

1524  
**VOLUME E PRESSÃO DO BALONETE DE TUBOS  
TRAQUEAIS**

**DR. JOÃO JOSÉ DE CUNTO (\*)**  
**DR. JOSÉ AUGUSTO BIAGINI, E.A. (\*)**  
**DR. ROBERTO REYNALDO MELE (\*)**  
**DR. GETÚLIO LUPPI URSOLINO, E.A. (\*)**  
**DR. ROGÉRIO WALDEMARIN MESSEMBERG (\*\*)**  
**DR. FLÁVIO FERNANDES (\*\*)**

AP 1917  
*É bastante conhecida a segurança que se obtém, na prática da anestesia, com a entubação traqueal. Todavia, embora forneça tal segurança, se mal conduzida, ela pode ser causa de complicações e lesões.*

*Os autores referem-se, após uma entubação traqueal, à insuflação excessiva do balonete, feita pelo próprio anestesista, ou àquela que ocorre, por fenômeno de difusão, no transcorrer de uma anestesia gasosa com protóxido de azoto, de onde podem advir diferentes complicações e lesões.*

*Chamam a atenção para o fato e apresentam alguns valores tensionais verificados após insuflação dos balonetes de dois tipos de tubos traqueais. Fazem referência às alterações que ocorrem no volume e na pressão dos balonetes, após insuflá-los com ar, estando em presença de ciclopropano ou protóxido de azoto, durante anestésias, ou após insuflá-los com ar, com oxigênio e com protóxido, estando em presença de ar ou protóxido de azoto, na ausência de uma anestesia.*

Willian Macewen, quando em 1878, praticou uma anestesia por meio de um tubo traqueal introduzido através da cavidade oral, (2), talvez, jamais tenha imaginado que esse artifício viesse ser de tamanha importância dentro da Anestesiologia. Entre nós, cumprimentos cabem a Mattos

(\*) Do Serviço de Anestesia do Hospital São Francisco, da Maternidade do Hospital São Francisco e do Instituto Ortopédico Infantil Santa Lydia de Ribeirão Preto; Centro de Ensino e Treinamento.

(\*\*) Reidente do CET de Serviço, 1975.

Barreto (4), que, em 1943, efetuou as primeiras entubações em São Paulo.

Na prática, quando se fala em entubação traqueal, além da segurança que fornece, vêm-nos à mente os vários tipos de tubos traqueais, que são utilizados, para tal fim. É grande sua variedade, tanto no que se refere ao material com que são fabricados, como no que se refere ao calibre, formato, presença ou não de balonete insuflável, ou de espuma, na extremidade traqueal, ou franjas, ao invés desse balonete insuflável ou de espuma.

Referente ao balonete insuflável, caso ocorra insuflação excessiva, podem advir efeitos nocivos sobre a parede da traquéis e suas conseqüências.

O presente trabalho é uma tentativa de, para uns, trazer à lembrança, para outros alertar e mostrar algumas alterações, que podem ocorrer no volume e na pressão do balonete de um tubo traqueal, fora de uma anestesia, ou durante o seu transcorrer, fato este que, para o anestesista, tem mais importância.

#### MATERIAL E MÉTODOS

Para as observações programadas, foram utilizados tubos traqueais de borracha e plástico, a saber:

A - Tubo orotraqueal, Rüsch, novo, n.º 34, de borracha, com balotene, tubo de insuflação e respectivo balão piloto.

B - Tubo orotraqueal, Portex, novo, 8 mm, plástico transparente, com balonete, tubo de insuflação e respectivo balão piloto.

As observações, idênticas para ambos os tubos, constaram do seguinte:

1 — insuflar os balonetes com ar e verificar as alterações ocorridas nos valores do volume e da pressão desses balonetes, durante anestésias com ciclopropano (concentrações habituais) e protóxido de azoto (60%);

2 — insuflá-los com ar, com oxigênio e com protóxido e verificar, igualmente, as alterações ocorridas nos valores do volume e da pressão dos balonetes, estando eles sob atmosferas de ar, e de protóxido de azoto a 100%, na ausência de anestésias (tabela I).

Uma seringa BD, com 20 mililitros (ml) de capacidade, foi usada para insuflar os balonetes, fosse, para uma anestesia, ou não. No caso de uma anestesia o volume insuflado foi o suficiente para evitar vazamento de gases entre a traquéia e o balonete; fora de uma anestesia, foi sempre 10 ml.

Todos os pacientes foram adultos, de ambos os sexos e a entubação foi orotraqueal, não traumática.

Na ausência de uma anestesia, foram insuflados, também, diferentes volumes de ar, 1 a 10 ml, e verificados, para cada um desses volumes, quais os respectivos valores tensionais no balonete, por meio de manômetro aneróide, Tycos-USA, com graduação de 20 a 300 mmHg, ligado em ípsilon com o tubo de insuflação e com a seringa. A tabela II, dos resultados,

TABELA I

## OBSERVAÇÕES EFETUADAS COM DOIS TIPOS DE TUBOS TRAQUEAIS

| Item n.º | Tubo Büsch             |                  |                   | Tubo Portex            |                  |                   |
|----------|------------------------|------------------|-------------------|------------------------|------------------|-------------------|
|          | Balonete insuflado com | Sob atmosfera de | Sob anestesia com | Balonete insuflado com | Sob atmosfera de | Sob anestesia com |
| 1        | ar                     | N <sub>2</sub> O |                   | ar                     | N <sub>2</sub> O |                   |
| 2        | ar                     |                  | ciclo             | ar                     |                  | ciclo             |
| 3        | ar                     |                  | N <sub>2</sub> O  | ar                     |                  | N <sub>2</sub> O  |
| 4        | ar                     | ar               |                   | ar                     | ar               |                   |
| 5        | N <sub>2</sub> O       | ar               |                   | N <sub>2</sub> O       | ar               |                   |
| 6        | N <sub>2</sub> O       | N <sub>2</sub> O |                   | N <sub>2</sub> O       | N <sub>2</sub> O |                   |
| 7        | O <sub>2</sub>         | ar               |                   | O <sub>2</sub>         | ar               |                   |
| 8        | O <sub>2</sub>         | N <sub>2</sub> O |                   | O <sub>2</sub>         | N <sub>2</sub> O |                   |

mostra esses valores. Teve-se o cuidado de evitar qualquer escape, a fim de não haver alterações nas observações.

Na ausência de um ato anestésico, para manter o balonete de cada tubo traqueal, numa atmosfera de protóxido de azoto, foi montado um dispositivo, que denominamos, teoricamente, "dispositivo para atmosfera de N<sub>2</sub>O", com a finalidade de facilitar a explanação. Trata-se de uma caixa de plástico, transparente, no interior da qual foram colocadas, em separado, as extremidades traqueais (com o respectivo balonete) de cada tubo. Pela luz do próprio tubo penetrava um fluxo de N<sub>2</sub>O de 0,5 litros por minuto, que ia saturar o interior da caixa, ocorrendo discreto escape, apenas, por um pequeno orifício (feito com agulha calibre 8) na parede da referida caixa. A figura 1, mostra uma representação esquemática desse dispositivo, assim como algumas denominações a respeito de tubos traqueais. CNT (1).

## RESULTADOS

O tempo considerado, para a leitura dos resultados, foi de 4 a 5 horas; no caso de ser uma anestesia, foi ao término da cirurgia. De preferência, para as observações, foram escolhidas cirurgias longas.

A temperatura da sala de cirurgia esteve próxima de 25°C.

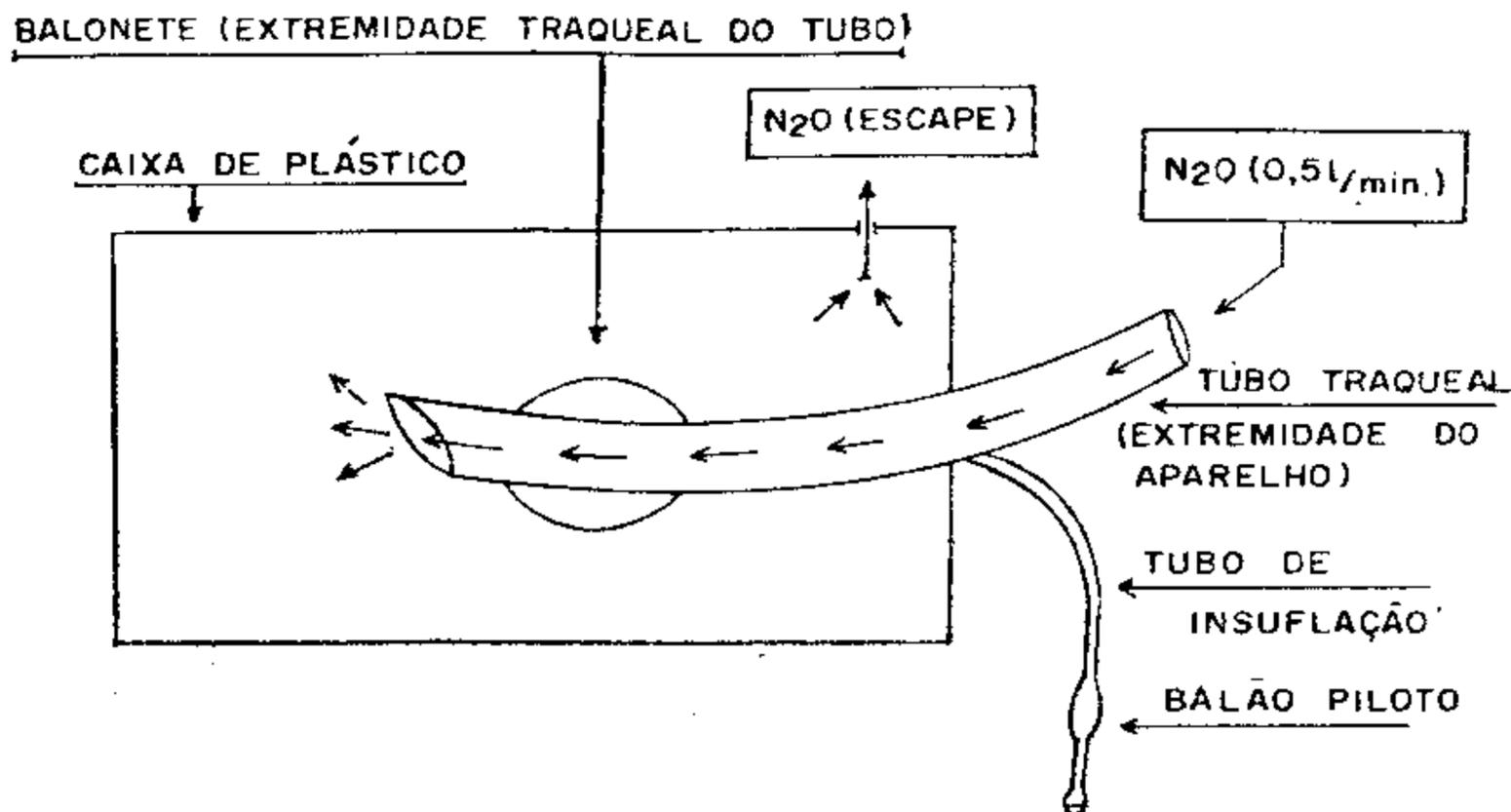


FIGURA 1

Representação esquemática do «dispositivo para atmosfera de N<sub>2</sub>O»

A tabela II mostra, para diferentes volumes de ar insuflados (ml), quais os respectivos valores tensionais no balonete (mmHg), na ausência de uma anestesia.

Obedecendo à seqüência da tabela I, vê-se, analisando as tabelas III e IV, os resultados encontrados, para cada tubo, nos valores do volume e da pressão, conforme o balonete tenha sido insuflado com ar, N<sub>2</sub>O ou O<sub>2</sub> e estando sob atmosferas de ar, de N<sub>2</sub>O, ou sob anestésias com ciclopropano ou protóxido de azoto; os valores finais (ciclo ou N<sub>2</sub>O — sob anestesia) são média dos vários valores encontrados.

## DISCUSSÃO

Na especialidade, um dos artificios de que o anestesista se utiliza, para ter livres as vias respiratórias, evitando a aspiração de secreções indesejáveis, ou de material estranho à essas vias, e para facilitar a ventilação pulmonar, é a entu-

TABELA II

DIFERENTES VOLUMES DE AR INSUFLADOS E RESPECTIVOS VALORES TENSIONAIS NO BALONETE, NA AUSENCIA DE UMA ANESTESIA

| Tubo Büsch n.º 34                   |                           | Tubo Portex n.º 8 mm                |                           |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Volumes insuflados no balonete (ml) | Valores tensionais (mmHg) | Volumes insuflados no balonete (ml) | Valores tensionais (mmHg) |
| 1                                   | 60                        | 1                                   | 45                        |
| 2                                   | 100                       | 2                                   | 90                        |
| 3                                   | 120                       | 3                                   | 120                       |
| 4                                   | 160                       | 4                                   | 160                       |
| 5                                   | 170                       | 5                                   | 190                       |
| 6                                   | 190                       | 6                                   | 220                       |
| 7                                   | 195                       | 7                                   | 250                       |
| 8                                   | 200                       | 8                                   | 280                       |
| 9                                   | 205                       | 9                                   | > 300                     |
| 10                                  | 210                       | 10                                  | > 300                     |

bação traqueal. Ela proporciona uma segurança marcante, para o paciente, em especial, e para o anestesista. Outrossim, mesmo sendo tão valorosa, concordamos com alguns autores (3,7), asseverando que não deve ser efetuada de rotina.

Em mãos menos hábeis, ou menos cuidadosas, esse artifício, que normalmente é utilizado para proporcionar segurança e facilitar a ventilação, pode se tornar perigoso, dando origem, de imediato, à complicações e, posteriormente, à lesões da parede traqueal, como no caso de "ocorrer" ou de ser "feita" uma hiperinsuflação do balonete (3). Esta hiperinsuflação "feita" é causada pelo próprio anestesista. Assim, há Colegas que, após efetuar uma entubação traqueal, enchem de ar uma seringa de 10 mililitros, por exemplo, e, pelo tubo de insuflação, injetam de vez todo esse volume, para insuflar o balonete, não mais se preocupando com o fato. Esse volume, ou qualquer volume de ar que seja injetado no balonete, distende sua parede de borracha, ou plástico, conforme o tipo de tubo traqueal, e ficará comprimido por ela, surgindo, com isso, uma pressão, que irá repercutir sobre a mucosa de parede traqueal. Como consequência ocorre isquemia da mucosa, podendo chegar à formação de úlceras e liberação de escaras, que podem causar obstrução parcial ou total das vias respiratórias, até serem eliminadas (7).

TABELA III

VARIAÇÕES NOS VALORES DO VOLUME INICIAL (Vi) E FINAL (Vf) E DA PRESSÃO INICIAL (Pi) E FINAL (Pf) NO BALONETE, EM DIFERENTES CIRCUNSTANCIAS — TUBO RUSCH

| Item n.º | Balonete insuflado com | Sob atmosfera de | Sob anestesia com | Volume inicial (ml) | Pressão inicial (mmHg) | Volume final (ml) | Pressão final (mmHg) |
|----------|------------------------|------------------|-------------------|---------------------|------------------------|-------------------|----------------------|
| 1        | ar                     | N <sub>2</sub> O |                   | 10                  | 210                    | 24                | 220                  |
| 2        | ar                     |                  | ciclo             | 8                   | 200                    | 7                 | 190                  |
| 3        | ar                     |                  | N <sub>2</sub> O  | 7                   | 220                    | 9                 | 250                  |
| 4        | ar                     | ar               |                   | 10                  | 210                    | 10                | 210                  |
| 5        | N <sub>2</sub> O       | ar               |                   | 10                  | 210                    | 0                 | 0                    |
| 6        | N <sub>2</sub> O       | N <sub>2</sub> O |                   | 10                  | 210                    | 6                 | 190                  |
| 7        | O <sub>2</sub>         | ar               |                   | 10                  | 210                    | 7                 | 190                  |
| 8        | O <sub>2</sub>         | N <sub>2</sub> O |                   | 10                  | 210                    | 18                | 215                  |

TABELA IV

VARIAÇÕES NOS VALORES DO VOLUME INICIAL (Vi) E FINAL (Vf) E DA PRESSÃO INICIAL (Pi) E FINAL (Pf) NO BALONETE, EM DIFERENTES CIRCUNSTANCIAS — TUBO PORTEX

| Item n.º | Balonete insuflado com | Sob atmosfera de | Sob anestesia com | Volume inicial (ml) | Pressão inicial (mmHg) | Volume final (ml) | Pressão final (mmHg) |
|----------|------------------------|------------------|-------------------|---------------------|------------------------|-------------------|----------------------|
| 1        | ar                     | N <sub>2</sub> O |                   | 10                  | > 300                  | 14                | > 300                |
| 2        | ar                     |                  | ciclo             | 8                   | 260                    | 7                 | 220                  |
| 3        | ar                     |                  | N <sub>2</sub> O  | 10                  | 150                    | 8                 | 220                  |
| 4        | ar                     | ar               |                   | 10                  | > 300                  | 10                | > 300                |
| 5        | N <sub>2</sub> O       | ar               |                   | 10                  | > 300                  | 0                 | 0                    |
| 6        | N <sub>2</sub> O       | N <sub>2</sub> O |                   | 10                  | > 300                  | 5                 | 120                  |
| 7        | O <sub>2</sub>         | ar               |                   | 10                  | > 300                  | 8                 | 220                  |
| 8        | O <sub>2</sub>         | N <sub>2</sub> O |                   | 10                  | > 300                  | 13                | > 300                |

Quem ainda não teve a curiosidade de verificar o valor da pressão em um balonete insuflado ficará muito surpreso, quando o fizer. A tabela II, dos resultados, mostra, para os diferentes volumes injetados no balonete de dois tipos de tubos traqueais, os respectivos valores tensionais encontrados, na ausência de uma anestesia. Há um aumento proporcional entre o volume insuflado e o respectivo valor tensional encontrado no balonete. Note-se que, se esses mesmos volumes forem injetados com o tubo na traquéia, os valores tensionais serão superiores aos da tabela II, supra citada. Vê-se que os valores são altos, acima dos valores da pressão arterial da maioria dos pacientes, o que favorece e é causa de isquemia da mucosa traqueal, por compressão.

Dependendo do tempo, menor ou maior, essa isquemia pode até ser causa de formação de úlceras, como já foi referido. Deve-se ter sempre em mente este fato, principalmente nos pacientes sob assistência ventilatória prolongada.

Para o uso de tubos comuns, como os dois tipos aqui apresentados, uma boa conduta é, à medida que se insufla o balonete, ouvir o escape de gases, que se faz entre o tubo e a parede traqueal; ao cessar o escape, pode-se considerar o balonete satisfatoriamente insuflado, sem causar excessiva compressão na mucosa traqueal. A nosso ver, essa, além de ser "uma boa conduta", é a melhor!

No início desta discussão, dissemos que a hiperinsuflação pode "ocorrer" ou pode ser "feita". Também, comentou-se algo a respeito dessa insuflação excessiva "feita" pelo anestesista. Agora serão tecidos alguns comentários de como pode "ocorrer" a insuflação excessiva. Ela surge durante anestésias, nas quais são usados o protóxido de azoto ou ciclopropano (6). Os gases anestésicos têm capacidade de difusão através do latex do balonete e do plástico. Essa difusão, para cada gás, depende da concentração empregada e do tempo de contacto entre o balonete e gás. Com o correr das horas, essa difusão causa significativos aumentos no volume do balonete, podendo surgir obstrução das vias respiratórias superiores, trauma da glote e sub-glote, dos pacientes, Stanley (6). Esse autor não referiu qual o tipo de tubo traqueal empregado, citando, apenas, que em presença de protóxido e ciclo há aumento do volume do balonete e de seus valores tensionais.

Usando tubo Rüsch, nossas observações foram similares às de Stanley (6) somente durante anestésias com protóxido (item 3 da tabela III dos resultados), ou seja, realmente ocorre um aumento nos volumes e nos valores tensionais. Portanto, é interessante ter em mente o que ocorre no balonete de um tubo Rüsch, quando se usa o protóxido de azoto.

Com esse mesmo tipo de tubo traqueal, em presença do

ciclopropano, encontramos diminuição desses valores (item 2 da tabela III — dos resultados). Já, quando em uso o tubo portex, para ambos os gases, protóxido e ciclo, ocorreu diminuição dos volumes e nos valores tensionais (itens 2 e 3 da tabela IV — dos resultados).

Como foi citado, a ocorrência de complicações ou lesões na traquéia é um fato e isto tem importância se recordarmos o que dissemos há pouco: hiperinsuflação “feita” pelo anestesista e a que “ocorre”, devido à difusão. Pela soma das duas, facilmente, pode-se imaginar qual a repercussão sobre a mucosa da traquéia e as possíveis conseqüências ulteriores. É interessante que, quando em uso o protóxido de azoto, em anestésias longas, o balonete seja esvaziado e re-insuflado a cada duas horas, por exemplo, a fim de que o aumento da pressão não cause algum comprometimento na parede traqueal.

Ainda, em nossas observações, por curiosidade, anotamos as alterações que podem ocorrer, para cada tubo, quando o balonete é insuflado com ar, protóxido e oxigênio, permanecendo sob diferentes atmosferas (tabela I), na ausência de uma anestesia. Refere Stanley (6) que, no caso de insuflar com ar e permanecer em presença de protóxido a 100% (item 1 da tabela I), ocorre aumento do balonete (item 1 das tabelas III e IV) pela saída de  $O_2$  e  $N_2$  e entrada do protóxido; refere, ainda, que o oxigênio fornecido durante a ventilação contribui para o aumento do volume do balonete, embora com menor intensidade, pois é menos difusível. Todavia, sendo empregado em altas concentrações, 75-80-100%, essa contribuição é palpável.

Foi observado, com evidência, que, conforme o maior aumento do balonete, o ar do balão piloto também passa para ele, causando, com isso, sua maior distensão. Isto é explicado pela lei de Laplace e foi citado por Spiegel (5), que observou “in vivo”.

No balonete insuflado com ar, em presença de ar (item 4 da tabela I), não houve qualquer alteração, o que era de se esperar (item 4 das tabelas III e IV); porém, insuflado com  $N_2O$ , em presença de ar (item 5 da tabela I) esvaziou-se em curto prazo de tempo (item 5 das tabelas III e IV). Quando insuflado com  $N_2O$ , em presença desse gás, (item 6 da tabela I), houve diminuição no volume e na pressão, para ambos os tubos (item 6 das tabelas III e IV). Já, sendo insuflado com  $O_2$ , em presença de ar, (item 7 da tabela I), ocorreu diminuição no volume e na pressão (itens 7 das tabelas III e IV); todavia, em presença do  $N_2O$  (item 8 da tabela I), houve aumento tanto do volume, como da pressão (itens 8 das tabelas III e IV) em curto espaço de tempo, relativamente.

## CONCLUSÕES

1 — Embora seja de grande valia dentro da anestesiologia, sempre que possível, uma entubação traqueal deve ser evitada.

2 — Sendo necessária a entubação traqueal devem ser observados determinados cuidados.

3 — É erro grave o anestesista “fazer hiperinsuflação” do balonete após a entubação traqueal.

4 — Quando em uso o protóxido de azoto, em cirurgias longas, a hiperinsuflação do balonete “ocorre” devido à difusão do gás através do latex da parede do balonete.

5 — Devido à “hiperinsuflação feita” pelo anestesista e mais a que “ocorre”, quando em uso o  $N_2O$ , é interessante esvaziar e reinsuflar o balonete do tubo traqueal, a cada 2 ou 3 horas.

6 — Nos pacientes sob assistência ventilatória prolongada, onde o uso de tubos traqueais é mandatório, ao invés de balonete insuflável, deve-se usar balonete de espuma ou de franjas.

## SUMMARY

## VOLUMES AND PRESSURES OF THE TRACHEAL TUBE CUFF

It's enough known the security that we obtain, in the practice of the anesthesia with the tracheal intubation. However, though furnish such security, if bad conducted, it can be the cause of complications and lesions.

The authors refer, after a tracheal intubation, excessive insufflation of the cuff, done by own the anesthesist, or that occur by phenomenon of diffusion, in the elapse of a gaseous anesthesia with nitrous oxide, where can occur differents complications and lesions.

They call the attention for the fact and present some pressures values of two types of tracheal tubes. They make reference to the alterations that occur in the volume and in the pressure of the cuff, after insuflate them with air, being in presence of cyclopropane or protoxide of azote, during a anesthesia, of after insuflate them with air, oxygen and nitrous oxide, being in presence of air or nitrous oxide in the absence of a anesthesia.

## REFERÊNCIAS

1. Comissão de Normas Técnicas (I.S.O./TC 121) — Terminologia. Rev Bras Anest 22:131, 1972.
2. Lundy J S — Clinical anesthesia: a manual of alinical anesthesiology. Philadelphia, W B Saunders Company, 1942.
3. Maia Mendes C — Acidentes e complicações na entubação traqueal (Revisão de conjunto). Rev Bras Anest 17:298, 1967.
4. Meira D G — Cronologia Brasileira sobre anestesia (1837 até 1964). Rev Bras Anest 16:468, 1966.
5. Spiegel P e Viegas J H G — Acidente de entubação na ventilação prolongada. Rev Bras Anest 24:180, 1974.
6. Stanley T H — Effects of anesthetic gases on endotracheal tube cuff gas volume. Anesth and Analg 53:480, 1974.
7. Wylie W D e Chuchill-Davidson H C — Anestesiologia. Salvat Editores S A Mallorca, 41. Barcelona, Espanha, 1969.