



**FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**



Lorena Aparecida de Brito Rodrigues

**O uso do modelo de floresta aleatória para quantificar preditores de
risco para requisitos de traqueostomia em pacientes sépticos.
Um estudo de coorte retrospectivo.**

Ribeirão Preto, SP

2020

Lorena Aparecida de Brito Rodrigues

O uso do modelo de floresta aleatória para quantificar preditores de risco para requisitos de traqueostomia em pacientes sépticos.

Um estudo de coorte retrospectivo.

Dissertação apresentada ao Programa de Clínica Cirúrgica da Universidade de São Paulo de Ribeirão Preto para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde

Área de Concentração: Clínica Cirúrgica

Orientador: Anibal Basile Filho

Ribeirão Preto, SP

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Rodrigues, Lorena Aparecida de Brito

O uso do modelo de floresta aleatória para quantificar preditores de risco para requisitos de traqueostomia em pacientes sépticos. Um estudo de coorte retrospectivo. Ribeirão Preto, 2020.

46 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Clínica Cirúrgica.

Orientador: Filho Basile, Anibal.

1. SAPS3. 2. SOFA. 3. Traqueostomia. 4. Sepsis. 5. Desfecho. 6. UTI.

Nome: Rodrigues, Lorena Aparecida de Brito

Título: O uso do modelo de floresta aleatória para quantificar preditores de risco para requisitos de traqueostomia em pacientes sépticos. Um estudo de coorte retrospectivo.

Monografia apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo como parte para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente á Deus por ter me dado saúde e força para superar dificuldades encontradas pelo caminho.

Ao meu querido orientador Prof. Dr. Anibal Basile Filho, a quem sou muito grata por ter me permitido essa oportunidade, toda paciência e confiança a mim depositada.

A Minha Família em especial minha mãe, Maria Aparecida Borges R. de Brito, por sempre me apoiar nesse sonho que se tornou não só meu, mas nosso.

Ao Secretário Ronaldo Vicente Martins por toda ajuda.

Aos meus amigos, em especial ao Dr Carlos Ferrarini por ter me apresentado ao meu orientador e por todo incentivo.

A Fundação de Amparo ao Ensino, Pesquisa e Assistência (FAEPA) do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto Escola de Medicina da Universidade de São Paulo, Brasil, pelo apoio financeiro à publicação do estudo.

Á Todos o meu muito Obrigado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

RESUMO

Rodrigues, Lorena Aparecida de Brito. O uso do modelo de floresta aleatória para quantificar preditores de risco para requisitos de traqueostomia em pacientes sépticos. Um estudo de coorte retrospectivo [dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto;2020.

A busca de fatores de risco clínicos precoces no contexto dos cuidados intensivos pode melhorar a sobrevivência de pacientes criticamente enfermos. Os objetivos deste estudo retrospectivo é comparar os pacientes com sepse internados na UTI, identificando precocemente os preditores para os pacientes que teriam a necessidade de se submeter à traqueostomia e os quantificando. **Métodos:** Todos os dados de diagnóstico de chegada na UTI, bem como as variáveis clínicas e fisiológicas foram registradas. As curvas de calibração para o SAPS3 e o SOFA foram construídas para melhorar os seus desempenhos, sendo utilizado o teste de Hosmer-Lemeshow que se baseia na comparação entre as probabilidades preditas e os resultados observados. As comparações de dados demográficos e clínicos dos quinhentos e quarenta e quatro pacientes sépticos que foram divididos em dois grupos: não-traqueostomizados (NT) (n = 484) e traqueostomizados (T) (n = 60), constituindo em 241 (49,8%) para o grupo não traqueostomizados e 27 (45%) para o grupo traqueostomizados, foram realizados o teste para duas amostras independentes (*rank-sum*) de Mann-Whitney para as variáveis quantitativas e o teste exato de Fisher para as variáveis qualitativas. **Resultados:** A mediana e a diferença interquartil para a idade de NT grupo era de 72 anos [59-82] e T de 75 [55,0-83,5] (P = 0,4687). O SAPS 3 para o grupo NTxT foi de 70 [55-85] e 85,5 [77-91] (P = 0,0001), o sofá de 9 [6-13] e 12 [10-14] (P = 0,0002). A comparação da análise de regressão logística para preditores de grupos não-traqueostomia e de traqueostomia mostrou um odds ratio ajustado (OR) para o SAPS 3 entre 74 e 87 de 18,14 (95%IC = 3,36-97,84) e entre 88-116 de 27,77 (95%IC = 4,43-174,24) (P <0,05). Para o SOFA o OR ajustado entre 10-13 foi 12,23 (95%IC = 2,46-60,81) e entre 14 e 20 foi de 8,45 (95%IC = 1,58-45,29) (P <0,05). A necessidade de transfusões de sangue e diálise apresentaram um OR de 2,74 (95%IC = 1,23-6,08) e 3,33 (95%IC = 1,43-7,73) (P <0,05), respectivamente. **Conclusão:** Os nossos dados mostram que SAPS 3 \geq 74, SOFA \geq 11, transfusões de sangue e necessidade de diálise foram fatores

independentemente associados e podem ser considerados preditores para requisitos de traqueostomia em pacientes sépticos.

PALAVRAS CHAVE - SAPS 3, SOFA, traqueostomia, Sepsis, Desfecho, UTI.

ABSTRACT

Rodrigues, Lorena Aparecida de Brito. The use of the random forest model to quantify risk predictors for tracheostomy requirements in septic patients. A retrospective cohort study [dissertation]. Ribeirão Preto: University of São Paulo, Faculty of Medicine of Ribeirão Preto; 2020.

The search for early clinical risk factors in the context of intensive care may improve outcomes for critically ill patients. The aim of this retrospective study is to compare patients with sepsis outcomes admitted to the ICU, early identifying predictors for patients requiring tracheostomy and quantifying them. **Methods:** All data on the diagnosis of arrival at the ICU, as well as the clinical and physiological variables were recorded. The SAPS3 and SOFA calibration was built to improve the performance of the scores, using the Hosmer-Lemeshow test based on the comparison between the predicted probabilities and the observed results. Comparisons of demographic and clinical data of the five hundred and forty-four septic patients who were divided into two groups: non-tracheostomized (NT) (n = 484) and tracheostomized (T) (n = 60), consisting of 241 (49.8%) for the non-tracheostomized group and 27 (45%) for the tracheostomized group, were performed using the Mann-Whitney test for two independent samples for quantitative variables and Fisher's exact test for variables qualitative. **Results:** The median and interquartile age range difference of NT group was 72 years [59-82] and T of 75 [55.0-83.5] (P = 0.4687). The SAPS 3 for the NTxT group was 70 [55-85] and 85.5 [77-91] (P = 0.0001), the SOFA 9 [6-13] and 12 [10-14] (P = 0.0002). Comparison of logistic regression analysis for predictors of non-tracheostomy and tracheostomy groups showed an adjusted odds ratio (OR) for SAPS 3 range between 74 and 87 of 18.14 (95%CI = 3.36-97.84) and between 88-116 of 27.77 (95%CI = 4.43-174.24) (P <0.05). For SOFA OR adjusted between 10 and 13 was 12.23 (95%CI = 2.46-60.81) and between 14 and 20 was 8.45 (95%CI = 1.58-45.29) (P <0.05). The need for blood transfusions and dialysis presented an OR of 2.74 (95% CI = 1.23-6.08) and 3.33 (95%CI = 1.43-7.73) (P < 0.05), respectively. Conclusion: Our data showed that SAPS 3 \geq 74, SOFA \geq 11, blood transfusions, and the need for dialysis were independently associated and can be considered major predictors for tracheostomy requirements in septic patients.

KEYWORDS - SAPS 3, SOFA, tracheostomy, Sepsis, Outcome, ICU setting.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Características demográficas e clínicas de pacientes sépticos não-traqueostomizados e traqueostomizados internados em uma UTI adulto.

Tabela 2. Distúrbio do sistema clínico ou cirúrgico principal na admissão na UTI de pacientes sépticos não-traqueostomizados e traqueostomizados.

Tabela 3. Associação entre as variáveis não-traqueostomia e traqueostomia (preditores). Razões de chance bruta e ajustada (OR) obtidas da análise de regressão logística simples e múltipla, respectivamente. As variáveis quantitativas foram categorizadas em quartis.

Figura 1. Comparação das curvas ROC do SAPS 3, SOFA e Índice de Comorbidade de Charlson (CCI) para pacientes sépticos globais (A), não-traqueostomizados (B) e traqueostomizados (C) e os respectivos valores de AUC e 95%IC.

Figura 2. Curvas de sobrevida para tempo de permanência na UTI (A) e hospitalar (B) para pacientes sépticos não-traqueostomizados (NT) e traqueostomizados (T).

Figura 3. Comparação de diferentes faixas dos principais preditores de traqueostomia SAPS 3 e SOFA entre pacientes sépticos não-traqueostomizados (NT) e traqueostomizados (T). Os valores percentuais estão representados na Tabela 4.

LISTA DE SIGLAS

UTIs	unidades de cuidados intensivos
LOS	Tempo de permanência
SAPS 3	escore de fisiologia aguda simplificada 3
SOFA	avaliação sequencial falência de órgãos
CCI	índice de comorbidade de Charlson
DPOC	Doença pulmonar obstrutiva crônica
PAC	Pneumonia adquirida na comunidade
PAV	Pneumonia associada à ventilação mecânica
DRF	Distribuição de Floresta Aleatório
NT	Não-traqueostomizados
T	Traqueostomizados
ROC	Receptor de operação
AUC	Área sob a curva ROC
OU	Odds ratio
CI	Intervalo de confiança
MAP	Pressão arterial media
PaO2	Pressão parcial de oxigênio no sangue arterial
PaCO2	Pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial
FiO2	Fracção inspirada de oxigênio
CART	Classificação e modelo de árvore de regressão
Asia	Associação Americana de lesões na Coluna Vertebral
AAMS	Asia Motor Score na Admissão
CSCI	lesão da medula espinhal cervical
ISS	Injury Severity Score
ER	Sala de emergência
TQT	Traqueostomia
IOT	Intubação orotraqueal

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO.....	15
2.0 HISTÓRIA DA TQT.....	16
2.1 Indicações da Traqueostomia.....	17
2.2 Complicações da Traqueostomia.....	18
2.3 Tempo da realização da Traqueostomia.....	19
2.4 Classificação da Traqueostomia.....	20
3.0 SEPSE.....	21
4.0 OBJETIVO.....	24
5.0 METODOS.....	25
5.1 Desenho do Estudo e Definição.....	25
5.2 Pacientes e variáveis coletadas.....	25
5.2 Análise estatística.....	26
6.0 RESULTADOS.....	28
7.0 DISCUSSÃO.....	35
8.0 CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1.0 INTRODUÇÃO

Retirar o paciente da ventilação mecânica (VM) pode ser mais difícil que mantê-lo. O processo de retirada do suporte ventilatório ocupa ao redor de 40% do tempo total de VM.^[1] Considerando isso, a traqueostomia precoce (TQTP) pode ser um procedimento indicado para facilitar esse processo.

Durante muito tempo não foi possível definir o papel da traqueostomia (TQT) no desmame ventilatório e o momento certo de realizá-la, porém o uso da traqueostomia precoce no curso da insuficiência respiratória pode reduzir o risco da extubação precoce e as complicações associadas à reintubação ^[2], assim como facilitar o acesso às vias aéreas em pacientes que dependem de VM. ^[3]

A traqueostomia é um dos procedimentos cirúrgicos mais frequentes realizados em uma unidade de terapia intensiva (UTI), sendo realizada em cerca de 10% dos pacientes críticos que necessitam de ventilação mecânica. ^[4,5] Como seu uso, o paciente pode ter sua transferência precoce da UTI para uma unidade intermediária e posteriormente para seu domicílio, sendo que seu uso pode fornecer uma via aérea mais segura para ventilação, especialmente para pacientes dependentes de ventilador.

A realização da traqueostomia tornou-se uma alternativa viável à intubação endotraqueal prolongada, com os benefícios de melhorar o conforto do paciente, maior facilidade para a aspiração de secreções pulmonares, redução de sedação, diminuição da resistência das vias aéreas, facilitando o cuidado e a manutenção das mesmas, conseqüentemente um melhor desempenho no desmame ventilatório. ^[6]

No entanto, algumas questões ainda permanecem incertas na literatura envolvendo traqueostomia, sendo um dos principais questionamentos quanto ao tempo certo da sua realização, se precoce ou tardia; a incidência de pneumonias, duração do desmame e quanto as suas indicações e quais deles são mais propensos a apresentar maiores benefícios aos pacientes. ^[7,8,9, 10]

Em várias situações clínicas como por exemplo nos pacientes neurológicos ^[11,12] alguns fatores de risco foram descritos, como por exemplo idade, comorbidades, tempo de internação, complicações pulmonares, tempo de ventilação mecânica.^[11] Portanto, podem ser considerados comuns, mas existe a possibilidade de haver outras variáveis que possam ser classificadas como fatores de risco.

2.0 HISTÓRIA DA TRAQUEOSTOMIA

Em 1883, durante a epidemia de difteria ocorrida na Europa, a traqueostomia foi resolutiva em 25% dos casos de obstrução da via aérea superior. A traqueostomia era o procedimento de escolha para assegurar uma via respiratória livre em situações de emergência. Porém, não era plenamente aceita, pois o procedimento era associado à alta mortalidade. A traqueostomia era a última opção, praticamente realizada no final da sufocação nos casos de difteria, corpos estranhos, traumas e afecções inflamatórias agudas, tuberculose e sífilis laríngeas. Nessa época foram descritos diversos métodos cirúrgicos e, ao longo do tempo, instrumentos foram criados e aperfeiçoados. [13-16]

De acordo com os autores, com o controle da difteria, a traqueostomia foi sendo abandonada. Contudo, em 1909, Chevalier Jackson sistematizou e definiu as indicações, o autor recomendava a abertura da traquéia na parede anterior entre o segundo e o terceiro anel. Ao longo do tempo poucas foram as modificações. Com a epidemia de poliomielite, no início da década de 50, o interesse pela traqueostomia aumentou. Houve a necessidade crescente durante a ventilação mecânica e o aprendizado foi grande em relação às indicações e as complicações da traqueostomia.

Após 1960, com os avanços em terapia intensiva e com avanços nas técnicas deste procedimento, a traqueostomia passou a ser rotineiramente realizada nos pacientes sob ventilação mecânica. Com o conhecimento e a experiência adquirida o procedimento foi simplificado e passou a se realizado no próprio leito das unidades de tratamento intensivo, quase sempre dispensando o transporte até a sala de operações. [13-15]

O conceito de via aérea artificial é definido como a colocação de uma prótese por vias nasal, oral ou transtraqueal que permite a passagem de gases respiratórios com o objetivo de evitar complicações associadas à hipóxia e à hipoventilação, promovendo acesso a instituição de ventilação mecânica, protegendo os pulmões contra a aspiração de conteúdo de secreções gástricas e permitindo acesso direto para a realização higiene brônquica e administração de medicamentos. [17]

A primeira traqueostomia percutânea foi tentada em 1955. Inicialmente, foi rejeitada, pois ocorreram complicações e mortes secundárias a laceração de estruturas vitais. Em 1985, Ciaglia e cols.[18] descreveram a inserção de um fio guia

na traquéia seguida de dilatações seqüenciais até a inserção da cânula na luz traqueal. Os resultados iniciais foram animadores e técnicas baseadas no método de Seldinger foram surgindo, inclusive com a perspectiva de serem realizadas por médicos não especialistas. Entretanto, o entusiasmo arrefeceu com a descrição de várias complicações graves, tais como: falso trajeto, pneumotórax e mortes. Até o momento, não foram publicados estudos prospectivos randomizados e definitivos que comprovem a superioridade da traqueostomia percutânea sobre a traqueostomia aberta. [19-21]

Entre as opções de via aérea artificial encontram-se o tubo endotraqueal e a traqueostomia. A traqueostomia consiste em uma abertura e exteriorização da luz traqueal criando uma comunicação com o exterior. Estudos apontam algumas vantagens da traqueostomia em relação á intubação prolongada, como maior conforto do paciente, [22] via aérea mais segura, [23] menor incidência de lesões laringotraqueais [24], facilitação do desmame ventilatório e redução do tempo de ventilação mecânica. [25]

A traqueostomia é um procedimento muito corriqueiro nos hospitais, sendo considerada a cirurgia mais realizada nos pacientes críticos que necessitam de suporte ventilatório prolongado. [1] Tratando-se de um procedimento cirúrgico, que requer cuidados específicos quanto ao seu manejo e desdobramentos clínicos advindos de sua utilização. Os riscos e complicações relacionados à traqueostomia podem ser imediatos (hemorragia e perda da via aérea), ao curto prazo (bloqueio parcial/completo ou deslocamento da cânula) e ao longo prazo (traqueomalácia, estenose traqueal e problemas relacionados ao estoma), sendo determinantes para o desfecho clínico dos pacientes. [26]

2.1 Indicações da Traqueostomia

São bem conhecidas as indicações e também os benefícios para a realização da traqueostomia, porém as complicações e os riscos ainda necessitam de melhores esclarecimentos. [27-28]

Basicamente, existem quatro situações que indicam a realização de traqueostomia: prevenção de lesões laringotraqueais pela intubação translaríngeal prolongada; desobstrução da via aérea superior, em casos de tumores, corpo estranho ou infecção; acesso à via aérea inferior para aspiração e remoção de

secreções; e aquisição de via aérea estável em paciente que necessita de suporte ventilatório prolongado. A substituição do tubo endotraqueal pela cânula de traqueostomia ainda acrescenta benefícios, proporcionando conforto e segurança do paciente. [29]

A principal indicação da TQT é diminuir o desconforto com a via aérea artificial e facilitar a remoção de secreções pulmonares, sendo que esses benefícios podem possibilitar a redução do tempo de ventilação artificial, a incidência de pneumonia e o tempo de internação. [2,3] Pelas vantagens apresentadas, muitos médicos têm adotado a TQT na prática clínica, enquanto outros utilizam este procedimento somente em algumas raras circunstâncias. [30-32] Outras indicações da TQT incluem evitar complicações da intubação endotraqueal (IOT), como lesões laríngeas (p. ex.: edema e estenose) oferecendo vantagens, como a facilitação do desmame em pacientes que permanecem sob VM em longo prazo, facilitação dos cuidados da enfermagem, diminuição do deslocamento da cânula e promoção de conforto ao paciente que inclui a possibilidade de falar e alimentar-se por via oral. [33-35]

2.2 Complicações da Traqueostomia

A literatura descreve as complicações da TQT desde intraoperatórias até pós-operatórias tardias que podem ser minimizadas com treinamento profissional para seu manuseio, utilização de materiais para os cuidados e autocuidado do paciente. As principais complicações são: hemorragia, pneumotórax, enfisema cirúrgico, infecção local, deslocamento da cânula traqueal (devido ao ato cirúrgico ou peso e posicionamento do circuito do ventilador mecânico), extremidade da cânula bloqueada caso esteja pressionada contra a carina ou a parede traqueal, obstrução do tubo por secreção, herniação do balonete (causando obstrução da cânula), irritação traqueal, ulceração e necrose (causadas pela hiperinsuflação do balonete ou excessiva movimentação da cânula), traqueomalácia, estenose traqueal, fistula traqueoesofágica e infecção da árvore traqueobrônquica. [36]

Torna-se oportuno também, destacar que muito embora a TQT seja um procedimento considerado comum e de evidentes possibilidades de benefícios, não se pode desconsiderar a possibilidade de complicações resultantes deste tratamento, como destacam os autores abaixo.

As complicações da traqueostomia são consideradas em três etapas: imediata, breve e tardia. Imediata: hemorragia, dano estrutural da traqueia, falha do procedimento, evento aspirativo, embolia de ar, perda da via aérea, morte, hipoxemia, hipercapnia. Breve: hemorragia, deslocamento do tubo, pneumotórax, pneumomediastino, enfisema subcutâneo, ulceração do esôfago, infecção do esôfago, decanulação acidental, disfagia. Tardia: estenose traqueal, tecido de granulação, traqueomalácia, pneumonia, evento aspirativo, fístula traqueoarterial, fístula traqueoesofágica, decanulação acidental, disfagia. A complicação precoce mais comum foi sangramento, seguido de enfisema subcutâneo e obstrução da via aérea. Em nenhum estudo foi relatado morte durante ou por complicações da traqueostomia. [37,6]

Apesar da possibilidade destas ocorrências, a traqueostomia ainda se mostra necessária e funcional em casos envolvendo “pacientes criticamente doentes que requerem ventilação mecânica prolongada para insuficiência respiratória aguda e para problemas nas vias aéreas”. [37]

2.3 Tempo da realização da Traqueostomia

Apesar de ter indicações muito definidas da traqueostomia em pacientes dependentes de ventilação mecânica prolongada, não existe consenso na literatura sobre quanto tempos após a intubação deve-se realizar o procedimento, mas sabe-se que considerar a doença de base é muito importante. Pacientes com traumatismo raquimedular, cranioencefálico, rebaixamento de nível de consciência (Glasgow>8), portadores de doenças neuromusculares, acidente vascular encefálico com impossibilidade de proteção das vias aéreas devem ser considerados para realização da traqueostomia precoce. [38]

A grande vantagem da traqueostomia precoce nestes pacientes quando comparada a traqueostomia tardia está na redução das taxas de pneumias associadas à ventilação mecânica, menor tempo de ventilação mecânica e menor tempo de permanência na unidade de terapia intensiva. [39]

Apesar das vantagens da traqueostomia no contexto de ventilação mecânica prolongada, o tempo ideal para a traqueostomia tem permanecido controverso^[40-41]. Estudos observacionais documentaram considerável variabilidade no tempo de traqueostomia. Uma conferência de consenso sobre as vias aéreas artificiais em pacientes em ventilação mecânica fez a seguinte recomendação: “A duração adequada da intubação translaríngea não pode ser definida atualmente”. [28]

O consenso da conferência da *National Association of Medical Directors of Respiratory Care* – Suíça em 1989 sugeriu que até 10 dias a intubação translaríngea deve ser priorizada e que a traqueostomia deve ser realizada após 03 semanas de ventilação mecânica, quando o prognóstico da extubação translaríngea não é claro ou determinado, sendo indispensável a avaliação diária para determinar o momento da substituição pela traqueostomia nos indivíduos intubados. Por último, os especialistas já recomendavam que a tomada de decisão por traqueostomia deve ser precoce [28].

A Sociedade Francesa de Medicina Intensiva em 1992 recomendou que a decisão para realizar a traqueostomia deveria ser tomada entre o quinto ao sétimo dia, se a duração da ventilação mecânica for estimada em mais de 15 dias. [19]

O III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica recomenda que a traqueostomia quando realizada precocemente (até 48 horas após o início da ventilação mecânica (VM)) em pacientes que necessitarão de VM por mais de duas semanas reduz a mortalidade, a pneumonia associada à VM e os tempos de VM e de internação na UTI. [42]

As literaturas referentes apontam uma porcentagem considerável de complicações relacionadas ao uso da traqueostomia, as quais foram consideradas grave, no entanto, o conhecimento produzido sobre este assunto ainda não dá conta de esclarecer as dúvidas sobre os reais fatores de risco inerentes a prática da traqueostomia, daí a relevância do presente estudo para a compreensão e melhor utilização deste procedimento. [43]

2.4 Classificação da Traqueostomia

Didaticamente, a traqueostomia pode ser classificada de acordo com o objetivo a que se propõe: quanto à finalidade, quanto ao tempo apropriado para realizá-la e quanto ao tempo de permanência. [6]

A traqueostomia pode ser preventiva, curativa e paliativa quando classificada de acordo com sua finalidade, sendo a preventiva aquela realizada em associação a outros procedimentos que podem vir a causar obstrução parcial ou total das vias aéreas, como por exemplo, no caso de ressecções de tumores na orofaringe que podem gerar edemas obstrutivos. A curativa é aquela que garante a manutenção da via aérea, por exemplo, nas situações de obstruções de laringe por neoplasias.

Quando utilizada em paciente terminal, ou seja, sem possibilidade de tratamento, com o intuito de promover conforto respiratório, é realizada a traqueostomia paliativa. Além disso, pode ser classificada de acordo com o momento de sua realização, sendo nesse caso, de urgência ou eletiva. [44]

A primeira refere-se ao procedimento nos pacientes que necessitam de intervenção rápida devido ao quadro de obstrução com insuficiência respiratória, Como na asfixia por corpo estranho glótico. Nesses momentos, a indicação exata é a cricotireostomia, porém existem situações onde se deve dar preferência à traqueostomia devido ao risco de promover lesão iatrogênica na laringe, como é o caso das crianças, ou piorar uma lesão já existente, como no caso de trauma de laringe. [44]

A segunda é realizada com o paciente previamente intubado. Ultimamente, tem-se analisado qual deve ser a melhor época para a sua realização nos indivíduos em ventilação mecânica prolongada. Estudos de meta análise mostram que quanto antes se realizar a traqueostomia, mais cedo o paciente é retirado do respirador e conseqüentemente, a alta da unidade de terapia intensiva é mais precoce. [45,46]

Por último, ainda podem ser consideradas precoces e tardias de acordo com o tempo até sua realização. Porém, não há consenso do que é traqueostomia precoce e tardia. [44].

Quanto ao tempo de permanência, as traqueostomias podem ser temporárias ou definitivas. São temporárias aquelas que em pouco tempo são fechadas, enquanto que, as definitivas passam a ser a via de ventilação permanente, como ocorre com os laringectomizados totais. [44]

3.0 SEPSE

A palavra “ sepsis” deriva do grego septikós que se refere á decomposição de animal ou vegetal ou a matéria orgânica na presença de bactérias. A primeira utilização de sepsis no contexto médico ocorreu há mais de 2.700 anos atrás, nos poemas de Homero. Apesar da modernização das unidades de terapia intensiva com a presença de profissionais cada vez mais preparados e de toda a evolução tecnológica e científica que ocorreu nos últimos 10 anos, a sepsis continua sendo um grande desafio para a medicina contemporânea. A mortalidade pode variar de 20 a 89%. [47]

A sepse é uma síndrome extremamente prevalente, com elevada morbidade e mortalidade e altos custos. Seu reconhecimento precoce e tratamento adequado são fatores primordiais para a mudança deste cenário. As novas definições de sepse e choque séptico, baseadas num consenso produzido por 17 especialistas mundiais, foram recentemente divulgadas pelo *The Journal of the American Medical Association* (JAMA). Sendo assim, agora os termos utilizados são: infecção, sepse e choque séptico. [48]

Segundo as novas definições de Sepse: Infecção sem Disfunção: Infecção suspeita ou confirmada, sem disfunção orgânica, de forma independente da presença de sinais de SRIS. Sepse: Infecção suspeita ou confirmada associada a disfunção orgânica, de forma independente da presença de sinais de SRIS. Choque séptico: Sepse que evoluiu com hipotensão não corrigida com reposição volêmica (PAM ≤ 65 mmHg), de forma independente de alterações de lactato. [49]

A sepse é o resultado de uma reação imunológica sistêmica e aguda a uma série de agressões, em particular a infecção bacteriana. Esta resposta leva à ativação de uma série de mediadores, incluindo as citocinas, os leucócitos e a cascata da coagulação. Assim, a sepse é uma condição clínica em que existem evidentes ligações moleculares entre a inflamação e a coagulação. Tanto a inflamação como a trombose podem ser desencadeadas pelas interações entre as células circulantes, tais como linfócitos, plaquetas, células vasculares, células endoteliais e células do músculo liso, as quais sob ativação ou apoptose podem levar à liberação de micropartículas (MPs) circulantes. [47]

Além dos aspectos fisiopatológicos existem evidências fundamentadas de que a intervenção precoce pode reduzir a mortalidade na sepse grave e, dessa forma, várias unidades de terapia intensiva têm buscado aprimorar a qualidade do manejo clínico de pacientes sépticos. Em 2002, a Sociedade Médica de Terapia Intensiva Americana (*Society of Critical Care Medicine - SCCM*) e a europeia (*European Society of Intensive Care Medicine - ESICM*), juntamente do Fórum Internacional de Sepse, iniciaram uma Campanha de Sobrevivência à Sepse. Esta iniciativa ficou conhecida como *Surviving Sepsis Campaign (SSC)* e encontra-se fundamentada em seis pilares: 1) implementar sepse-vigilância; 2) aprimorar o diagnóstico precoce e seguro; 3) estabelecer protocolos para tratamento e intervenção precoces; 4) criar programas de educação profissional continuada; 5) programar estratégias de terapia pós-UTI; 6) desenvolver padrões globais de terapia intensiva. [47]

O tratamento da sepse está baseado em: terapias precoces direcionada (dentro das 6 principais horas), ventilação protetora dos pulmões, resolução de processos instalados localizados e tratáveis por intervenções médicas (drenagens de coleções, abscessos etc.) e no uso adequado de antibióticos. ^[47]

Seguindo esse mesmo pensamento de tratamento precoce, que sugerimos a traqueostomia precoce para esses pacientes, quando os mesmos apresentarem os preditores de risco aqui identificados e quantificado, prevenindo assim as PAVs, um aumento no tempo de internação hospitalar, tanto em UTI como em enfermarias e as demais complicações que podem vir acontecer nesse tempo. Tudo isso tendo em vista que a partir de uma traqueostomia o desmame ventilatório se torna mais fácil e seguro. Mesmo com o uso rotineiro desse procedimento, faltam dados referentes aos fatores de risco que levam os pacientes sépticos a necessitar de traqueostomia.

4.0 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi identificar preditores de risco precoce para pacientes sépticos que necessitam de traqueostomia, por intermédio do modelo estatístico de floresta aleatória.

5.0 MÉTODOS

5.1 Desenho do Estudo e Definição

Este estudo retrospectivo de coorte foi realizado na Unidade de Terapia Intensiva do Hospital São Francisco, São Paulo, Brasil. Esta UTI terciária admite doentes adultos criticamente enfermos como casos clínicos ou cirúrgicos. O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto Escola de Medicina da Universidade de São Paulo (7076/2016).

5.2 Pacientes e variáveis coletadas

Os prontuários dos pacientes adultos sépticos foram divididos em dois grupos: não-traqueostomizados e traqueostomizados foram analisadas entre 2016 e 2018. Todas as traqueostomias foram realizadas exclusivamente na sala de cirurgia. As indicações e tempo de traqueostomia foram feitas com base em protocolos existentes na literatura. ^[6] O diagnóstico de sepse baseou-se na definição de consenso internacional de sepse / choque séptico (sépsis-3) que a define como disfunção orgânica com risco de vida causada por resposta desregulada do hospedeiro à infecção. ^[48,50,51] Os critérios de diagnóstico empregados para pneumonia associada ao ventilador foi estabelecido por normas internacionais.

A pneumonia associada à ventilação mecânica (PAVM) é a infecção nosocomial mais comum no ambiente de cuidados intensivos. O diagnóstico de PAVM à beira do leito leva em consideração uma combinação de achados clínicos, radiológicos e laboratoriais. Dados microbiológicos são utilizados como uma tentativa de refinar a acurácia diagnóstica, dada a baixa especificidade dos critérios clínicos isoladamente. Esses critérios incluem: presença de infiltrado persistente novo ou progressivo OU consolidação OU cavitação; E pelo menos dois desses critérios: febre (temperatura axilar acima de 38°C), sem outra causa OU leucopenia (12.000 cel/mm^3) OU surgimento de secreção purulenta ou mudança das características da secreção OU aumento da secreção. ^[52]

Todos os dados foram recolhidos para o cálculo dos índices de prognóstico e variáveis fisiológicas durante as primeiras 24 horas após a admissão do paciente. Portanto, os dados de diagnóstico na chegada na UTI, comorbidades e características

clínicas foram documentados. As variáveis clínicas e fisiológicas, bem como o Índice de *Simplified Acute Physiology Score* (SAPS 3) ^[53], *Sequencial [Sepsis-related] Organ Failure Assessment* (SOFA) ^[54] e índice de comorbidade de Charlson (CCI) ^[55] foram registados. A calibração SAPS 3 e SOFA neste estudo foi construído para melhorar o desempenho das pontuações, e baseou-se na comparação entre as probabilidades preditas e os resultados observados, que são a base do teste de Hosmer-Lemeshow *goodness-of-fit* (de ajuste de regressão logística).

5.3 Análise estatística

As comparações de dados demográficos e clínicos dos pacientes (não-traqueostomizados e traqueostomizados) foram realizadas usando o teste para duas amostras independentes (*rank-sum*) de Mann-Whitney para as variáveis quantitativas e o teste exacto de Fisher para as variáveis qualitativas. Todas as variáveis foram apresentadas como mediana e intervalos interquartis ou como o número e (percentagem) em tabelas.

No presente estudo, as regras de classificação para o conjunto de dados foram baseadas em árvores de inferência condicional e análise de regressão logística. A principal finalidade das árvores de inferência condicionais é determinar um conjunto de condições *splits* lógicos que permitem a previsão precisa de classificação de pacientes em grupos com ou sem traqueostomia. ^[56]

Nesta análise, foram considerados os seguintes preditores quantitativos: idade, tempo de permanência na UTI, SAPS 3, SOFA, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), e hipotensão. Além disso, também foi incluído os seguintes preditores categóricos: gênero, desfecho na UTI, desfecho no hospital, diabetes, vasopressores na 1^o hora da admissão, o uso total de vasopressores, transfusão de sangue, necessidade de diálise, pneumonia adquirida na comunidade (PAC) e pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV). Os modelos baseados em árvores de inferência condicionais podem dividir os valores contínuos de acordo com pontos de corte otimizados que permitem classificar melhor os pacientes em diferentes grupos. O modelo baseado em árvores de inferência condicionais foi implementado, utilizando o pacote partykit. ^[57]

Um algoritmo de distribuição de floresta randomizada foi empregado para quantificar a importância de cada preditor na classificação. Florestas aleatórias são

conjuntos de árvores baseadas na inicialização de amostragem com reposição dos dados para treinar uma árvore e determinar o chamado *error bag* sobre os dados, mas não nesta amostra. 70% dos dados foram utilizados para a formação, e 30% para validação. Considerando-se que há um número diferente de pacientes com ou sem traqueostomia no conjunto de dados, o algoritmo sobreamostrado a classe minoritária (sem traqueostomia) para equilibrar a distribuição de classe. A função `h2o.floresta` aleatória do pacote R H2O foi utilizado para se ajustar o seu algoritmo para o conjunto de dados. Este pacote é capaz de realizar a aprendizagem de máquina e análise de dados usando um *framework* para amostras de origem aberta. [58]

Em alternativa, um modelo de regressão logística com seleção variável com base em *lasso* (menor encolhimento absoluto e seleção de operador) método foi utilizado para obter um subconjunto de preditores relevantes para classificar em doentes com ou sem traqueostomia. [59] Este modelo foi ajustado aos dados usando a função `glmnet` do software R.

A comparação de dados de SAPS 3, SOFA, CCI de pacientes não-traqueostomizados (NT), e traqueostomizados (T) foram analisados por meio da mediana e diferença interquartil. A capacidade de cada índice prognóstico SAPS 3, SOFA e CCI para prever a mortalidade foi analisada pela curva ROC (*receiver operating characteristics*). A área sob a curva ROC (AUC) e o intervalo de confiança (95%IC) foram usadas como uma medida da precisão global do índice. A comparação não paramétrica entre essas curvas foi testada tal como proposto por DeLong et al. [60] Para estimar e interpretar sobrevivência e/ou risco funções de sobrevivência versus os dados do tempo foi realizada em uma curva de Kaplan-Meier para os dois grupos de pacientes (não-traqueostomizados e traqueostomizados). O teste não paramétrico de Gehan-Wilcoxon foi utilizado para comparar estas duas curvas de sobrevivência. O nível de significância para os testes estatísticos foi de $p < 0,05$. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando MedCalc v.14 (Ostend, Bélgica) e software R v. 3.5.0 (*R foundation for Statistical Computing*, Viena, Áustria).

6.0 RESULTADOS

Quinhentos e quarenta e quatro pacientes foram estudados retrospectivamente que satisfazem os critérios adotados para o estudo (diagnóstico de sepse) entre 2877 pacientes internados na UTI no período analisado. Os grupos de não-traqueostomizados (n = 484) e traqueostomizados (n = 60) consistiu em 241 pacientes do sexo masculino / 243 do sexo feminino e 27 do sexo masculino (45%) / 33 do sexo feminino, respectivamente ($p = 0,4971$). A traqueostomia foi realizada no dia 9 [7-12] após a admissão UTI. A mediana e diferença interquartil de idade (em anos) de NT grupo foi de 72 [55-85] e T de 75 [55,0-83,5] ($p = 0,4687$). O CCI para o grupo foi de 2 NTxT [1-3] e 2 [1-3] ($p = 0,4894$), o SAPS 3 foi de 70 [55-85] e 85,5 [77-91] ($p = 0,0001$), o SOFA de 9 [6-13] e 12 [9-17] ($p = 0,0002$). A duração de permanência na UTI (UTI LOS) foi NT = 4 [2-8] e T = 12 [9-17]; O tempo de permanência hospitalar foi para o NT = 12 [6-22] e T = 28,0 [17-35,7] e os dias de ventilação mecânica NT = 5 [2-9] e T = 11 [8,5-16] foram todos significativamente maior para o grupo T, com valores de $p < 0,0001$ para essas três variáveis. As características demográficas e as restantes características clínicas são listadas na **TABELA 1**.

Tabela 1. Características demográficas e clínicas de pacientes sépticos não traqueostomizados e traqueostomizados internados em UTI adulto.

Variáveis	Não-Traqueostomizados n=484 (89%)	Traqueostomizados n=60 (11%)	Valor de P
Gênero M(%)/F	241(49.8)/243	27(45.0)/33	0.4971
Idade (Anos)	72[59-82]*	75.0[55.0-83.5]	0.4687
Índice de Comorbidade de Charlson (CCI)	2[1-3]	2[1-3]	0.4894
SAPS 3	70[55-85]	85.5[77-91]	0.0001
SOFA	9[6-13]	12[10-14]	0.0002
Tempo de Internação na UTI (dias)	4[2-8]	12[9-17]	<0.0001
Tempo de Internação no Hospital (dias)	12[6-22]	28[17-35.7]	<0.0001

Ventilação Mecânica(dias)	5[2-9]	11[8.5-16]	<0.0001
Mortalidade na UTI (%)	42.8	40.0	0.7821
Mortalidade no Hospital (%)	48.7	56.6	0.2748

*Resultado expressos em mediana [intervalo interquartil].

As principais condições clínicas que levaram à hospitalização na UTI foi a infecção pulmonar, presente em 64,9% de pacientes sépticos não-traqueostomizados e 60% de traqueostomizados. Os demais diagnósticos, o que corresponde aos critérios de admissão na UTI, estão descritos na **TABELA 2**.

Tabela 2. Distúrbio do Sistema Clínico ou Cirúrgico Principal na Admissão na UTI de Pacientes Sépticos Não-Traqueostomizados e Traqueostomizados

Distúrbios	Não-Traqueostomizados	Traqueostomizados
Infecções Pulmonares* n(%)**	190(39,3)	26(43,3)
Torácicas n(%)	38(7,8)	18(30,0)
Cardiovasculares n(%)	32(6,5)	3(5,1)
Gastrointestinal n(%)	56(11,4)	2(3,3)
Metabólicas n(%)	12(2,4)	-
Neurológicas n(%)	12(2,4)	4(6,6)
Urológicas n(%)	67(13,8)	2(3,3)
Dermatológicas n(%)	20(4,1)	2(3,3)
Oncológicas n(%)	5(1,0)	1(1,7)
Hematológicas n(%)	5(1,0)	-
Doenças Infecciosas n(%)	7(1,4)	1(1,7)
Vascular n(%)	11(2,7)	1(1,7)
Outras n(%)	29(6,2)	-

* Infecção Pulmonar = Pneumonia Adquirida na Comunidade e no Hospital antes da Internação na UTI.

** Resultados Expressos em Número de Casos (Porcentagem).

A **TABELA 3** mostra a análise de regressão logística múltipla para preditores de grupos não-traqueostomia e de traqueostomia. SAPS 3 \geq 74, SOFA \geq 11, transfusões de sangue e diálise mostraram associação significativa ($P < 0,05$) e foram associados de forma independente e pode ser considerada principais preditores de traqueostomia em pacientes sépticos.

Tabela 3. Associação entre variáveis não-traqueostomia e traqueostomia (preditores). Odds ratio bruto e ajustado (OR) obtidos a partir de análises de regressão logística simples e múltipla, respectivamente.

	Total	NT (n = 484)	T (n = 60)	OR BRUTO		OR AJUSTADO	
	%	%	%		95%IC		95%IC
Idade (anos)							
15 – 59	26,7	26,9	25,0	Ref. [§]		Ref.	
60 – 72	23,9	24,6	17,9	0,78	(0,33 – 1,82)	0,39	(0,14- 1,14)
73 – 82	26,2	26,1	26,7	1,11	(0,51 – 2,38)	0,45	(0,17 – 1,21)
83 – 96	23,2	22,4	30,4	1,46	(0,69 – 3,10)	0,55	(0,20 – 1,50)
Gênero							
Female	50,8	50,1	51,7	Ref.		Ref.	
Male	49,2	49,9	42,9	0,75	(0,43 – 1,32)	0,72	(0,38 – 1,37)
Resultado da UTI							
0	42,5	42,9	39,3	Ref.		Ref.	
1	57,5	57,1	60,7	1,16	(0,66 – 2,04)	3,18	(1,39 – 7,30)*
Resultado Hospitalar							
0	49,4	48,7	55,4	Ref.		Ref.	
1	50,6	51,3	44,6	0,76	(0,44 – 1,33)	0,60	(0,27 – 1,33)
SAPS 3							
30 – 57,8	25,0	27,3	5,4	Ref.			
57,9 – 73	26,5	27,7	16,1	2,96	(0,78 – 11,16)	3,47	(0,64 – 18,84)

74 – 87	23,9	22,6	35,7	8,07	(2,34 - 27,89)*	18,14	(3,36- 97,84)*
88 – 116	24,6	22,4	42,8	9,78	(2,87 – 33,35)*	27,77	(4,43 –74,24)*
SOFA							
0 – 6	25,6	28,2	3,6	Ref.		Ref.	
7 – 10	27,3	27,3	26,8	7,73	(1,73 – 34,43)*	4,64	(0,97 – 22,31)
11 – 13	22,8	20,7	41,1	15,64	(3,61 – 67,83)*	2,95	(2,46 -60,81)*
14 – 20	24,3	23,8	28,5	9,46	(2,13 - 41,99)*	8,45	(1,58-45,29)*
DPOC							
0	86,6	87,2	80,7	Ref.		Ref.	
1	13,4	12,8	19,3	1,62	(0,77 – 3,39)	1,87	(0,80 – 4,36)
	%	%	%				
	Total	NT (n = 484)	T (n = 60)	OR BRUTO		OR AJUSTADO	
	%	%	%		95%IC		95%IC
0	65,0	65,0	65,3	Ref.		Ref.	
1	35,0	35,0	34,7	0,98	(0,54 – 1,79)	1,14	(0,58 – 2,24)
Vasopressores							
0	42,9	45,3	21,4	Ref.		Ref.	
1	57,1	54,7	78,6	3,04	(1,57 – 5,90)*	0,97	(0,40 – 2,34)
Transfusão de Sangue							
0	86,8	88,2	75,0	Ref.		Ref.	
1	13,2	11,8	25,0	2,49	(1,28 – 4,84)*	2,74	(1,23 – 6,08)*
Diálise							
0	89,2	90,5	78,6	Ref.		Ref.	
1	10,8	9,5	21,4	2,59	(1,28 – 5,25)*	3,33	(1,43 – 7,73)*
PAM(mmHg)							
27 – 73	27,2	26,9	30,4	Ref.		Ref.	
74 – 84	23,4	23,6	21,4	0,80	(0,37 – 1,76)	0,70	(0,28 – 1,75)
85 – 96	24,7	25,1	21,4	0,76	(0,35 - 1,65)	1,04	(0,43 – 2,51)
97 – 139	24,7	24,4	26,8	0,97	(0,46 – 2,03)	1,23	(0,51 – 2,98)

PAC+PAH							
0	60,1	60,7	55,4	Ref.		Ref.	
1	39,9	39,3	43,3	1,24	(0,71 – 2,17)	1,48	(0,72 – 3,04)
PAV							
0	88,3	88,8	83,9	Ref.		Ref.	
1	11,7	11,2	16,1	1,52	(0,71 – 3,28)	1,27	(0,50 – 3,26)

§ ref. = categoria de referência (OR = 1,0); * associações significativas (P <0,05); PAM = pressão arterial média; LOS = tempo de permanência; PAC = pneumonia adquirida na comunidade; PAH = pneumonia adquirida no hospital; PAV = pneumonia associada ao ventilador; 0 = falso; 1 = Verdadeiro.

O teste de Hosmer-Lemeshow para SAPS 3, SOFA e CCI mostrou um nível de $p= 0,6445$, $0,7708$ e $0,0867$, respectivamente. Este resultado confirmou uma calibração adequada e um poder discriminatório aceitável para ambos os modelos. Na população geral do estudo ($n = 544$), a AUC e 95%IC para o SAPS 3, SOFA, e CCI foram $0,756$ ($0,718-0,792$), $0,774$ ($0,736-0,808$) e $0,582$ ($0,539-0,624$), respectivamente (Figura 1). A comparação par a par das curvas ROC entre os diferentes índices de prognóstico (SAPS 3, SOFA) não mostrou significância estatística. No entanto, a comparação destes com os índices de CCI foi estatisticamente significativa ($p <0,001$). A mesma abordagem descrita acima foi usada para pacientes não-traqueostomizados ($n = 484$, 89%), e pacientes traqueostomizados ($n = 60$, 11%). A comparação entre as curvas ROC para SAPS 3, SOFA e CCI mostrou resultados estatísticos semelhantes para pacientes não-traqueostomizados e traqueostomizados ($p <0,001$). As curvas ROC e os valores para a AUC (95%IC) para os diferentes índices prognósticos são descritos na **FIGURA 1**.

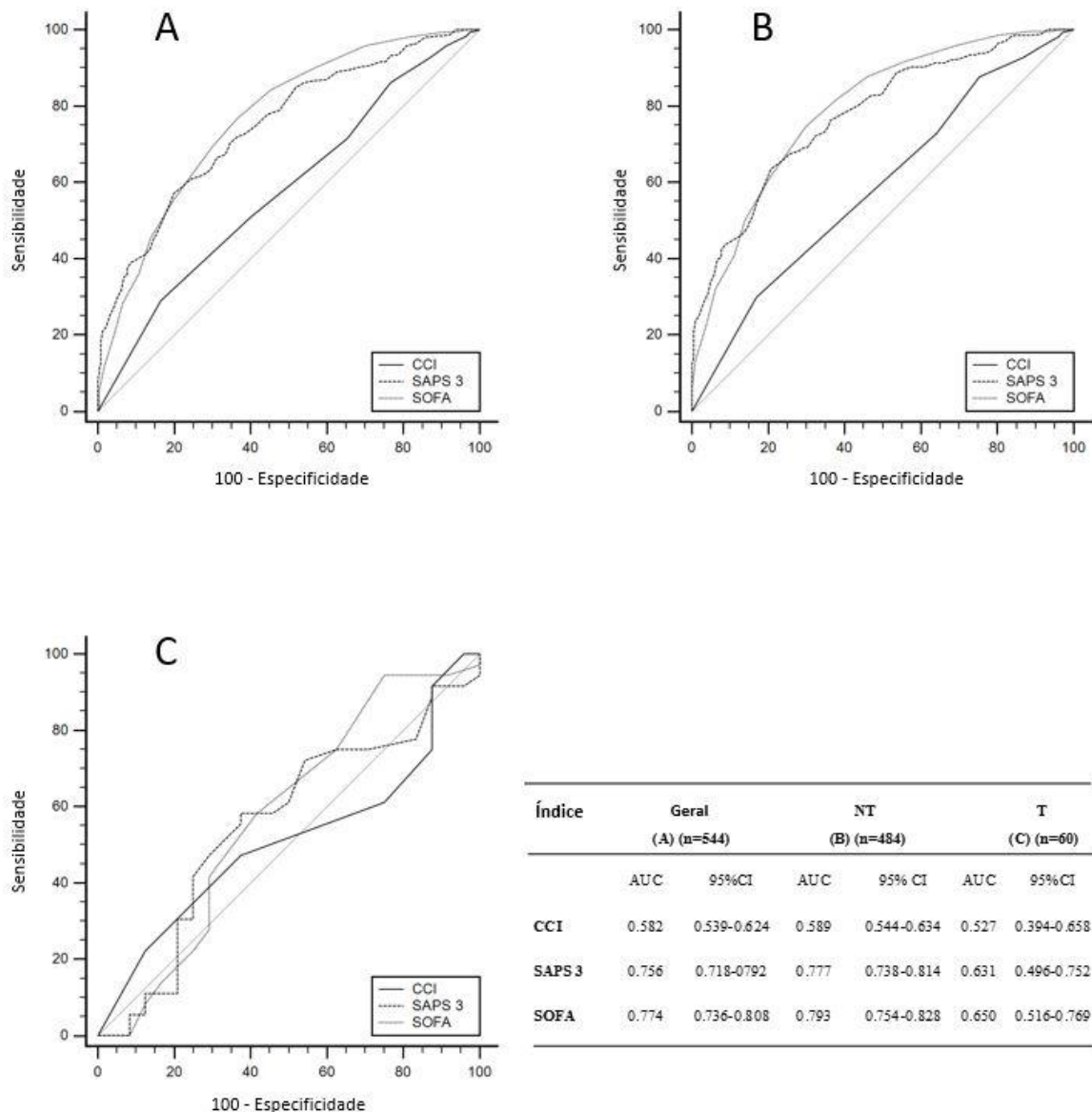


Figura 1. Comparação das curvas ROC do SAPS 3, SOFA e Índice de Comorbidade de Charlson (CCI) para pacientes sépticos globais (A), não-traqueostomizados (B) e traqueostomizados (C) e os respectivos valores de AUC e 95%IC.

A comparação das duas curvas de sobrevivência, o teste de Gehan-Wilcoxon foi realizado para determinar a ocorrência de diferenças na distribuição de sobrevivência para os dois tipos de pacientes (não-traqueostomizados vs traqueostomizados). A distribuição do tempo de sobrevivência para estes pacientes, considerando os tempos de permanência na UTI e hospitalar são estatisticamente diferentes ($P = 0,01$). Os valores (em dias) dos tempos de permanência na UTI foram 8 (7-9) e 15 (13-20) para NT versus T. Para a permanência hospitalar estes valores

foram de 22 (19-27) e 31 (28-42) para os pacientes não-traqueostomizados e traqueostomizados sépticos, respectivamente (**FIGURA 2**).

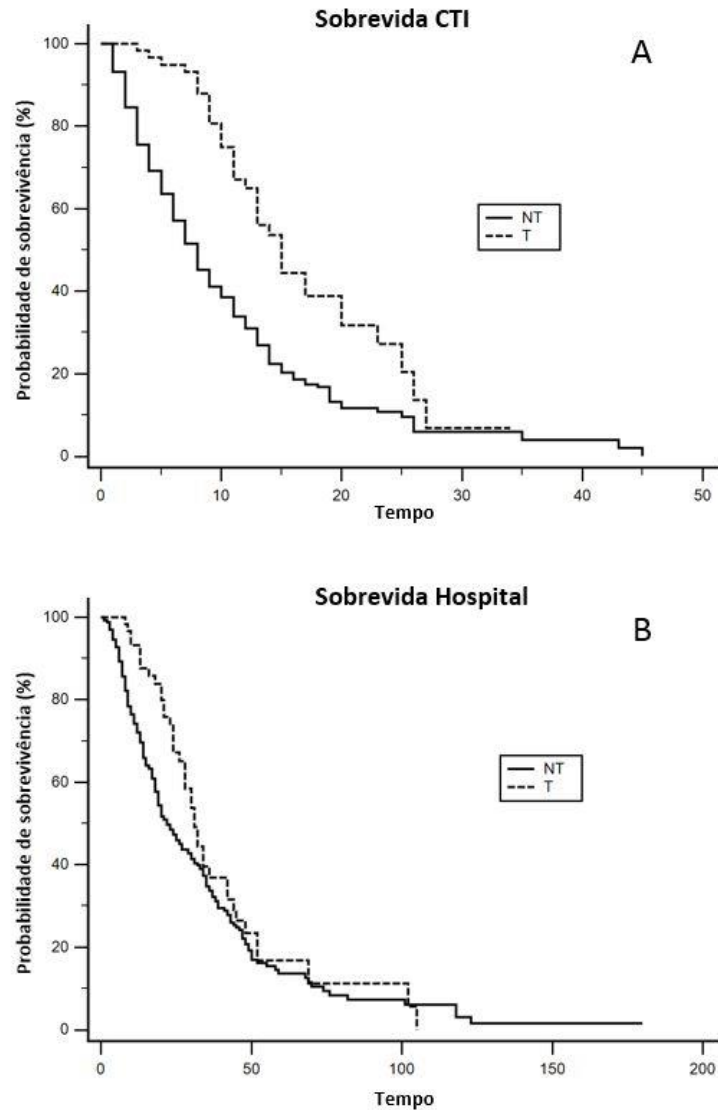


Figura 2. Curvas de sobrevida para tempo de permanência na UTI (A) e hospitalar (B) para pacientes sépticos não-traqueostomizados (NT) e traqueostomizados (T).

A comparação das diferentes percentagens para SAPS 3 e SOFA para grupos não-traqueostomia e de traqueostomia são demonstrados na **FIGURA 3**.

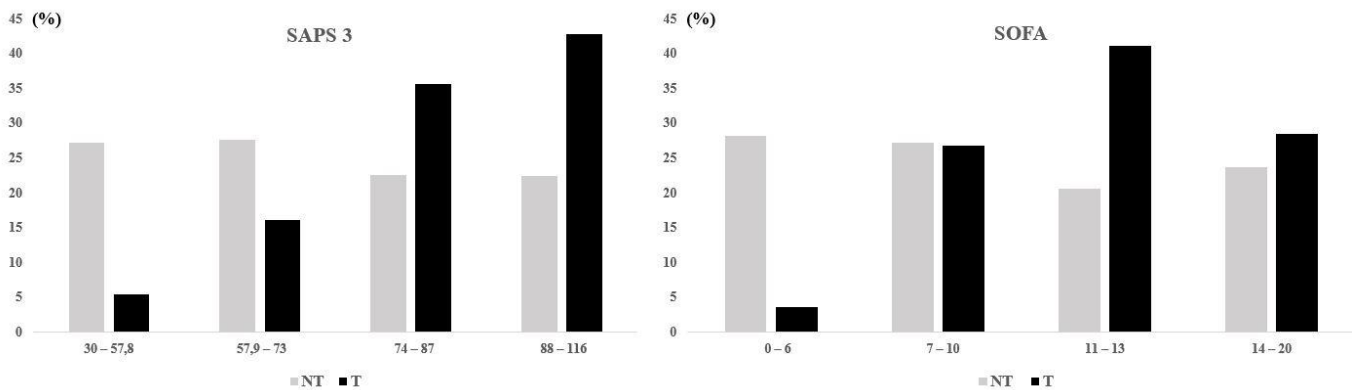


Figura 3. Comparação de diferentes faixas dos principais preditores de traqueostomia SAPS 3 e SOFA entre pacientes sépticos não-traqueostomizados (NT) e traqueostomizados (T). Os valores percentuais estão representados na Tabela 4.

7.0 DISCUSSÃO

Em um momento de crescentes custos de cuidados médicos em contraste com a escassez de recursos, estratégias médicas no intuito de melhorar os resultados dos pacientes na unidade de terapia intensiva são amplamente justificadas. A procura de factores de risco clínicos iniciais no paciente criticamente doente pode identificar quais pacientes que poderiam se beneficiar de intervenções, como por exemplo, de traqueostomia. Este procedimento tem a vantagem potencial de promover a capacidade de pacientes dependentes de ventilação para alcançar a ventilação espontânea por diferentes manobras, reduzir o espaço morto, e por ser mais confortável, permite que o paciente se alimente e fale com o auxílio de válvulas de fonação, além de melhorar o estado psicológico do paciente e sua mobilidade.

Investigadores demonstraram que pacientes sob ventilação mecânica que receberam traqueostomia geralmente apresentavam um longo tempo de permanência na UTI e no hospital, em comparação com pacientes que não necessitaram de traqueostomia. [61] Santana-Cabrera et al [8] estudaram a associação entre traqueostomia e os desfechos em 448 pacientes traqueostomizados. Os autores concluíram que a traqueostomia realizada na UTI foi associada a uma menor mortalidade na UTI, porém com taxas de permanência hospitalar mais elevadas. Por outro lado, em um estudo retrospectivo de 506 doentes admitidos para UTI que

requereram ventilação mecânica, Combes et al ^[62] observaram que 166 deles (32,8%) foram traqueostomizados após uma média de 12 dias de ventilação mecânica. Estes autores verificaram que os pacientes traqueostomizados tinham uma estadia na UTI superior (42 vs. 33%, $p = 0,06$) e mortalidade hospitalar também (48 vs. 37%, $p = 0,03$). A execução de uma traqueostomia foi independentemente associada a uma menor probabilidade de óbito na UTI (Odds ratio = 0,58, 95%IC = 0,37-0,90) e hospitalar, mesmo após o ajuste para outros fatores de risco importantes. Além disso, Frutos-Vivar et al ^[7], em um estudo prospectivo em 361 UTIs em 12 países com 5.081 pacientes ventilados mecanicamente durante mais de 12 horas, mostrou que 546 destes pacientes (10,7%) tiveram traqueostomia durante a permanência na UTI. A traqueostomia foi realizada em um tempo médio de 12 dias (diferença interquartil 7-17), a partir do início da ventilação mecânica. As variáveis associadas com o desempenho da traqueostomia foram a duração da ventilação mecânica, a necessidade de reintubação, além disso, estes autores mostraram que a estadia na UTI e no Hospital foi mais elevada para os pacientes traqueostomizados (21 vs. 7 dias e 36 vs. 15 dias, respectivamente). A traqueostomia foi independentemente relacionada com a sobrevivência na UTI (Odds ratio = 2,25, 95%IC = 1,72-2,86). A mortalidade hospitalar na UTI e hospitalar foram semelhantes (NT = 40% T = 39%).

Apesar das vantagens documentadas da traqueostomia para pacientes que necessitaram de ventilação mecânica prolongada, o momento ótimo para a colocação de traqueostomia pode ser diferente para cada paciente, com base no diagnóstico principal na admissão na UTI e continua a ser um desafio. ^[63] Geralmente, a traqueostomia é realizada assim que a necessidade de apoio das vias aéreas prolongada é reconhecida. Num estudo randomizado, de nome *TracMan*, Young et al. ^[64] demonstraram em 909 pacientes de várias UTIs que a ventilação mecânica prolongada (> 10 dias) representa uma necessidade de traqueostomia em torno de 50%. No nosso estudo a traqueostomia foi realizada em 9 dias, em média.

Os pacientes com doença neurológicas irreversíveis, tais como lesão da coluna cervical podem beneficiar de traqueostomia precoce em comparação com os pacientes com insuficiência respiratória reversível (pneumonia, DPOC exacerbada, trauma, sepse). Este estudo demonstrou que a traqueostomia precoce encurta o tempo de ventilação e a duração da estadia na UTI, e que pode reduzir a incidência de PAV. No entanto, o tempo ideal para a traqueostomia ainda é uma questão controversa.

Um consenso faz as seguintes recomendações: - a traqueostomia precoce deve ser considerada em pacientes com previsão de um tempo maior do que 21 dias em ventilação mecânica; - por outro lado, a traqueostomia deve ser desencorajada em previsões menos de 10 dias [6,7,65-67] Freeman et al [68] recomendam que os médicos devem diferir a colocação traqueostomia durante pelo menos 14 dias após o início de insuficiência respiratória aguda para segurar a necessidade de suporte ventilatório contínuo. No entanto, sub-populações de pacientes (por exemplo, aqueles com lesão neurológica aguda ou acidente vascular cerebral) podem ser beneficiadas de traqueostomia precoce.

O julgamento clínico para selecionar pacientes criticamente doentes que poderiam se beneficiar de um procedimento de traqueostomia deve ser adequadamente feita por médicos experientes. A identificação antecipada de tais pacientes pode alterar processos de tomada de decisão de submeter o paciente a uma traqueostomia precocemente para melhorar o resultado clínico, encurtando a duração da ventilação mecânica e, certamente, reduzindo o desconforto para o paciente provocado pelo tubo de via aérea oral para manutenção.

Pontuações foram desenvolvidos para prever se o paciente criticamente enfermo seria candidato a uma traqueostomia. Szeder et al [69] identificaram em seu estudo *TRACH score* os preditores clínicos e radiológicos para a traqueostomia em pacientes neurológicos com hemorragia intracerebral supratentorial ventilados mecanicamente. O *TRACH score* emprega a escala de coma de Glasgow e uma pontuação para certos achados radiológicos. De acordo com os autores, este escore foi preditivo para a realização de traqueostomia com uma AUC = 0,92. Além disso, o estudo concluiu, também, que todos os pacientes com uma pontuação TRACH > 2.0 necessitaram de traqueostomia.

Outra pontuação (escore *SET*) foi recentemente validado. Schonenberger et al. [70], em uma coorte de um único centro com 71 pacientes acometidos por acidente vascular cerebral grave, descobriu preditores de necessidade de traqueostomia com 64% de sensibilidade e 86% de especificidade. Contudo, estes autores recomendam que essa pontuação de traqueostomia deve ser combinada ao julgamento de médico experiente. Em um estudo retrospectivo de 345 pacientes consecutivos com tetraplegia aguda, Hou et al. [71] empregou uma regressão logística múltipla e um modelo de árvore de classificação e regressão (*CART*) para explorar preditores de traqueostomia. O modelo *CART* foi baseado na *American Spinal Injury Association*

(ASIA), e escore motor designado como pela *American Asia Motor Score (AAMS)*. Estes autores descobriram que os pacientes com $AAMS \leq 1$ apresentam uma maior probabilidade de requerer traqueostomia.

Assim, Lee et al. ⁽¹¹⁾ desenvolveram uma tomada de decisão para a realização de traqueostomia em 105 pacientes após uma lesão traumática da medula espinhal cervical. A traqueostomia foi realizada em 20% dos pacientes em média no quarto dia de hospitalização. Os pacientes que foram submetidos à traqueostomia tendiam a ser graves medidos pelo *Injury Severity Score (ISS)* e escala de coma de Glasgow, o que para este tipo de situação parece ser óbvio a intubação mais frequente na sala de emergência (SE). A regressão logística múltipla mostrou que a idade ≥ 55 anos, lesão acima C5, $ISS \geq 16$, acidente de carro, intubação na SE, foram fatores independentemente associados com necessidade de traqueostomia após lesão traumática da medula espinhal cervical. Os autores também apontaram que esses fatores podem prever se um paciente necessita de traqueostomia com 91,4% de precisão. Kollef et al. ^[2] a fim de identificar preditores clínicos de traqueostomia em um estudo prospectivo de 521 pacientes que necessitaram de ventilação mecânica na UTI por mais de 12 horas observaram que a mortalidade hospitalar sem traqueostomia foi maior do que aqueles que receberam traqueostomia (26,4 vs 13,7%, $P = 0,048$). 9.8% das pacientes necessitaram de traqueostomia em sua população de estudo.

Os dias de ventilação mecânica, de permanência na UTI e hospitalar eram mais longos em pacientes com traqueostomia. Portanto, a regressão logística demonstrou que a pneumonia nosocomial e reintubações variáveis independentes foram associadas com pacientes submetidos a traqueostomia e ventilação mecânica prolongada. Por outro lado, como mostrado anteriormente neste estudo, os dados pulmonares, tais como DPOC, PAC, a proteína VAP e gases sanguíneos análise e parâmetros de ventilação mecânica não foram capazes *per se* de detectar que os doentes podem se beneficiar de traqueostomia.

Os dados primários do nosso estudo compararam as características demográficas e clínicas dos pacientes sépticos não-traqueostomizados e traqueostomizados. Utilizamos um processo de aprendizado de máquina para o modelo de distribuição de floresta aleatória para estimar a razão de probabilidades de pacientes que podem se beneficiar de traqueostomia, com controle de variáveis, como descrito anteriormente. Esta abordagem nos permitiu identificar variáveis para análise de regressão logística multivariada e quantificar indicadores de risco precoce para

requisitos de traqueostomia em pacientes sépticos. Deve-se ter em mente que esses dados focam em pesquisa de quantificação de indicadores de risco para as necessidades de traqueostomia em pacientes sépticos e, portanto, não fornecem dados especificamente sugestivos da melhoria do desfecho da sepse.

Parece axiomático, presente em observações anteriores, que os pacientes mais doentes com escores de SAPS 3 e SOFA elevados são mais propensos a necessitar de traqueostomia. Por esta razão, nossa investigação é uma tentativa de quantificar quão doente (ou grave) o paciente é ao necessitar de uma traqueostomia. Assim sendo, os dados de nossa análise de aprendizagem de máquina mostraram que um escore de SAPS 3 > 74 e SOFA > 11 constituem-se em fatores de risco independente para a traqueostomia. Por outro lado, devemos tecer algumas considerações a respeito do Índice de Comorbidade de Charlson.^[72] Este índice composto de 19 comorbidades ajustadas para a idade não apresentou, na presente investigação, desempenho satisfatório como possível índice prognóstico de desfecho, motivo pelo qual nós não o utilizamos como co-variável na regressão logística empregada. Ainda, em virtude do nosso estudo ter como objetivo a identificação e a quantificação de fatores de risco precoces para a indicação de traqueostomia, não foram incluídas co-variáveis de risco tardias para não influenciar a regressão logística para a demais variáveis, tais como o tempo de permanência na UTI ou hospitalar. Por outro lado, é bem estabelecido que o tempo de ventilação mecânica prolongado é *per se* um indicativo de traqueostomia. Esses dados foram demonstrados na Tabela 1, onde todas essas variáveis já haviam apresentado diferença estatística significativa entre os pacientes sépticos não-traqueostomizados e traqueostomizados.

Este estudo tem algumas limitações. É um estudo efetuado em um único centro, o que limita a extensão dos resultados para outras populações e generalizações. Além disso, o desenho do protocolo foi de observação de coorte, i.e., retrospectivo. Finalmente o número de pacientes não foi muito grande, fator que pode interferir na amplitude do intervalo de confiança, sobretudo em algumas variáveis que foram subdivididas no desenho da floresta aleatória. No entanto, através deste estudo, nós gostaríamos de fornecer uma mensagem para intensivistas, anesthesiologistas e cirurgiões, indicando a importância de se investigar preditores ou fatores de risco para estimar as necessidades de traqueostomia em pacientes graves, mormente nos pacientes sépticos.

8.0 CONCLUSÕES

O uso do modelo de floresta aleatória distribuída para quantificar preditores de risco para grupos sem traqueostomia e com traqueostomia mostrou no presente estudo que SAPS 3, SOFA, transfusões de sangue e diálise foram independentemente associados à traqueostomia e podem ser considerados principais preditores de risco para os requisitos de traqueostomia em pacientes sépticos.

Também nos possibilitou estabelecer os valores de corte para o SAPS 3 ≥ 74 e o SOFA ≥ 11 , tendo assim mais precisão para saber se um paciente tem indicações de traqueostomia ou não. Podendo, ainda, por meio desses valores, ser uma importante ferramenta para ajudar na indicação desse procedimento precocemente para os pacientes sépticos, com o intuito de acelerar o processo de mobilização precoce desse paciente, reduzindo o tempo de sedação, o uso de neurobloqueadores musculares e evitando a polineuropatia do doente crítico. Evita-se também um aumento do tempo de permanência em UTI e hospitalar e do tempo de ventilação mecânica.

REFERÊNCIAS

- [1] Ferreira, LL; Cavenaghi, OM. Traqueostomia precoce no desmame da ventilação mecânica. Rev Bras Clin Med, São Paulo, 2011, p.432-6, 18 ago.
- [2] Kollef MH, Ahrens TS, Shannon W. Clinical predictors and outcomes for patients requiring tracheostomy in the intensive care unit. Crit Care Med 1999;27(9):1714-20.
- [3] Ahrens T, Kollef MH. Early tracheostomy--has its time arrived? Crit Care Med 2004;32(8):1796-7.
- [4] Silva, Thiago Barbosa. Traqueostomia em pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva de hospitais públicos do Distrito Federal: Prevalência, indicações, tempo para realização do procedimento e técnica. Brasília/DF. 21 de Março de 2014
- [5] Freeman BD; Stwalley D; Lambert D, et al. High resource utilization does not affect mortality in acute respiratory failure patients managed with tracheostomy. Respir Care 2013;58:1863–72.
- [6] Cheung NH, Nora; Napolitano LM. Tracheostomy: Epidemiology, Indications, Timing, Technique, and Outcomes. Resp Care Jun 2014;59:895–919.
- [7] Frutos-Vivar F; Esteban A; Apezteguía C, et al. International Mechanical Ventilation Study Group. Outcome of mechanically ventilated patients who require a tracheostomy. Crit Care Med 2005;33:290–98.
- [8] Santana-Cabrera I; Diaz-Mendonza C; Sánchez-Palacios M. Outcome for tracheostomized patients who requiring prolonged stay in intensive care unit. Inter J Crit Ill Inj Sci 2013;3:277–78.
- [9] Marsico P.S; Marsico G. A. Traqueostomia. Pulmão RJ, 2010;19(1-2):24-32.
- [10] Groves DS; Durbin CG Jr. Traqueostomia no paciente crítico: indicações, temporização e técnicas. Curr Opin Crit Cuidados 2007; 13 (01): 90 – 97.
- [11] Lee DS; Park CM; Carriere KC, et al. Classification and regression tree model for predicting tracheostomy in patients with traumatic cervical spinal cord injury. Eur Spine J 2017;26:2333–9.
- [12] Wang Y; Guo Z; Fan D, et al. A Meta-Analysis of the Influencing Factors for Tracheostomy after Cervical Spinal Cord Injury. Biomed Res Int 2018;5895830, 2018. eCollection 2018.
- [13] Pratt LW; Ferlito A; Rinaldo A. Tracheotomy: Historical Review. Laryngoscope. 2008; 118(9):1597-606.
- [14] Pahor AL. Ear, nose and throat in ancient Egypt. J Layngol Otol 1992; 106(7):773–9.

- [15] Meirelles RC; Neves-Pnto RM; Tomita S. História da Traqueotomia RSORL, Rio de Janeiro, v.5, n.1, p.4-9, jan./abr. 2005.
- [16] Carroll CM; Pahor A. The history of tracheotomy. J Ir Coll Physicians Surg. 2001;30(4):237-8
- [17] Machado MGR. Bases da Fisioterapia respiratória: terapia intensiva e reabilitação. In: Mota HG, Machado MGR. Cuidados com vias aéreas artificial. 1.ed. São Paulo: Guanabara Koogan,2008.p.213-6.
- [18] Ciaglia P; Firsching R; Syniec C. Elective percutaneous dilatational tracheostomy: a new simple bedside procedure; preliminary report. Chest. 1985; 87(6):715-9
- [19] Durbin jr CG. Tracheostomy: Why, When, and How? Respir Care. 2010; 55(8):1056-68.
- [20] Bacchetta MD; Girardi LN; Southard EJ; Mack CA; KoW; Tortolani AJ, et al. Comparison of open versus bedside percutaneous dilatational tracheostomy in the cardiothoracic surgical patient: outcomes and financial analysis. Ann Thorac Surg. 2005; 79(6):1879-85.
- [21] Antonelli M; Michetti V; Di Palma A, et al. Percutaneous translaryngeal versus surgical tracheostomy: arandomized trial with 1-yr double-blind follow-up. Crit Care Med. 2005; 33(5):1015-20.
- [22] Nieszkowska A; Combes A; Luyt CE; Ksibi H, et al. Impact of tracheotomy on sedative administration, sedation level, and comfort of mechanically ventilated intensive care unit patients. Crit Care Med 2005;33(11): 2527-33.
- [23] Goldenberg D; Ari EG; Golz A; Danino J; Netzer A; Joachims HZ. Tracheotomy complications: retrospective study of 1130 cases.Otolaryngol Head Neck Surg 2000; 123(4):495-500.
- [24] Stauffer JL; Olson DE; Petty TL. Complications and consequences of endotracheal intubation and tracheotomy. A prospective stydy of 150 critically ill adult patients. Am J Med 1981; 70(1): 65-76.
- [25] Hsu CI; Chen KY; Chang CH; Jerng JS; Yu CJ; Yang PC. Timing of tracheotomy as a determinant of weaning success in critically ill patients: a retrospective study. Crit Care 2005; 9(1): R46-52.
- [26] Fikkers FG; Fransen GA; van der Hoeven JG; briede IS; van den Hoogen FJ.Tracheostomy for long-term ventilated patients: a postal survey of ICU practice in the netherlands. Intensive care medicine, 2003. 29:1390-3.
- [27] Durbin CG Jr. Indications for and timing of tracheostomy. Respiratory care 2005;50:483-7

- [28] Horan T; Mateus S; Beraldo P; et al. Forced oscillation technique to evaluate tracheostenosis in patients with neurologic injury. *Chest* 2001;120:69-73.
- [29] Plummer, A.L. and D.R. Gracey. Consensus conference on artificial airways in patients receiving mechanical ventilation. *Chest*, 1989;96 (1): p. 178-80.
- [30] Heffner JE. Timing of tracheotomy in mechanically ventilated patients. *Am Rev Respir Dis* 1993;147(3):768-71.
- [31] Frutos-Vivar F; Esteban A; Apezteguía C, et al. Outcome of mechanically ventilated patients who require a tracheostomy. *Crit Care Med* 2005;33(2):290-8.
- [32] Ferguson ND. Tracheostomy for ventilated patients--not when, but in whom? *Crit Care Med* 2005;33(11):2695-6.
- [33] Engoren M; Arslanian-Engoren C Fenn-Buderer N. Hospital and long-term outcome after tracheostomy for respiratory failure. *Chest* 2004;125(1):220-7.
- [34] Wright SE; VanDahm K. Long-term care of the tracheostomy patient. *Clin Chest Med* 2003;24(3):473-87.
- [35] Rana S; Pendem S; Pogodzinski MS, et al. Tracheostomy in critically ill patients. *Mayo Clin Proc* 2005;80(12):1632-8.
- [36] Fikkers BG; Fransen GA; van der Hoeven JG; Briede IS; van den Hoogen FJ. Tracheostomy for long-term ventilated patients: a postal survey of ICU practice in the netherlands. *Intensive care medicine*, 2003. 29:1390-3.
- [37] Lassen HC. Um relatório preliminar sobre a 1952 epidemia de poliomielite em copenhagen, com especial referência para o tratamento da insuficiência respiratória aguda. *Lancet* 1953; 1 (6749): 37-41.
- [38] Palazzo RF; Aragon C. Traqueostomia: uma revisão atualizada. *Pulmão RJ*. 2011; 20(3): 39-42.
- [39] Terragni PP; Antonelli M; Fumagalli R, et al. Early vs late tracheotomy for prevention of pneumonia in mechanically ventilated adult ICU patients: randomized controlled trial. *JAMA* 2010; 303(15):1483-9.
- [40] Sogayar am, machado fr, rea-neto a, et al. A multicentre, prospective study to evaluate costs of septic patients in brazilian intensive care units. *Pharmacoeconomics* 2008;26(5):425-34.
- [41] Bittner ea, schmidt uh. O processo de liberação do ventilador: update na técnica, temporização e de terminação de traqueostomia. *Respir cuidados* 2012;57(10): 1626-1634.
- [42] III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. Coordenador: Marcelo B. P. Amato e Carlos R.R. Carvalho. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, vol. 33, Supl. 2, p. 54 – 70, 2007.

- [43] Goldwasser R. Et al. Desmame e interrupção da ventilação mecânica. Rev. Bras. Ter. Intensiva, 2007. 19(3): p384-392
- [44] Ricz HMAMF, F. V.; Freitas, L. C. C.; Mamede, R. C. M. Traqueostomia. Medicina 2011;44:7.
- [45] Griffiths J, Barber VS, Morgan L, et al. Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. BMJ 2005;330:1243
- [46] Dunham CM, Ransom KJ. Assessment of early tracheostomy in trauma patients: a systematic review and meta-analysis. Am Surg 2006;72:276-81.
- [47] Mook, M; Basile Filho, A; Alheira, R, G. Casos Clínicos em Terapia Intensiva: Treinamento para a prova de Título de Especialista da AMIB. 2.ed. Barueri, SP: Manole; São Paulo: AMIB- Associação de Medicina Intensiva Brasileira, 2014.p1020-1022.
- [48] Singer M; Deutschman CS; Seymour CW; et al. The Third International Consensus. Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA. 2016;315(8):801-810.
- [49] Fonte:<https://www.ilas.org.br/assets/arquivos/ferramentas/protocolo-de-tratamento.pdf>.
- [50] Shankar-Hari M; Phillips GS; Levy ML, et al. Sepsis Definitions Task Force: Developing a New Definition and Assessing New Clinical Criteria for Septic Shock: For the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA 2016;315:775–787.
- [51] Seymour CW; Liu VX; Iwashyna TJ, et al. Assessment of Clinical Criteria for Sepsis: For the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). JAMA 2016;315:762–74. Erratum in: JAMA 2016;315:2237.
- [52] Martin-Loeches I; Rodriguez AH; Torres A. New guidelines for hospital-acquired pneumonia/ventilator-associated pneumonia: USA vs. Europe. Curr Opin Crit Care 2018;24:347–52.
- [53] Moreno RP; Metnitz PG; Almeida E, et al. SAPS 3 Investigators. From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 2: Development of a prognostic model for hospital mortality at ICU admission. Intensive Care Med 2005;31:1345–55.
- [54] Vincent JL; Moreno R; Takala J, et al. The SOFA. (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the working group on sepsis-related problems of european society of intensive care medicine. Intensive Care Med 1996;22:707–10.

- [55] Charlson ME; Pompei P; Ales KL, et al. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis* 1987;40:373–83.
- [56] Speybroeck N. Classification and regression trees. *Int J Public Health* 2012;57:243–46.
- [57] Hothorn T; Zeileis A. partykit: A modular toolkit for recursive partytioning in R. *JMLR* 2015;16:3905–9.
- [58] Cook D. Practical machine learning with H2O: powerful, scalable techniques for deep learning and AI. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2016.
- [59] Tibshirani, R. Regression shrinkage and selection via the lasso. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)* 1996;58:267–88.
- [60] DeLong ER; DeLong DM; Clarke-Pearson DL. Comparing the area under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach. *Biometrics* 1988;44:837–45.
- [61] Kurek CJ; Cohen IL; Lambrinos J, et al Clinical and economic outcome of patients undergoing tracheostomy for prolonged mechanical ventilation in New York State during 1993: analysis of 6,353 cases under diagnosis-related group 483. *Crit Care Med* 1997;25:983–8.
- [62] Combes A; Luyt CE; Nieszkowska A, et al. Is tracheostomy associated with better outcomes for patients requiring long-term mechanical ventilation? *Crit Care Med* 2007;35:802–7.
- [63] Bösel J. Use and timing of tracheostomy after severe stroke. *Stroke* 2017;48:2638–43.
- [64] Young SR; Bouloux GF; Perez SD, et al. Does length of intubation before tracheostomy affect intensive care unit length of stay? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2017;124:525–8.
- [65] Freeman BD; Borecki IB; Coopersmith CM, et al. Relationship between tracheostomy timing and duration of mechanical ventilation in critically ill patients. *Crit Care Med* 2005;33:2513–20.
- [66] Young D; Harrison DA; Cuthbertson BH, et al. TracMan Collaborators. Effect of early vs late tracheostomy placement on survival in patients receiving mechanical ventilation: the TracMan randomized trial. *JAMA* 2013;309:2121–9.
- [67] Khammas AH; Dawood MR. Timing of Tracheostomy in Intensive Care Unit Patients. *Int Arch Otorhinolaryngol* 2018;22:437–42.
- [68] Freeman BD; Morris PE. Tracheostomy practice in adults with acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2012;40:2890–6.

[69] Szeder V; Ortega-Gutierrez S; Ziai W, et al. The TRACH score: clinical and radiological predictors of tracheostomy in supratentorial spontaneous intracerebral hemorrhage. *Neurocrit Care* 2010;13:40–6.

[70] Schönenberger S; Al-Suwaidan F; Kieser M, et al. The SETscore to Predict Tracheostomy Need in Cerebrovascular Neurocritical Care Patients. *Neurocrit Care* 2016;25:94–104.

[71] Hou YF; Lv Y; Zhou F, et al. Development and validation of a risk prediction model for tracheostomy in acute traumatic cervical spinal cord injury patients. *Eur Spine J* 2015;24:975–84.

[72] Charlson ME; Pompei P; Ales KL; MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: Development and validation. *J Chronic Dis*; 1987;40:373-383.