

# Profundidade de Inserção do Tubo Endotraqueal em Crianças Submetidas à Ventilação Mecânica\*

## Depth Placement of Endotracheal Tube in Children Submitted to Mechanical Ventilation

Fernanda Umpierre Bueno<sup>1</sup>, Guilherme Eckert<sup>2</sup>, Jefferson Pedro Piva<sup>3</sup>, Pedro Celiny R Garcia<sup>4</sup>

### SUMMARY

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** To verify the prevalence of correct position of the tracheal tube after children intubation in two reference intensive care unit in south of Brazil. Evaluate the accuracy of the different methods and suggested formulas to estimate the depth insertion of the endotracheal tube.

**METHODS:** A cross-sectional, observational study was designed. It was included all children intubated at pediatric ICU in Hospital São Lucas da PUCRS and Hospital de Clínicas de Porto Alegre between August and September of 2004. Patient with vertebral deviations, after surgeries or with airway malformations was excluded. In the first 24 hours after intubation the patients' charts were reviewed, a questionnaire was filled, the physician who was responsible for the procedure was interviewed and the chest radiogram was analyzed. The position was considered correct if the tube extremity was between the first thoracic vertebra (T<sub>1</sub>) and the third thoracic vertebra (T<sub>3</sub>) with a tolerance of 0.5 cm. The different formulas to estimate the depth insertions of the endotracheal tube were applied in all patients and this distance was measured with the aim of evaluate the accuracy of each method.

**RESULTS:** The endotracheal tube position was correct in 60% (21 / 35) of the intubated children. A half of the physicians used some formula to estimate the depth of tracheal tube insertion. There was no difference between the group that used any formula and the group that didn't use in predict the correct tube position (75% versus 47%  $p = 0,2$ ). The most accurate method to estimate the endotracheal tube location was age group (68%;  $p = 0,02$ ) when compared with height, tube diameter and age.

**CONCLUSIONS:** The methods that are used to estimate the length of endotracheal tube to be introduced in children have low accuracy. It is imperative to develop a sharper and practical way to determine this distance.

**Key Words:** airway, endotracheal tube, intubation

O sucesso da intubação endotraqueal e posterior ventilação do paciente através da via aérea artificial está relacionado à correta escolha do diâmetro do tubo endotraqueal (TET) e da profundidade de inserção deste dispositivo na traquéia. A intubação endotraqueal é, com frequência, um procedimento realizado na urgência, por isso a determinação destes fatores deve ser feita de maneira rápida e precisa<sup>1</sup>.

Existem diversas fórmulas preconizadas para estimar o diâmetro do TET na população pediátrica, sendo que a mais utilizada é:  $[\text{idade}/4] + 4$ <sup>1,2</sup>. Também muito difundida é a que relaciona o diâmetro do tubo com a largura da falange média do quinto dedo do paciente<sup>3</sup>. King e col. demonstraram que o método baseado na idade tem maior acurácia em determinar o diâmetro correto do TET do que o método do 5º dedo, mas que, em situações de urgência, este último pode ser utilizado com acerto em até 91% dos pacientes<sup>3</sup>.

Outra maneira de prever o tamanho do dispositivo seria a fita de Broselow, utilizando a estatura do paciente. Hofer e col. encontraram melhor acurácia com o uso da fita que com a fórmula  $[\text{idade}/4] + 4$ , para escolha do diâmetro do TET em crianças<sup>3</sup>.

A localização correta da extremidade distal do TET é fun-

damental, visto que o deslocamento deste aquém ou além da posição ideal (extremidade distal visualizada na radiografia ao redor de 3ª vértebra torácica) pode causar diversas complicações aos pacientes. Se há introdução excessiva na traquéia, pode ocorrer estímulo da carina ocasionando tosse reflexa, broncoespasmo, taquicardia e hipertensão. Ao passo que a intubação brônquica seletiva provoca atelectasia segmentar ou pulmonar contralateral, hiperinsuflação, pneumotórax, barotrauma e hipoxemia. Por outro lado, se a profundidade de inserção for subestimada, pode haver lesão das cordas vocais e extubação acidental<sup>1,4-6</sup>.

Para estimar a profundidade de inserção do TET em pediatria, diversos métodos e fórmulas têm sido recomendados. Os dois mais citados são:  $[\text{idade (anos)} / 2] + 12$ , para maiores de 2 anos e diâmetro do TET multiplicado por três<sup>1,2,6,8,9</sup>. Também estão descritos a introdução seletiva no brônquio direito e após sua tração de 2 cm mediante ausculta pulmonar<sup>7</sup>;  $[\text{peso (em quilogramas)} / 2] + 10,5$ <sup>1</sup> em intubações nasotraqueais; utilização de marcas no dispositivo<sup>6,7</sup>, por tabelas de faixa etária; por altura/10 + 5<sup>10</sup> e fibrobroncoscopia<sup>4-6</sup>. Este último parece ser o mais fidedigno, entretanto não é realizado rotineiramente, pois exige mais tempo, profissionais treinados e equipamento especial, dificilmente disponíveis em unidades

1. Médica Pediatra. Ex-Residente da Unidade de Tratamento Intensivo do Hospital São Lucas da PUCRS

2. Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Pediatria e Saúde da Criança – Faculdade de Medicina da PUCRS. Intensivista Pediátrico AMIB – SBP – AMB.

3. Professor Adjunto Doutor dos Departamentos de Pediatria da PUCRS e Universidade Federal do RS. Chefe Associado da UTIP do Hospital São Lucas da PUCRS.

4. Professor Adjunto Doutor do Departamento de Pediatria da PUCRS. Médico Chefe da UTIP do Hospital São Lucas da PUCRS.

\* Unidades de Tratamento Intensivo Pediátrica (UTIP) do Hospital São Lucas da Pontifícia Universidade Católica de Porto Alegre (PUCRS), Porto Alegre (RS) e do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (RS)

Submetido em 20 de junho de 2005 – Aceito para publicação em 08 de setembro de 2005

Endereço para correspondência: Dr. Jefferson Pedro Piva – UTIP – H. São Lucas da PUCRS – Av Ipiranga 6690 – 5º andar – Porto Alegre (RS) 90.610-000 – E-mail: jpiva@pucrs.br

de terapia intensiva no momento da intubação traqueal. A radiografia de tórax é o exame utilizado para confirmação da posição final do TET, sendo prático e de baixo custo<sup>4,5</sup>.

Recentes estudos têm demonstrado que algumas das fórmulas empregadas para estimar a profundidade de inserção do tubo traqueal em crianças são inapropriadas<sup>10</sup>. Neste estudo, os autores pretendem apresentar os dados preliminares de uma pesquisa em curso onde tem como objetivos: descrever a prevalência da correta posição do tubo traqueal após intubação traqueal em duas UTI pediátricas de referência do sul do Brasil, verificar o método de escolha das equipes médicas destas UTI para definir a profundidade de inserção do tubo traqueal e, também, avaliar a acurácia dos diferentes métodos que estimam a profundidade de inserção do tubo endotraqueal.

## MÉTODO

Foi realizado um estudo prospectivo e observacional onde foram incluídas todas as crianças submetidas a intubação traqueal nas UTI pediátrica do Hospital São Lucas da PUCRS e do Hospital de Clínicas de Porto Alegre entre agosto e setembro de 2004. Foram excluídos os pacientes com desvio de coluna vertebral, em pós-operatório ou com malformações de vias aéreas (laringe, traquéia e brônquios). Caso houvesse participação de um dos pesquisadores nas intubações, estas não seriam consideradas para fins deste estudo.

Nas 24 horas seguintes à intubação foi revisado o prontuário utilizando protocolo padrão, realizada entrevista com o médico responsável pelo procedimento e revisada a radiografia de tórax. Foram coletados dados referentes ao sexo, idade, peso, estatura, superfície corporal, método utilizado para o cálculo do tamanho do tubo endotraqueal e da sua profundidade de inserção na traquéia.

Nestes serviços é realizada rotineiramente uma radiografia de tórax em todos os pacientes após a intubação. O exame é realizado com o paciente na posição supina e considerado adequado quando ocorreu simetria de clavículas e arcos costais. A posição do TET foi considerada satisfatória quando a sua extremidade distal localizou-se entre a face distal primeira vértebra torácica (T<sub>1</sub>) e a face proximal da terceira vértebra torácica (T<sub>3</sub>), com tolerância de 0,5 cm. A identificação das vértebras torácicas foi feita através da contagem dos arcos costais a partir da última costela.

Antes da realização da radiografia de tórax, foi verificada a profundidade de inserção do tubo endotraqueal (TET) em centímetros, considerando como extremidade proximal a arcada dentária ou gengiva para o caso de tubo orotraqueal; ou então a asa nasal no caso dos nasotraqueais.

Foram ainda aplicadas as fórmulas baseadas na altura ( $[altura/10]+5$ ); no diâmetro do TET (TETx3); na idade ( $[idade/2]+12$ ), mesmo para menores de dois anos de idade; e tabela de faixa etária (Tabela 1) para estimar a profundidade do tubo traqueal e realizada a mensuração no respectivo paciente, visando a avaliar a acurácia de cada método.

As variáveis contínuas foram apresentadas através de médias e desvio-padrão, sendo neste caso comparadas pelo teste *t* de Student. As variáveis contínuas sem distribuição normal foram apresentadas através da mediana e o respectivo inter-

Tabela 1 – Método para Inserção do TET pela Faixa Etária

Idade	Distância Oral (cm)	Distância Nasal (cm)
Prematuro	7 a 9	9 a 10
Recém-nascido (3 meses)	9 a 11	11 a 12
3 a 9 meses	11 a 12	13 a 14
10 a 18 meses	12 a 13	14 a 15
19 meses a 3 anos	12 a 14	16 a 17
4 a 5 anos	14 a 16	18 a 19
6 a 7 anos	16 a 18	19 a 20
8 a 10 anos	17 a 19	21 a 23
10 a 11 anos	18 a 20	22 a 24
12 a 13 anos	19 a 21	23 a 25

valo interquartil (IQ<sub>25-75%</sub>). As variáveis categóricas foram apresentadas em porcentagem e comparadas através do teste Qui-quadrado. Definiu-se como diferença significativa quando o valor de *p* fosse inferior a 5%.

O trabalho foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa do Hospital São Lucas da PUCRS e do Hospital de Clínicas de Porto Alegre.

## RESULTADOS

Foram incluídos 35 pacientes nos dois meses de estudo, com medianas de idade de 6 (3-10,7) meses; 7,3 (5,7-10) quilogramas; 66,5 (60-76,5) cm de altura; 0,34 (0,3-0,47) m<sup>2</sup> de superfície corporal e tamanho do esterno de 10 (9,5-11) cm. Em torno de 60% das crianças pertenciam ao sexo masculino. Em 28 pacientes (80%) a intubação foi via orotraqueal (Tabela 2).

Tabela 2 - Características Gerais dos Pacientes Submetidos a Intubação Traqueal

Variáveis	N = 35
Intubação orotraqueal N(%)	28 (80)
Sexo masculino N (%)	21 (60)
Idade (meses) Md (IQ <sub>25-75%</sub> )*	6 (3,0-10,7)
Peso (Kg) Md (IQ <sub>25-75%</sub> )	7,3 (5,7-10,0)
Altura (cm) Md (IQ <sub>25-75%</sub> )	66,5 (60,0-76,5)
Superfície corporal (m <sup>2</sup> ) Md (IQ <sub>25-75%</sub> )	0,34 (0,3-0,5)
Tamanho esterno (cm) Md (IQ <sub>25-75%</sub> )	10 (9,5-11,0)

\* Md (IQ<sub>25-75%</sub>) = mediana e respectivo intervalo interquartil 25%-75%

Em apenas 16 pacientes (45,7%) a equipe médica utilizou algum método para estimar a profundidade de inserção do TET. Destes, 4 (25%) utilizaram a fórmula do diâmetro do TET multiplicado por 3 (TET X3) e 12 (75%) utilizaram a tabela por faixa etária. A posição da extremidade distal do dispositivo foi considerada correta ao exame radiológico em 12 (75%) destes pacientes.

Nos 19 pacientes (54,3%) em que não foi utilizado nenhum método para estimar a profundidade de inserção do tubo traqueal, a taxa de acerto na posição do TET foi de 47,3% (9 casos). Não se observou diferença estatística na taxa de acerto da posição entre os que utilizaram ou não algum método para estimar a profundidade de inserção do TET (*p* = 0,2) (Tabela 3).

**Tabela 3 - Acerto da Posição do Tubo Endotraqueal pelo Uso ou Não de Método**

Estimativa da Profundidade do TET	Posição Correta	Posição Inadequada	Total
Utilizou algum método	12	4	16
Não utilizou fórmula alguma	9	10	19
Total	21	14	35

Teste do Qui-quadrado,  $p = 0,2$ .

Entre os 28 pacientes intubados via orotraqueal, foi utilizado método para cálculo da profundidade de inserção do TET em 15 (53,5%), com acerto na posição em 12 casos (80%). Enquanto que em 13 (46,5%) pacientes não foi utilizado método, sendo considerada adequada a posição do TET em 6 destes (46%). Não houve diferença entre os pacientes que utilizaram ou não algum método para estimar a profundidade de inserção do TET no acerto da posição correta deste dispositivo nos pacientes entubados via orotraqueal ( $p = 0,11$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4 - Acerto da Posição do Tubo Orotraqueal pelo Uso ou Não de Método**

Estimativa da profundidade do TET	Posição Correta	Posição Inadequada	Total
Utilizou algum método	12	3	15
Não utilizou fórmula alguma	6	7	13
Total	18	10	28

Teste do Qui-quadrado,  $p = 0,07$

Ao analisar os 28 pacientes intubados por via orotraqueal e aplicando a fórmula que leva em consideração a idade para estimar a profundidade do tubo traqueal, observou-se que sua acurácia foi de 32% (taxa de acerto de nove casos). Por outro lado, se utilizada a fórmula que inclui a altura, a posição estaria correta em seis pacientes (21%); enquanto que com a fórmula TET x 3 a posição do TET estaria adequada em sete (25%) pacientes. No caso de ser utilizada tabela de faixa etária ocorreu posição satisfatória do TET em 16 casos (57%). Portanto, nesta análise, o método que se mostrou mais fidedigno para estimar a profundidade de inserção do tubo orotraqueal foi o que utilizou faixa etária  $p = 0,024$ .

## DISCUSSÃO

A intubação é um ato definitivo para assegurar uma via aérea segura<sup>2</sup>. A escolha do diâmetro correto do tubo endotraqueal e da profundidade de inserção deste dispositivo na traquéia deve ser realizada da forma mais rápida e precisa possível.

Neste estudo observacional realizado em duas UTI pediátrica de referência do Sul do Brasil pode-se constatar que a posição correta do TET ocorre em apenas 60% dos pacientes; cerca de 50% dos médicos utilizam alguma fórmula para estimar a profundidade de inserção do TET; e que a taxa de acerto na posição do tubo endotraqueal não se modifica com a utilização de fórmulas.

A intubação traqueal é um procedimento de rotina em UTI pediátrica, entretanto a taxa de erro encontrada na posição do TET foi de até 40%, tendo sido descrita na literatura

entre 9% e 28% dos casos<sup>7-10</sup>. Em estudo recente, Bonow e col. observaram que em 24% das intubações em UTI pediátrica ocorreu necessidade de três tentativas ou mais para o sucesso do procedimento<sup>8</sup>. Em outro estudo, realizado em unidades de terapia intensiva neonatal, comparando médicos em treinamento, encontrou-se uma taxa de sucesso de 47% nas tentativas de intubação pelos residentes de pediatria. Os residentes do segundo ano obtiveram sucesso em 40% das tentativas, e para residentes do primeiro ano a taxa de acerto de 33%. O maior número de acertos ocorreu entre os residentes de neonatologia (68%)<sup>10</sup>. A obtenção de via aérea segura depende da habilidade, treinamento e julgamento do médico que realiza a intubação. Tendo em vista as altas taxas de erro encontradas tanto na tentativa de intubação, quanto na estimativa da profundidade de inserção do TET, o seu procedimento deve merecer mais atenção em treinamento.

Entre as críticas e limitações deste estudo, deve-se citar a não discriminação da marca de tubo endotraqueal utilizada, e, tampouco, os casos em que foi utilizado TET com balonete. Além dessas, deve-se destacar que a análise da fórmula pelo diâmetro do TET multiplicado por três é limitada, sofrendo alterações se o diâmetro do tubo escolhido for inadequado para determinado paciente, gerando erro também no cálculo da profundidade de inserção do TET<sup>1,7</sup>.

Um outro aspecto a ser considerado é que a posição do tubo endotraqueal pode ter sofrido alterações após sua fixação, após rotação lateral, flexão ou extensão da cabeça. Para maior precisão poderia ter-se utilizado a laringoscopia direta com visualização e leitura da distância registrada no tubo traqueal ao nível da epiglote. Entretanto, como este procedimento não é rotineiramente utilizado nestas unidades e seria realizado movido apenas pelo interesse da pesquisa, os autores consideraram que haveria impedimento ético para incluir tal medida.

Baseados nestas limitações decidiu-se adotar o exame mais utilizado na prática clínica diária para verificar a correta posição do tubo traqueal – a radiografia tórax na posição ântero-posterior realizada no leito em posição supina simétrica e neutra. Mesmo tomando todos estes cuidados aceitou-se como margem de erro uma oscilação de 0,5 cm acima ou abaixo do ponto ideal de posicionamento do tubo traqueal. Sabe-se que dependendo dos cuidados para realizar a radiografia de tórax em pacientes intubados, pode ocorrer o deslocamento do TET durante o exame de imagem, tendo sido descritos deslocamentos entre 0,7 e 2,7 cm para dentro ou fora da traquéia em adultos<sup>5,6</sup>. Em crianças este deslocamento pode oscilar entre 0,7 e 1,2 cm<sup>7</sup>, o que poderia influir na incidência final de mal posicionamento do TET nestes pacientes.

## CONCLUSÕES

Nenhuma das fórmulas analisadas pareceu ser precisa, sendo talvez esta a razão pela qual apenas em metade dos procedimentos analisados tenha se utilizado algum método para cálculo da profundidade de inserção do tubo endotraqueal.

O método que se mostrou mais fidedigno para estimar a profundidade de inserção correta do TET na traquéia foi o pela faixa etária. Entretanto, nenhum dos métodos em estu-

do é satisfatório em prever a posição adequada da extremidade distal deste dispositivo na traquéia, uma vez que o método que mais obteve acertos nesta análise estava correto em apenas 57% dos casos. Sendo assim, é necessário que seja desenvolvido método mais preciso e de fácil aplicação para determinar a profundidade de inserção do tubo endotraqueal em pacientes pediátricos.

Além disso, como já exposto, as altas taxas de erro encontradas tanto na tentativa de intubação, quanto na estimativa da profundidade de inserção do TET levam a recomendar que seja dada mais ênfase ao treinamento do procedimento de intubação endotraqueal dentro das Unidades de Terapia Intensiva Pediátrica.

## RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** Verificar a prevalência de correta posição do tubo endotraqueal (TET) após intubação em duas UTI pediátricas do Sul do Brasil. Avaliar a acurácia dos métodos e fórmulas recomendadas para estimar a profundidade de inserção do TET.

**MÉTODO:** Foi realizado um estudo transversal, observacional que incluiu crianças submetidas à intubação nas UTI pediátricas do Hospital São Lucas da PUCRS e do Hospital de Clínicas de Porto Alegre entre agosto e setembro de 2004. Foram excluídos pacientes com desvio de coluna vertebral, em pós-operatório ou com malformações de vias aéreas. Nas 24 horas seguintes à intubação o prontuário e a radiografia de tórax foram revisados e, também, realizada entrevista com o médico responsável. A posição correta foi definida quando a extremidade distal encontrava-se entre T<sub>1</sub> e T<sub>3</sub>, com tolerância de 0,5 cm. Em todos os casos foram aplicadas fórmulas recomendadas para estimar a profundidade do TET para verificar a sua acurácia.

**RESULTADOS:** Em 60% das crianças o TET foi considerado adequadamente posicionado. Metade dos médicos

utilizou alguma fórmula para estimar a profundidade do TET, porém não houve diferença na taxa de acerto entre os que utilizaram ou não método para estimar esta distância (75% versus 47%; p = 0,2). Observou-se que o método mais fidedigno para estimar a profundidade de inserção do TET é aquele que utiliza a faixa etária (68%; p = 0,02), quando comparado às fórmulas que utilizaram o diâmetro do tubo, a altura e a idade.

**CONCLUSÕES:** As fórmulas e medidas utilizadas para estimar a profundidade de inserção de TET em crianças apresentam uma baixa acurácia, havendo necessidade de que se desenvolvam medidas mais adequadas.

**Unitermos:** intubação, tubo endotraqueal, via aérea

## REFERÊNCIAS

- de la Sierra Antona M, Lopez-Herce J, Ruperez M et al - Estimation of the length of nasotracheal tube to be introduced in children. *J Pediatr*, 2002;140:772-774.
- Amantea SL, Piva JP, Zanella MI et al - Rapid airway access. *J Pediatr*, 2003;79:(Suppl2): S127-S138.
- King BR, Baker MD, Braitman LE et al - Endotracheal tube selection in children: a comparison of four methods. *Ann Emerg Med*, 1993;22:530-534.
- Hofer CK, Ganter M, Tucci M et al - How reliable is length-based determination of body weight and tracheal tube size in the pediatric age group? The Broselow tape reconsidered. *Br J Anaesth*, 2002;88:283-285.
- Hartrey R, Kestin IG - Movement of oral and nasal tracheal tubes as a result of changes in head and neck position. *Anesthesia*, 1995;50:682-687.
- Kim KO, Um WS, Kim CS - Comparative evaluation of methods for ensuring the correct position of the tracheal tube in children undergoing open heart surgery. *Anesthesia*, 2003;58:889-893.
- Freeman JA, Fredricks BJ, Best CJ - Evaluation of a new method for determining tracheal tube length in children. *Anesthesia*, 1995;50:1050-1052.
- Bonow FP, Piva JP, Garcia PC et al - Assessment of intubation procedures at reference pediatric and neonatal intensive care units. *J Pediatr*, 2004;80:355-362.
- American Academy of Pediatrics, American Heart Association: Suporte Avançado de Vida em Pediatria, Dallas: Emergency Cardiovascular Care Programs 1998;4:1-22.
- Leone TA, Rich WR, Finer NN - Neonatal intubation: success of pediatric trainees. *J Pediatr*, 2005;146:638-641.
- Phipps L, Thomas NJ, Gilmore RK, et al. Prospective assessment of guidelines for determining appropriate depth of endotracheal tube placement in children. *Ped Crit Care Med* 2005; 6: 448-52