

## ORIENTAÇÕES SÔBRE A UMIDIFICAÇÃO EM ANESTESIA E PÓS-OPERATÓRIO (\*)

DR. A. ARIAS (\*\*)

*A administração de gases praticamente secos, como na respiração de ar com umidade relativa baixa, principalmente em pacientes submetidos a traqueostomia ou com tubos traqueais, afetam a fisiologia respiratória facilitando a concreção de secreções brônquicas, atelectasia, infecção pulmonar com alterações do quociente ventilação/perfusão, além de manter a persistência de desequilíbrios hídricos.*

*Durante a anestesia a tendência atual de perfundir quantidades elevadas de soluções balanceadas isotônicas, cobre as perdas aquosas, enquanto que as traqueobronquites desencadeadas pela aplicação direta de gases sobre a mucosa é complicação difícil de aparecer, salvo por condições prévias tais como desidratação, ressecamento excessivo prévio de mucosas, etc. O mesmo entretanto, não acontece aos pacientes que necessitam de oxigênio terapia prolongada ou que se encontram na Unidade de Terapia Intensiva. Algumas técnicas de oxigenioterapia impostas na prática diária, não fazem mais que secar e irritar as mucosas das vias respiratórias, sendo por isto mesmo consideradas desaconselháveis. O uso de catéter de oxigênio, mesmo umidificado, é desaconselhado, sendo apontadas suas principais desvantagens e complicações. É chamada a atenção para nunca se usarem catéteres de oxigênio próximo ou dentro de tubos traqueais ou traqueostoma.*

*A umidificação, por nariz artificial do tipo Torelman ou Pesty, é aconselhada para uso em tubos de traqueostoma. Mas quando se deseja uma umidificação completa com oxigenioterapia contínua, especialmente em crianças é recomendada a tenda de oxigênio.*

A aplicação correta de uma série de normas simples, contribui notoriamente para evitar as perdas consideráveis de água através dos pulmões, devido a administração de ga-

(\*) Apresentado no Simpósio «Umidade em Anestesia e Ventilação Artificial prolongada». II Congresso Luso-Brasileiro de Anestesiologia, setembro de 1968, Lisboa, Portugal.

(\*\*) Chefe do Departamento de Anestesiologia da Fundação Jiménez Díaz Cidade Universitária — Madrid.

AP 2550

ses praticamente isentos de água ou a respiração de ar com umidade relativa muito baixa. Estas perdas podem complicar ou fazer persistir desequilíbrios hídricos, afetar a fisiologia do epitélio vibrátil e facilita a concreção de secreções brônquicas, incrustação de cânulas de traqueostomia e tubos traqueais, atelectasia, propensão às infecções pulmonares, má distribuição da massa de ar inspirada, alterações do quociente ventilação-perfusão, etc.

Os gases administrados durante a anestesia para efeitos práticos, estão totalmente isentos de água, caso contrário ao se evaporarem de seu estado líquido ou ao expandir-se dos cilindros em que estão comprimidos, a água se condensaria e congelaria nos manômetros redutores de pressão, obstruindo sua saída. A umidade relativa do oxigênio em cilindros é muito baixa, da ordem de 4% aproximadamente. O aporte destes gases secos em anestesia prolongadas, conforme o sistema empregado, pode implicar numa perda estimável de água a que se pode dar uma expressão matemática quantitativa, por tratar-se de um fenômeno puramente físico. Estas perdas podem ter maior significado nos estados precários, desidratações, operações prolongadas e especialmente em crianças, nas quais, ademais se soma a perda de calor.

O emprêgo do circuito fechado, com preferência pelo vai-vém, que tem a propriedade de preservar e ceder umidade e calor, pode ser muito útil em alguns destes casos.

Os circuitos semi-fechados e semi-abertos, praticamente não conservam nada do vapor exalado, que se perde ao exterior pela válvula expiratória, ou se condensa nas borrachas, já que a temperatura do meio ambiente e dos tubos é bastante mais baixa, geralmente, que a corporal. Perde-se ainda mais vapor com os circuitos sem-reinalação, nos quais todo o ar expirado e saturado de vapor dos pulmões sai para o exterior sem se misturar com os gases frescos, como costuma ser no caso dos circuitos semi-abertos e semi-fechados.

Para sanar estas perdas de vapor de água de uma maneira simples sem recorrer aos umidificadores, mais ou menos satisfatórios, intercalados nas saídas dos gases anestésicos de que dispõem alguns aparelhos e especialmente os ventiladores automáticos, podemos inserir condensadores de vapor tipo Torelman, Pesty, etc., conectados diretamente ao terminal do tubo traqueal. Esta adaptação é simples e a consideramos muito útil em algumas ocasiões, sempre que saibamos valorizar que significa um aumento do espaço morto mecânico e uma resistência. A resistência que oferece o "nariz artificial" interpôsto no circuito, somada à da válvula de

expiração ou sem reinalação, por muito sensíveis que sejam, pode ser excessiva para alguns pacientes.

A tendência atual de perfundir quantidades elevadas de soluções balanceadas isotônicas e isoônicas durante as intervenções cirúrgicas, com controle de perfusão mediante a pressão venosa e diurese, cobre em demasia estas perdas aquosas pulmonares, porém, nem sempre evita as traqueobronquites desencadeadas pela aplicação direta de gases sobre a mucosa. Não obstante, é difícil que ocorra esta complicação durante uma intervenção cirúrgica, por mais prolongada que seja, salvo que se some alguma razão especial, como seja um ressecamento excessivo prévio de mucosas, por desidratação ou talvez pelo efeito da medicação pré-anestésica.

A umidade relativa em nosso ambiente (Madrid), caracterizado por clima seco, é bastante baixa, da ordem de 35%, com variações relativamente pequenas, durante o dia. Esta secura de nosso meio obriga-nos a empregar umidificadores potentes de ambiente, tipo "Defensor, modelo 3001" ou outro que sirva aos mesmos fins, com dispositivo automático regulável para manter a umidade relativa do ar na cifra que prefixemos, que costuma ser da ordem de 55 a 65%. A umidificação do ambiente das Unidades de Terapia Intensiva por meio de nebulizadores potentes de partículas pequenas, e portanto, muito difusíveis no meio, como são os modelos que acabamos de mencionar, tem, a nosso ver, uma dupla finalidade: por uma parte eleva a umidade relativa da atmosfera, e por outra, as gotículas em suspensão no ar agregam as partículas de pó e bactérias, facilitando sua precipitação no solo. Uma vez no solo, as bactérias já perdem mais rapidamente sua patogenicidade, além do que a limpeza com detergentes e bactericidas as destroem. O emprêgo destes nebulizadores também nos permite acrescentar, à água, agentes bactericidas, alguns deles de cheiro relativamente agradável, o que permite seu uso em presença de doentes, com o fim de esterilizar o ambiente. É, pois, de extrema utilidade, a manutenção de um ambiente cômodo, com uma umidade adequada, nas Unidades de Terapia Intensiva, onde costuma haver muitos traqueostomizados, doentes que hiperventilam por uma ou outra razão, pacientes entubados com respiração espontânea, grande ressecamento de nariz e faringe com concreção de secreções, ventiladores automáticos que tiram o ar do meio que os rodeia, etc. A umidificação do meio ambiente, somado ao ar condicionado, com grande mobilização de ar, à razão de 20 ou mais ciclos por hora evita muitos odores e esteriliza as salas, além das vantagens antes expostas.

Antes de ver o que devemos fazer para umidificar o mais corretamente nossos pacientes, é preferível expor o que, em nosso entender, não se deve fazer, isto é, condenar determinadas técnicas de oxigenioterapia impostas desde muitos anos na prática diária e que não fazem mais que secar e irritar as mucosas das vias respiratórias, sem entrarmos no momento, no mérito de sua competência como métodos simples de administração de oxigênio.

Começemos pela sonda nasal como sistema de aporte de oxigênio de fácil aplicação e de uso muito difundido. Em primeiro lugar, os umidificadores de borbulha que se intercalam entre a fonte de oxigênio e a extensão até o catéter terminal, são totalmente ineficazes e não estão isentos também de complicações quando se põe um fluxo excessivo de oxigênio que obriga um deslocamento d'água, com risco de perigo, já que podem ser conectados ao contrário, ou surgir complicação, quando se usa um fluxo excessivo de oxigênio que pode deslocar água com risco de inundar a árvore respiratória. Por outro lado, estes reservatórios podem ser fonte de infecção. Portanto, devemos abandoná-los e buscar outros meios mais eficientes de umidificação. O oxigênio administrado por sonda nasal avançada, até que ultrapasse um centímetro, aproximadamente, o bordo do véu do paladar, seca a mucosa e dá lugar a uma faringite e, às vezes, a laringotraqueites muito desagradáveis para o paciente. Além deste inconveniente, que é sumamente incômodo e prejudicial para os pacientes, compreende vários perigos, entre os quais temos os seguintes:

a — Dilatação aguda do estômago, motivada pela passagem da sonda ao esôfago, erro que se comete com relativa frequência, ou pelo avanço da mesma, durante a mobilização do paciente. Quando se administram fluxos elevados, alguns pacientes, ao sentirem a sensação de corpo estranho na faringe, deglutem, podendo dar lugar, também a uma dilatação do estômago.

b — Obstrução total do nasofaringe por ressecamento e concreção de secreções, que nos proíbem, às vezes, a passagem de sonda gástrica e interferem ou abolem a respiração nasal.

c — Formação de concreções muco-sanguinolentas duríssimas ao redor da parte distal da sonda, às vezes com uma matriz de fibrina, pela epístaxe desencadeada ao introduzir o catéter, o que impossibilita totalmente sua extração, tendo que se recorrer, para isto, à via oral com pinça de Magill, puxando, ao mesmo tempo, com um estilête fino introduzido na luz da sonda.

O hábito de colocar um catéter de oxigênio, tanto na luz de uma cânula de traqueostomia, como na de um tubo traqueal para enriquecer a mistura, segundo nossa experiência, é outro dos procedimentos totalmente condenáveis, pelas razões que exporemos a seguir:

a — Obstrui parte da luz da cânula ou tubo traqueal em proporção a seu calibre.

b — incrusta sistematicamente as cânulas ou tubos, às vezes em minutos e principalmente quando há sangue nesta zona, já que as turbulências do fluxo do oxigênio formam redemoinhos que geram rapidamente verdadeiros novelos endurecidos de fibrina e mucosidade.

c — Secam as secreções ao redor da cânula de traqueostomia ou tubo traqueal, podendo chegar a formar-se verdadeiros tampões de mucosidade que obstruem as vias respiratórias, com perigo para a vida do paciente.

d — Seca, de uma maneira geral, a umidade normal das mucosas e especialmente a área de aplicação mais direta, originando um local de menor resistência às infecções. As traqueobronquites que se podem gerar desta maneira, além das consequências que acarretam, se manifestam, às vezes, com dor retroesternal.

e — O catéter adere, às vezes, tão tenazmente na luz dos tubos, que resulta difícil ou impossível extraí-lo; se a sonda é deixada várias horas "in situ", e sua extremidade ultrapassa o bisel do tubo, formam-se, pelo mecanismo exposto para a faringe, os redemoinhos do fluxo de oxigênio originando uma massa dura de mucosidade, aderida a parte distal da sonda, de calibre superior ao da cânula.

É pois razoável, em vista destes inconvenientes e complicações, que tratemos de aplicar outros meios com as mesmas vantagens quanto ao aporte de oxigênio sem tantos efeitos contra-producentes. Em vez do catéter de oxigênio ou óculos nasais, podemos empregar as máscaras descartáveis de plástico, de diferentes tipos, que bem adaptadas ao contorno nasal, são muito eficazes quanto à administração de uma boa concentração de oxigênio. Seu uso, exceto que se queira fazer uma reinalação parcial quando a  $PCO_2$  está muito baixa, requer a administração de fluxos equivalentes ou acima do volume minuto do paciente para que não se acumule anidrido carbônico. Talvez preservem discretamente a umidade do ar exalado e o calor. Nas crianças e pessoas que toleram mal as máscaras e que constantemente estão querendo tirá-las, temos de recorrer sempre as tenda de  $O_2$ .

A tenda de oxigênio, com capacidade para alta umidificação e climatização, dotada com célula fotoelétrica para

detectar o nível de CO<sub>2</sub>, com ventiladores que automaticamente entram em ação para eliminar o excesso deste, é o instrumento por excelência de oxigênio-terapia que devemos usar com muito mais frequência do que é habitual. Nos pacientes que, no pós-operatório, requeiram a permanência de tubos traqueais ou cânulas de traqueostomia e que necessitam de aporte suplementar de oxigênio, nós sempre o aplicamos mediante um umidificador artificial, tipo Torelman descartável, ou Pesty. Isto quer dizer que os usamos ainda quando os pacientes respirem espontaneamente. O nariz artificial, tipo Pesty, se conecta mais facilmente que o de Torelman aos ventiladores automáticos, e seu emprêgo pode ser muito útil em determinadas ocasiões. A eficácia do nariz artificial como sistema de preservação de vapor, foi comprovado por muitos autores.

Como dizíamos antes, a atmosfera que nos rodeia contém vapor de água em forma molecular invisível, pela evaporação permanente da água que recobre a face de nosso planeta. Forma, pois, a atmosfera, um sistema de dispersão molecular homogêneo. O conteúdo de vapor de água depende de vários fatores físicos, essencialmente da quantidade de água que se pode evaporar à uma determinada temperatura. Nos recintos com calefação central ou nas épocas de temperaturas muito baixa, a umidade relativa do ambiente baixa. Quando o ar está totalmente saturado de vapor de água para uma determinada temperatura, se diz que está a 100%. Todas as cifras de vapor de água abaixo do "ponto de saturação", são denominadas "umidade relativa" e se expressa em "tantos por cento". A cada umidade relativa, corresponde uma determinada quantidade de água por m<sup>3</sup>, que, expressa em gramas, é a "umidade absoluta, e sem dúvida, à saturação total de vapor de água, corresponderá uma maior quantidade de água absoluta, que se denomina "quantidade de saturação". Quando baixa a temperatura e a umidade relativa existente nesse momento se transforma em 100% da saturação, se chega ao ponto de orvalho, que é o que sucede nas tardes de verão quando esfria. Se a atmosfera segue esfriando, chega um momento em que haverá uma supersaturação e o vapor de água se condensa e se transforma em chuva.

Quando respiramos ar com uma umidade relativa baixa e que geralmente está a temperatura inferior à corporal, elevando-se esta a 37° na árvore respiratória, a umidade relativa do ar que inspiramos baixaria notoriamente, se as mucosas não cedessem água para saturá-la a 100%. Esta saturação permanente de ar com umidade relativa muito baixa

significa um consumo de água para o organismo, tanto maior quanto mais baixa seja a umidade, que se elimina quase totalmente pela expiração. Estas perdas normais se apresentam cifras médias, para uma pessoa adulta, de 500 ml. de água por dia, quando o paciente respira espontaneamente empregando a totalidade de suas vias respiratórias, porém, indubitavelmente serão maiores quando a umidade relativa seja muito baixa e em situações de hiperpnéia ou quando estabelecemos um curto-circuito (traqueostomia) excluindo as partes altas, que são as responsáveis por dois terços, aproximadamente, de umidificação e aquecimento do ar. Um paciente traqueostomizado tem pouca superfície de mucosa para poder saturar o ar ou mistura de gases. Daqui a necessidade de prover umidade em condições adequadas e eficazes para evitar as conseqüências que acarreta o ressecamento das vias respiratórias e as perdas de líquido, que podem ser da ordem de 800 a 1000 ml nos traqueostomizados.

Um aspecto deste problema é manter a umidificação ideal das vias respiratórias para que o epitélio vibrátil dos brônquios realize sua função normal de varrer as secreções para a carina, de onde podem ser expulsas pela tosse ou aspirados por procedimentos mecânicos; outro, é fluidificar secreções abundantes e tenazes já estabelecidas. No primeiro caso, mantendo um bom equilíbrio hidrosalino e uma umidade relativa do meio-ambiente entre 55 e 70%, costuma ser suficiente para que o organismo mantenha sua mucosa respiratória com o grau de umidade adequado. Isto pode obter-se facilmente com muitos dos sistemas de umidificação de que dispomos hoje em dia. Quando as secreções secam e se tornam abundantes e muito viscosas, característica que lhes dá um grande poder de adesividade, se exteriorizam mal ou não podem ser eliminadas pelo epitélio vibrátil, não há mais remédio senão fluidificá-las, por meio de detergentes ou com umidificadores ultrasônicos potentes e aspirá-las. As aspirações brônquicas são sempre traumáticas e irritam ainda mais a mucosa, com formação de secreções abundantes, e também podem ser fonte de propagação ou transmissão de infecções. A cânula de traqueostomia e o tubo traqueal, nos pacientes que não estão bem sedados, são um corpo estranho que incomoda permanentemente e irrita, dando lugar à formação de secreções abundantes.

O ideal é conseguir manter as secreções com o grau de fluidez adequado, para que o epitélio as exteriorize até as imediações da cânula de traqueostomia ou tubo traqueal de onde podem ser facilmente aspiradas com menos traumatismos. Esta condição nem sempre é fácil; porém, atualmente,

com a disponibilidade de umidificadores ultrasônicos potentes, estamos mais capacitados para enfrentar estas situações.

Um procedimento simples, útil e de fácil aplicação é o lavado brônquico, injetando diretamente solução salina de 10 em 10 cc. e aspirando em seguida.

Os geradores ultrasônicos originam sistemas dispersos heterogêneos de partículas finíssimas, valorizando sua eficácia quando estas menores que uma micra, já que este tamanho de aerosol tem grande poder de difusão na árvore respiratória, até suas partes mais distais, pela grande estabilidade da fase dispersa. Denominam-se aerosóis, precisamente aqueles sistemas em que a fase dispersa é menor que uma micra. Quando as partículas de vários tamanhos em sistemas heterogêneos e predominam as maiores de uma micra, o poder de difusão diminui, tendem a aglutinar-se, e se precipitam nas borrachas dos aparelhos ou nas partes altas da árvore respiratória, (traquéia, brônquios).

Indubitavelmente, o sistema de nebulização não é tão eficaz quando não é do grau do aerosol, ainda que as gotículas maiores fluidifiquem as secreções das partes altas das vias respiratórias.

Quando traqueostomizamos um paciente, excluimos o grande poder de umidificação das vias respiratórias altas, e somente resta a mucosa abaixo da cânula para ceder água e saturar o ar ou gás. Isto, nem sempre o organismo pode realizar, e conseqüentemente as secreções tendem a secar, se não se as umidifica por algum meio.

Com estes sistemas dispersos heterogêneos, formados por uma cabeça geradora ultrasônica, pode-se conseguir uma fase dispersa de água aproximadamente de acordo com as necessidades, à qual se soma a umidade relativa do ar. O conteúdo em água pode ser superior ao de saturação total à temperatura corpórea de 37°. Não existe, pois, nestes umidificadores ultrasônicos, os inconvenientes, de dessaturação ao se aquecerem os gases da temperatura ambiente à temperatura do corpo, que têm os outros nebulizadores menos eficazes ou os geradores de vapor, já que existe água dispersa em excesso suficiente para compensar estas necessidades. Os umidificadores que conseguem uma saturação de vapor aumentando a temperatura a 40 ou 42°, perdem parte desta no trajeto até o paciente, já que as borrachas estão à temperatura ambiente, e conseqüentemente parte do vapor se condensa e não chega ao paciente. Ao voltar a se aquecer ao entrar em contato com a mucosa, a saturação baixa se o organismo não a compensa, porque não há água em excesso como no caso dos umidificadores ultrasônicos. Tentou-se cor-

rigir este defeito dos geradores de vapor, mantendo uma temperatura constante das borrachas, mediante resistências elétricas, porém, até agora, esta medida implica em perigos e não deu os resultados esperados.

O uso dos umidificadores ultrasônicos é utilíssimo sempre que se usem com discreção, empregando, se necessário, os nomogramas elaborados para calcular o aporte de água. Um excesso de fluidificação das secreções é prejudicial e pode contribuir para a perda de substância tensioativa, (surfactante), com as conseqüentes atelectasias, além de outras complicações. No emprêgo destes umidificadores potentes é necessário que se façam verificações precisas do aporte de água pela via respiratória, já que, do contrário, nos arriscaremos a fazer balanços hídricos errôneos.

Nossa experiência com o umidificador ultrasônico conectado ao respirador Engström e com outros tipos ainda mais potentes é bastante satisfatória.

### SUMMARY

#### ASPECTS OF HUMIDIFICATION IN ANESTHESIA AND IN THE POST-OPERATIVE PERIOD

The administration of almost dry gases, as happens when breathing in a atmosphere of a very low relative humidity, specially in patients submitted to tracheostomy or with endotraqueal tubes can affect respiratory physiology drying pulmonary secretions, promoting atelectasis, bronchopulmonary infection and uneven ventilation/perfusion. The loss of water vapour by the respiratory tract maintains any pre-existing hydric disturbance.

During anesthesia with the actual tendency to infuse great quantities of isotonic balanced solutions, the water losses are covered and even tracheobronchial complication related with the use of dry gases are rare, unless when exists previous conditions of dehydration or excessive dryness of the mucoses. But such problems do exist in patients using prolonged oxygen therapy or when in Intensive Care Therapy. Many practices of oxygen therapy used daily are criticized, specially the oxygen catheter, whose disadvantages are pointed out being emphasized not to use catheter at proximal end or inside endotraqueal or tracheostomy tubes.

Humidification by artificial noses (type Torelman or Pesty) is indicated in connection with tracheostomy tubes, as a practical means. But when oxygen therapy is indicated with full humidification, specially in children, the choice is an oxygen tent.

Our experience with ultrasonic nebulizers connected with respirators is satisfactory and is presented with some details.