a retirada de drenos, cateteres e etc.

As crianças pequenas, assim como os lactentes, por terem uma relação elevada entre a superfície corpórea e massa muscular, apresentam uma maior facilidade em desenvolver hipotermia. Como se sabe, além de tal fator influenciar nas medidas empregadas na estabilização, pode também levar à morte. Portanto o uso de incubadoras é de importância fundamental. Nas maiores, o aquecimento pode ser feito por meio de cobertores.

Reanimação cardiopulmonar em neonatos

Em estudo comparativo sobre reanimação cardiopulmonar em neonatos, realizado pela *American Academy of Pediatrics*, foi observado que, aproximadamente, 6% dos nascidos vivos necessitaram de algum tipo de reanimação, o que aumentou de forma inversamente proporcional ao peso. Os procedimentos incluíram intubação, ventilação por

pressão positiva, massagem cardíaca externa, administração de adrenalina. Sendo procedimentos previstos, preconiza-se uma bolsa especificamente infantil que seja checada antes de cada remoção, na qual todos os materiais que são usados durante a parada cardiopulmonar estão juntos, com um compartimento reservado para as medicações injetáveis de emergência. Durante o transporte, é o diagnóstico que determina qual a posição que o paciente deverá ser colocado na aeronave. Em presença de doenças congestivas, do tipo insuficiência cardíaca, edema de pulmão, não é aconselhável transportar o paciente com a cabeça voltada para a cauda da aeronave, pois, devido à aceleração de deslocamento, há um agravamento do quadro clínico.

Tratamento do choque

O choque pode ser considerado como o segundo fator mais comum de morte em crianças, depois da insuficiência respiratória. Portanto, o reconhecimento precoce e a instalação de uma terapia correta são medidas fundamentais para se evitar uma evolução fatal ou com seqüelas. A estabilização do paciente em choque durante o transporte traz uma dificuldade pela alteração do meio a que este paciente está submetido.

É importante saber que, em pediatria, a hipotensão arterial pode ser um sinal tardio de choque e que a frequência cardíaca altera conforme a idade do paciente; assim, por exemplo, neonatos apresentam frequência cardíaca de 180 a 200 bpm, que é considerada normal. A vasoconstrição, palidez, extremidades frias, pele rendilhada, pulso filiforme, alteração do padrão respiratório são também sinais importantes que estão associados ao choque.

O tratamento inicial deve ser dentro de um hospital, pois, por pior que possa ser, certamente será melhor que qualquer aeronave ou ambulância, ainda que mais equipada. O médico jamais deverá esquecer que, durante os procedimentos iniciais, a metade do tratamento se resume ao suporte ventilatório para uma oxigenação celular adequada, através de uma FIO₂ a 100%. Para manter um débito cardíaco ideal e manutenção de órgãos vitais, a circulação é o segundo fator de importância para o controle do choque.

A equipe de remoção poderá apresentar dificuldade em obter um acesso venoso, não devendo esquecer que poderá ter como opção a punção intra-óssea, em que fará as expansões capilares, assim como a administração de medicações, suspendendo-a assim que obtiver um acesso venoso.

Pacientes neurologicamente comprometidos

Uma equipe treinada em transporte, durante o manuseio do paciente com lesão neuronal, terá como preocupação principal evitar complicações secundárias à hipóxia, isquemia ou, mesmo, hipertensão intracraniana, isto porque o não reconhecimento desses fatores implicará em danos ou seqüelas que poderão ser irreversíveis. O quadro 6 mostra as causas mais comuns de instabilidade neurológica.

QUADRO 6: Causas de instabilidade neurológica em crianças

Causas comuns de instabilidade neurológica em crianças	
<i>Traumatismo</i> -	cérebro, medula espinhal
<i>Infecção</i> -	meningite, encefalite, abscesso
<i>Hipóxia/Isquemia</i> -	obstrução de vias aéreas
<i>Metabólicas</i> -	hipoglicemia, hipocalcemia e hipo e hipernatremia
<i>Intoxicação</i> -	sedativos, estimulantes, metais pesados.
<i>Estado de mal convulsivo</i>	
<i>Acidente vascular</i> -	hemorragia, hipertensão.
<i>Tumores e hidrocefalia</i>	

Estabilização Neurológica

O edema cerebral e a hipertensão intracraniana são pontos importantes do paciente neurológico. Sabe-se que o seu tratamento profilático é mais eficaz, portanto o paciente deverá ser intubado e ventilado de forma que mantenha uma PaCO₂ em torno de 25 a 30 mmHg. As hiperventilações estão contra indicadas, pois aumentarão a PaO₂ e diminuirão a PaCO₂, induzindo a uma vasoconstrição cerebral, que poderá levar a uma isquemia cerebral.

Em casos de aumento da pressão intracraniana por edema cerebral, o uso de diuréticos osmóticos, tipo manitol (0,5g/kg), é muito eficaz, principalmente quando associados à ventilação, nunca devendo o profissional do transporte esquecer que crianças têm uma facilidade muito grande de desidratar. Crianças com cetoacidose diabética têm uma possibilidade muito maior de desenvolver edema cerebral, por isto a hidratação da fase rápida, quando necessária, deverá ser feita com o mínimo de volume possível, com doses de 5 a 10 mL/kg/hora, e a manutenção com 1.500 mL/m²/dia.

Pacientes em cetoacidose diabética

A cetoacidose diabética (CAD) tem como características a hiperglicemia (superior a 300 mg/dL), cetonemia (superior a 3mmol) e a acidose metabólica. Existem situações em que o transporte do paciente com CAD para centros especiais deverá ser feito com a máxima urgência possível, pela elevada mortalidade e possibilidades de complicações, como choque circulatório; edema cerebral; acidose grave (Ph <7,1); baixa idade (< 2 a); disritmias cardíacas; coma;insuficiência respiratória.

Estando controladas as funções respiratórias e ventilatórias, deverá ser feita a avaliação da parte circulatória. O choque hipovolêmico é muito comum nesses pacientes, portanto está indicada uma reposição volêmica rápida, com volume de 10 a 20 mL/kg, preferencialmente de solução fisiológica, se não estiverem comprovados os valores normais do potássio sérico, pois a solução Ringer contém 4mEq/L deste íon, podendo levar a uma hiperpotassemia.

Disritmias cardíacas

Disritmias cardíacas são, muito freqüentemente, encontradas na cetoacidose diabética, devido à instabilidade cardíaca frente à alteração do potássio. As alterações

eletrocardiográficas encontradas pela hipercalemia são elevação da onda T na segunda derivação (DII), seguida de ausência de onda P, prolongamento de P-R, alargamento de QRS além de poder ocorrer fibrilação ventricular e assistolia. Como tratamento, o uso de cálcio intravenoso, na dose de 20 a 50 mg/kg, de forma lenta, restabelecendo resposta miocárdica. O uso do bicarbonato de sódio 1mEq/kg retira o potássio da circulação para o interior da célula. As alterações encontradas devido à hipocalemia são o achatamento da onda T, depressão do seguimento ST e a presença de onda U, que podem levar a arritmias atriais ou ventriculares. O tratamento é a administração de potássio intravenoso na dose de 0,3 a 0,5 mEq/kg/h, nunca esquecendo uma adequada monitorização.

Edema cerebral

Tanto o edema como a provável formação de uma hérnia cerebral, certamente, podem ser considerados potencialmente fatais em crianças com cetoacidose diabética. Tais complicações surgem de maneira imprevisível, durante as primeiras horas de instituição do tratamento, mesmo quando os pacientes apresentam melhora clínico-laboratorial. Como terapia imediata, deve-se fazer uma restrição hídrica, hiperventilação para manter a PaCO₂ na faixa entre 20 a 30 mmHg e administração de diurético osmótico, como o manitol, na dose de 0,25-1,0 g/Kg IV.

Pacientes politraumatizados

Manuseio e estabilização

O tratamento definitivo deverá ser feito em um centro preparado para receber o politraumatizado, mas o retardo no transporte desse tipo de patologia, segundo a literatura, tem mostrado efeitos adversos sobre o prognóstico. São imprescindíveis manuseio e estabilização adequados, pois, assim como no adulto, uma abordagem organizada e sistemática significa um melhor prognóstico.

Um exame físico minucioso deve ser feito pela equipe de remoção, estabilizando as lesões e evitando suas complicações. Segundo protocolo do *ATLS (Advanced Trauma Life Support)*, durante o manuseio, deve-se obedecer a uma seqüência de A B C D E : abertura das vias aéreas, respiração, circulação com controle das hemorragias, avaliação neurológica e exposição do corpo..

A estabilização do doente para o transporte deverá seguir também uma seqüência semelhante ao do manuseio, ou seja, respiração, circulação e avaliação neurológica, consecutivamente.

É importante salientar que o paciente com trauma de face poderá não tolerar uma intubação orotraqueal ou nasotraqueal, devendo ser opção, para via de acesso, a cricotomia ou a traqueostomia. Uma peculiaridade importante deve ser lembrada para as cânulas de intubação, que são os *cuffs* ou balões. Esses, durante o transporte aeromédico, devem ser preenchidos, não por ar, como é o costume, e, sim, por água, que não sofrerá alteração do seu volume frente à diminuição da pressão (*Lei de Boyle-Mariote*).

Quanto à circulação, a equipe deverá observar a perda da volemia e suas alterações (quadro 7). Poderá, se necessário, requerer ao médico do hospital de origem uma dosagem de hemoglobina e de hematócrito, e, conseqüentemente, uma transfusão de sangue ou

concentrado de hemácias (10 ml/kg). A importância de valores ideais de hemoglobina (Hb) prende-se ao fato de que, com valores inferiores a 9 g/dl, há o risco de uma hipóxia de altitude por uma troca inadequada na membrana alvéolo-capilar, associada a uma hipóxia hiperêmica, devido a uma redução da capacidade carreadora de O₂ pela hemoglobina.

Quadro 7 : Respostas do organismo frente à perda de sangue

<i>Local</i>	Perda <25% do volume sanguíneo	Perda >de 25% do volume sanguíneo (pré-hipotensão)	Perda <de 40% do volume sanguíneo (hipotensão)
Cardíacas	Pulso fraco, filiforme, aumento da frequência cardíaca	Teste de inclinação +diminuição da frequência cardíaca	Hipotensão fraca, taquicardia,bradicardia
SNC	Letargia, irritabilidade, confusão, agressividade	Alteração do nível de consciência, diminuição da dor	Comatoso
Pele	Fria e pegajosa	Cianose, palidez	Fria
Rins	Diminuição do débito urinário, aumento do peso específico	Aumento da uréia nitrogenada	Nenhuma excreção urinária

(Fonte: ATLS)

Traumatismos localizados

Sistema nervoso central

Estatisticamente, é o trauma mais freqüente em pediatria, responsável por um grande número de morte ou seqüelas. Devido às lesões que, geralmente, são difusas em crianças, deve a equipe de remoção observar os sinais de hipertensão intracraniana. O tratamento deverá ser direcionado na contenção dessa formação, através de intubação, ventilação e o uso de diuréticos osmóticos. Durante o transporte, a equipe deve estar atenta às possíveis alterações dos aparelhos respiratório e circulatório, que são as causas comuns de lesões irreversíveis. Deverá observar que algumas patologias neurológicas, tipo hipertensão intracraniana, acidente vascular cerebral hemorrágico, poderão ter complicações indesejáveis pela forma com que o paciente é posicionado na aeronave. Os pacientes não poderão ser transportados com suas cabeças voltadas para a cauda da aeronave, porque a aceleração do deslocamento levará a um aumento da pressão intracraniana, aumentando as chances das complicações. No trauma raquimedular, a equipe deverá ter uma atenção especial na imobilização, estando atenta aos sinais, como sensibilidade, parestesias, torpor, paralisias. Em crianças menores, ou seja, naquelas que ainda não se comunicam, a observação, certamente, deverá ser dobrada.

Tórax

Por terem as crianças uma caixa torácica mais cartilaginosa e, portanto, mais complacente, os traumas podem, muitas vezes, passar despercebidos. Deve-se ter sempre um raio-X do tórax nesses casos, pois a formação do pneumotórax, que é muito provável, se tornará potencialmente letal no meio aéreo devido à expansão gasosa (*Lei de Boyle-Mariote*) . O hemotórax deverá ser avaliado. Havendo a possibilidade de ocorrer uma instabilidade ventilatória e/ou hemodinâmica, deverá ser drenado, assim como no pneumotórax, evitando-se contratempos desnecessários durante o transporte.

Abdômen

Apesar das lesões abdominais serem, na sua grande maioria, sem seqüelas, deverá sempre ser observada a existência de uma lesão mais interna que necessite de uma intervenção do cirurgião pediátrico. É freqüente encontrar crianças que estão estáveis e bem fisicamente em um primeiro momento e depois apresentam uma descompensação, devendo ser submetidas a cirurgias de urgência, por uma lesão hepática ou esplênica. A equipe não deverá remover um paciente em pós-operatório de cirurgia abdominal que esteja em íleo paralítico, pois devido à Lei de Boyle-Mariotte, poderá ocorrer deiscência dos pontos, agravando o seu estado.

Pélvis

Mesmo sendo traumas limitados, é muito comum encontrá-los. Os mais freqüentes são fraturas e hemorragias e, em meninos, os traumas de uretra. Durante o atendimento inicial, uma avaliação de períneo, reto e genitais e o aspecto da urina são, muitas vezes, conclusivos.

Extremidades

Os ossos longos, quando fraturados, produzem um sangramento que acaba se infiltrando na musculatura, provocando uma perda de volume de sangue, que pode ser significativa. Deve a equipe de remoção fazer uma imobilização adequada dessas fraturas, impedindo um tipo freqüente de complicação, as lesões neurovasculares. O desconforto respiratório não deve ser negligenciado, pois a formação de uma embolia gordurosa trará complicações indesejáveis ao doente.

Queimaduras

A abordagem inicial de uma criança com queimadura (quadro 8) não deve ser diferente de qualquer outro tipo trauma, isto é, deverão ser sempre priorizadas as vias aéreas e uma adequada ventilação. Os pacientes que sofreram queimaduras de face apresentam uma maior facilidade de terem obstrução das vias aéreas. Uma segunda prioridade nesta criança é a reposição volêmica, pois sua área corpórea (AC), como é maior que a de um adulto (razão superfície corporal e a massa corporal), exige uma reposição volêmica maior por quilograma de peso.

Atualmente, a fórmula mais usada para esta reposição volêmica é a Fórmula de Carvajal:

- Fase rápida com 20 a 30 mL/kg de SF 0.9% ou Ringer Lactato
- 1ª s 24 horas $5000 \text{ mL} \times \text{AC} = \text{Reposição}$ $2000 \text{ mL} \times \text{AC} = \text{Manutenção} < >$
- 24 a 48 horas $3750 \text{ mL} \times \text{AC} = \text{Reposição}$ $1500 \text{ mL} \times \text{AC} = \text{Manutenção} < >$
- após 48 horas Manutenção mais as Perdas

As soluções colóides deverão ser usadas somente após as primeiras 24 horas, seja plasma ou albumina, pois, como se sabe, é o período em que se inicia a perda dessas proteínas. Deve ser considerada como uma boa diurese 0,5 a 1,0 mL/kg/hora. Momentos antes do transporte, o médico da equipe deverá observar se todas as lesões estão devidamente protegidas para evitar o ressecamento e iniciar a sedação e/ou analgesia, para

que a criança, que já esta comprometida psicologicamente, não sofra um estresse a mais com a dor.

Quadro 8 - Queimaduras pediátricas

Área	0-1	1-4	5-9	10-14	15	adulto
Cabeça	19	17	13	11	09	07
Pescoço	02	02	02	02	02	02
Tronco Ant.	13	13	13	13	13	13
Tronco Post .	13	13	13	13	13	13
Nádega D	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½
Nádega E	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½
Genitália	01	01	01	01	01	01
Braço D	04	04	01	01	04	04
Braço E	04	04	04	04	04	04
Antebraço D	03	03	03	03	03	03
Antebraço E	03	03	03	03	03	03
Mão D	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½
Mão E	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½	2 ½
Coxa D	5 ½	6 ½	08	8 ½	09	9 ½
Coxa E	5 ½	6 ½	08	8 ½	09	9 ½
Perna D	05	05	5 ½	06	6 ½	07
Perna E	05	05	5 ½	06	6 ½	07
Pé D	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½
Pé E	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½

Fonte: *Pediatric Advanced Life Support (PALS)*

Sedação no transporte pediátrico

A maior razão de transferências de crianças para centros especializados são problemas cardíacos e respiratórios, comprovados estatisticamente. O manuseio inadequado aumentará a morbidade e mortalidade desse paciente que, muitas vezes, são recém nascidos.

A ansiedade, o medo e a agitação são causas frequentes que contribuem para a resposta do organismo frente ao estresse, que pode ser dividido em físico (ambiente, procedimentos médicos) e psicológico (depressão e insegurança). O uso de drogas hipnóticas facilita a intubação, tanto para o médico, evitando as iatrogenias, como para o

conforto do paciente. A droga de escolha vai depender da experiência de quem estará fazendo a sedação e das condições do momento.

Barbitúrico

Ainda continua sendo a droga mais usada para sedar um paciente, talvez pelo seu rápido efeito e recuperação. Por facilitar a diminuição do fluxo sanguíneo cerebral, reduz também a pressão intracraniana, o que é importante para pacientes com traumatismo cranianos. A contra indicação para seu uso é, no caso de hipovolemia, provocar a vasodilatação. A dose usada dos barbitúricos (pentotal) é de 2,0 a 6,0 mg/kg.

Benzodiazepínicos

É comum o uso dessas drogas em casos pediátricos, porque, com doses muito baixas, se consegue obter uma boa sedação. Dentro eles, o midazolam vem, atualmente, sendo mais empregado, pois tem uma solubilidade maior e, com doses pequenas, se alcançam os mesmos resultados. A dose usada dos benzodiazepínicos (midazolam) é 0,15 a 0,40 mg/kg

Narcóticos

Têm a característica de, além de induzirem a sedação, provocarem a analgesia do paciente. Têm efeito rápido e um tempo de ação muito curto, produzindo uma depressão cardiovascular menos significativa que a dos barbitúricos e benzodiazepínicos. A dose usada de fentanil é 1,0 a 5,0 mcg/Kg.

Etomidato

É um composto carboxilado, contendo imidazol, que não tem nenhuma relação com outra droga usada para intubação. Não provoca depressão cardiovascular, porém apresenta alguns efeitos colaterais, como dor local, náuseas e vômitos. A dose do etomidato é 0,2 a 0,4 mg/Kg.

Reversão da sedação

Para a reversão do quadro de sedação, pode ser usado o naloxona e o flumazenil, que são reversores de sedação por opióides e benzodiazepínicos, respectivamente. A dose para a naloxona é de 10 mcg/Kg, aumentando até 100 mcg/Kg. A de flumazenil é de 2,0 a 4,0 mcg/Kg por 15 a 30 seg, podendo ser repetida, se necessário

Bibliografia

De Hart. Fundamentals of Aviation Medicine

FAA – Aviation Physiology

Handbook for Civil Aviation Medical Examiners. Transport Canada. Safety and Security.

Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica