

ÉCHEC D'EXTUBATION CHEZ LES BRÛLÉS: INCIDENCE, FACTEURS DE RISQUE ET PRONOSTIC

EXTUBATION FAILURE IN BURNS: INCIDENCE, RISK FACTORS AND PROGNOSIS

Cheikhrouhou M.,^{1,2} Fredj H.,^{1,2} Mokline A.,^{1,2} Ben Saad M.,^{1,2} Gasri B.,^{1,2} Jami I.,^{1,2} Messadi A-A.^{1,2}

¹ Service de Réanimation des Brûlés, Centre de Traumatologie et des Grands Brûlés, Tunis, Tunisie

² Faculté de Médecine de Tunis, Université de Tunis El Manar, Tunisie

RÉSUMÉ. L'échec d'extubation est défini comme la nécessité d'une réintubation dans les 48-72 heures dans les suites d'une extubation programmée. Peu d'études se sont intéressées à ce sujet chez les brûlés. Pour déterminer l'incidence, les causes, les facteurs de risque et l'évolution des patients brûlés ayant subi un échec d'extubation, nous avons conduit une étude monocentrique rétrospective cas - témoin sur une période de 3 ans (janvier 2018 - décembre 2021). Tous les patients brûlés âgés de plus de 16 ans, ventilés pendant au moins 24 heures et ayant eu au moins une tentative d'extubation ont été inclus. Quarante-huit patients ont eu une extubation programmée. Ces patients ont été répartis en 2 groupes comparables en termes d'âge et de sexe. Groupe « échec » : inclut les patients qui ont échoué l'extubation (N=34), groupe succès : inclut les patients qui l'ont réussie (N=64). L'incidence de l'échec d'extubation était donc de 36,6%. L'hypophosphorémie, l'anémie <8g/dl et les sécrétions abondantes en péri - extubation étaient identifiés comme facteurs de risque d'échec d'extubation ($p<0,05$). Une durée de ventilation mécanique (VM) de 8,5 jours a été identifiée comme prédictive d'échec. La cause principale d'échec d'extubation était la rétention de sécrétions (n=17 : 50%). L'échec d'extubation a été associé à une prolongation de la durée de séjour (34 vs 19 jours, $p=0,005$), à une augmentation des complications infectieuses ($p=0,007$) et du taux de mortalité (79,4% vs 1,5%, $P<0,001$).

Mots-clés : brûlures, extubation, échec, facteurs de risque, d'extubation, ventilation artificielle

SUMMARY: The incidence of extubation failure varies between 2 and 25% depending on the studied population. Few studies have been conducted in burn victims. To determine the incidence, causes, risk factors and outcome of burned patients after a failed extubation, a retrospective single-center case-control study was conducted over a period of 3 years (January 2018-December 2021). All burned patients aged over 16, ventilated for at least 24 hours and having had at least one extubation attempt were included. Extubation failure was defined as the need for re-intubation within 48 hours. Eighty-eight patients had planned extubation. These patients were divided into 2 groups comparable in terms of age and sex. Failure group: including patients with failed extubation (N= 34) and a success group (N= 64) including patients who succeeded. The incidence of extubation failure was 36.6%. Hypophosphatemia, anemia <8g/dl, duration of mechanical ventilation of 8,5 days and abundant secretions during extubation were identified as risk factors for extubation failure ($p<0.05$). The main cause of failure was retention of secretion (50%). Extubation failure was associated with prolonged length of stay (34 vs. 19 days, $P=0.005$), increased infectious complications ($P=0.007$) and mortality rate (79.4%, 1.5%, $P<0.001$).

Keywords : burns, extubation, failure, risk factors, mechanical ventilation

✉ Autrice correspondante: Hana Fredj, Tél.:+216 97 84 61 70 ; email: fredjhanask@gmail.com
Manuscrit: soumis le 29/12/2022, accepté le 20/01/2023

Introduction

Les patients gravement brûlés sont à haut risque d'insuffisance respiratoire aiguë, qu'elle soit due à la brûlure elle-même ou aux traitements délivrés, nécessitant le plus souvent le recours à la VM, fréquemment nécessaire à la phase initiale chez ces patients.^{1,2} Néanmoins, compte tenu des multiples complications inhérentes à la VM, tels que les pneumopathies acquises sous VM, les lésions pulmonaires induites par la VM et les lésions laryngo-trachéales, engendrant une majoration de la morbi-mortalité hospitalière, les cliniciens ont de plus en plus tendance à écourter sa durée en débutant précocement le sevrage de la VM pour une extubation rapide.³⁻⁵ L'échec d'extubation est défini comme la nécessité précoce (24-72 h) d'une ré-intubation, dans les suites d'une extubation programmée. Son incidence varie entre 2 et 25% en fonction des populations étudiées et des pratiques utilisées. Il est associé à une augmentation de la morbi-mortalité.^{2,6-9} Il est important d'identifier les patients à risque d'échec d'extubation afin d'améliorer leur pronostic. L'échec d'extubation a été étudié dans de nombreuses populations de réanimation, mais rarement dans chez les patients brûlés. Dans la littérature, seuls trois articles ont étudié cette complication chez le brûlé.^{2,10,11} L'objectif de notre étude était de déterminer l'incidence, les causes, les facteurs de risque et l'évolution des patients brûlés ayant subi un échec d'extubation.

Patients et méthodes

Étude monocentrique rétrospective descriptive cas - témoin, menée dans le service de réanimation des brûlés du centre de traumatologie et des grands brûlés de Ben Arous en Tunisie, durant une période de 3 ans (janvier 2018 - décembre 2021). Tous les patients brûlés ayant été ventilés pendant au moins 24 heures et ayant eu au moins une tentative d'extubation ont été inclus. Les enfants de moins de 16 ans et les non brûlés n'ont pas été inclus. Les patients extubés accidentellement, trachéotomisés et ceux décédés avant extubation ont été exclus. L'échec d'extubation a été défini comme une ré-in-

tubation dans les 48 heures suivant l'extubation, son succès comme une extubation sans ré-intubation dans les 48 heures et sans décès dans les 7 jours qui suivent l'extubation.

Les données épidémiologiques, cliniques, biologiques et évolutives ont été recueillies à partir des dossiers médicaux des patients inclus. Pour l'étude descriptive, les variables qualitatives sont exprimées par fréquences absolues et relatives (pourcentages). Les variables quantitatives sont exprimées en moyenne $\pm$ écart type. L'analyse statistique a été réalisée en utilisant SPSS 22.0. Une valeur de p inférieure à 0,05 a été considérée comme significative. Pour identifier les principaux facteurs de risque d'échec de l'extubation chez les brûlés, les patients extubés avec succès ont été comparés à ceux chez qui l'extubation s'est soldée par un échec. Une analyse univariée a été réalisée, l'analyse statistique a été faite par le test t de Student en cas de variables quantitatives et par le test de X^2 de Pearson en cas des variables qualitatives, ou en cas de non validité du test, par le test exact de Fisher. Une analyse multivariée par régression logistique binaire a été réalisée pour identifier les facteurs de confusion.

Résultats

Durant la période d'étude, 1 657 patients ont été admis. L'indication du recours à la VM a été posée chez 355 patients (21,4% des admissions). Parmi eux, 112 (31,5%) ont eu au moins une tentative d'extubation et donc inclus dans notre étude : 71 patients ont eu un succès d'extubation et 41 patients ont eu un échec d'extubation soit une incidence de 36,6%. Sept patients de chaque groupe ont été exclus de l'analyse, en raison de données incomplètes. Ce sont donc 98 dossiers (64 succès et 34 échecs) qui ont été analysés (*Fig. 1, Tableau I*).

La moyenne d'âge de notre population était de $30,6 \pm 11$ ans, le sex/ratio H/F était de 3,2 ; la surface cutanée brûlée moyenne (SCB) était de $26\% \pm 13,4$ et l'indice de Baux (IB) était de 57 ± 15 .

Onze patients (11,2%) étaient suivis pour une pathologie psychiatrique. Les circonstances des brûlures étaient : une tentative de suicide par le feu

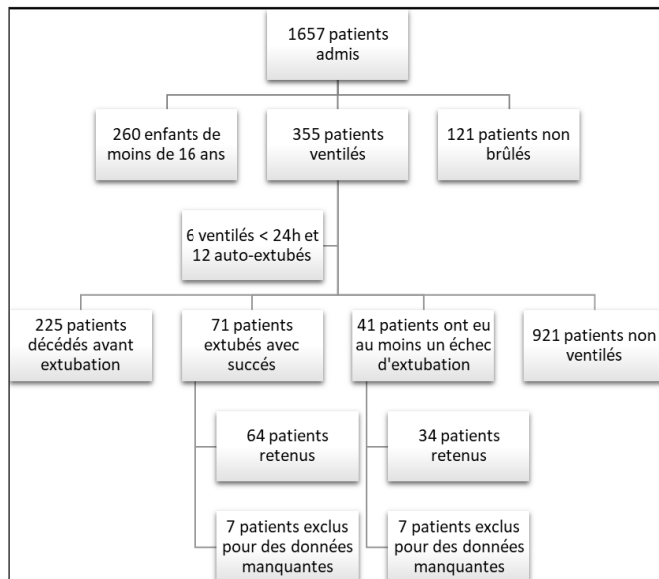


Fig. 1 - Diagramme des flux

dans 45% des cas (n=44), un accident domestique dans 31,6% des cas (n=31), un accident de travail dans 15,3% des cas (n=15). Le recours à la VM a été nécessaire devant des brûlures du cou et de la face dans 88% des cas (n=86) ou pour une brûlure étendue dans 6% des cas (n=6).

Les deux groupes étaient comparables en

termes d'âge et de sexe. Les brûlures étaient plus étendues dans le groupe échec (30% versus 24% dans le groupe succès). Le délai moyen entre intubation et 1^{ère} extubation était de 11 jours dans le groupe « échec » et 8 jours dans le groupe « succès ». Certains facteurs étaient associés à un risque plus important d'échec d'extubation (*Tableau II*) : SCB, survenue de PAVM, bilan hydrique positif, anémie <8g/dL, hypophosphorémie, toux inefficace, sécrétions abondantes et durée de ventilation mécanique. En revanche, durée de sédation, curarisation, auto - extubation préalable, lésions d'inhalation, fièvre et hypokaliémie n'étaient pas des facteurs associés à l'échec d'extubation. L'analyse multivariée a permis d'identifier certains facteurs de risque d'échec d'extubation (*Tableau III*). Les facteurs les plus fréquemment associés à la réintubation étaient dominés par la rétention de sécrétions dans 50% des cas (n=17) et la neuromyopathie de réanimation dans 23,5% des cas (n=8). Une trachéotomie chirurgicale a été pratiquée chez 7 patients du groupe échec, pour faciliter le sevrage de la ventilation mécanique. Seuls 6 patients du groupe « échec » ont pu finalement être sevrés. La réintubation a été associée à une prolongation de la durée de séjour (p=0,005),

Tableau I - Caractéristiques démographiques et cliniques des 2 groupes

	Groupe échec N=34	Groupe succès N=64	Valeur de P
Age (ans)	30 ± 12	31 ± 11	0,62
SCB (%)	30 ± 14	24 ± 12,7	0,037
Genre ratio	2,1	4,3	0,13
IB	61,3	54,1	0,024

Tableau II - Caractéristiques cliniques et biologiques des 2 groupes d'études

	Groupe échec N=34	Groupe succès N=64	Valeur de P
SCB	30±14	24±14	0,037
Lésions d'inhalation de fumée (n, %)	6 (17,6%)	10 (15,6%)	0,79
Durée de la sédation en pré extubation (jours)	7±5	5±5	0,158
Durée de la VM (jours)	11	8	0,012
Recours aux curares (n, %)	2 (5,8%)	5 (7,8%)	1
PAVM (n, %)	18 (52,9%)	20 (31,2%)	0,036
Bilan hydrique positif 48h avant l'extubation (n, %)	31 (91,1%)	31 (48,4%)	<0,001
Auto-extubation préalable (n, %)	3 (8,8%)	1 (1,5%)	0,11
Anémie < 8g/dl (n, %)	12 (35,3%)	7 (10,9%)	0,004
Fièvre péri-extubation (n, %)	12 (35,3%)	35 (54,7%)	0,067
Hypophosphorémie (n, %)	19 (55,9%)	11 (17,2%)	<0,001
Hypokaliémie (n, %)	12 (35,3%)	21 (32,8%)	0,8
Toux inefficace (n, %)	21 (61,7%)	14 (21,9%)	<0,001
Rétention de sécrétions	29 (85,3%)	1 (1,5%)	<0,001
Polypnée post extubation	21 (61,7%)	26 (40,6%)	0,046
Tachycardie post-extubation (n, %)	17 (50%)	16 (25%)	0,013

Tableau III - Facteurs prédictifs d'échec d'extubation chez les brûlés en analyse multivariée

	Valeur de P	Odds ratio	95% IC
Sécrétions abondantes	0,001	16	5,3_48,1
Anémie <8g/dl	0,011	4,44	1,5_12,7
Hypophosphorémie	0,019	8,8	3,4_23

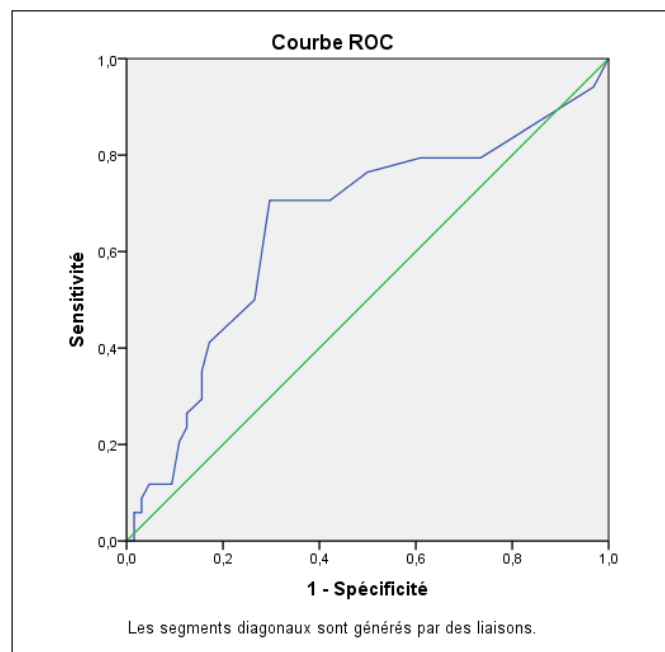
à une augmentation des complications infectieuses (100% versus 81,25% ; $p=0,007$) et du taux de mortalité (79,4% versus 1,5% ; $p<0,001$) (*Tableau IV*). L'analyse de la courbe ROC a montré que la durée moyenne de la VM avant l'extubation a montré que le seuil optimal de durée permettant de prédire l'échec d'extubation, avec une aire sous la courbe de 0,65, est à 8,5 jours (sensibilité 70,6%, spécificité de 70,3% - *Fig.2*).

L'incidence de l'échec de l'extubation était de 36,6% dans notre étude. Elle varie entre 6 et 45% en population générale et de 12 à 30% chez les brûlés.^{2,8,10,12} Smailes et coll. ont trouvé une incidence de 30%, proche de la nôtre.² Comme dans notre série, il s'agissait de patients jeunes, avec une prédominance masculine et les brûlures étaient étendues (SCB moyenne de 30%). Cette incidence élevée pourrait être expliquée par le fait que les patients qui ont échoué à l'extubation avaient une SCB plus importante et des scores pronostiques plus élevés. Demling et coll. ont suggéré que les brûlures étendues entraînent un hypermétabolisme avec production importante de dioxyde de carbone dont l'épuration nécessite une augmentation du travail respiratoire, même à distance de la phase initiale.⁷ L'immunodépression secondaire aux brûlures (augmentant le risque de complications infectieuses dont les PAVM), l'atteinte du thorax et de l'abdomen,

Tableau IV - Caractéristiques évolutives des 2 groupes d'études

	Groupe échec N=34	Groupe succès N=64	Valeur de P
Complications infectieuses (n, %)	34 (100%)	52 (81,25%)	0,007
Durée de VM totale (jours)	25,3	7,5	<0,001
Durée de séjour (jours)	34±23	19±27	0,005
Mortalité (n, %)	27 (79,4%)	1 (1,5%)	<0,001

Discussion

**Fig. 2** - Courbe ROC de la durée de ventilation mécanique pour prédire l'échec d'extubation

l'utilisation importante de drogues anesthésiques et de sédations contribuent à l'échec de l'extubation. L'incidence élevée trouvée dans notre étude pourrait aussi être expliquée par le manque de moyens objectifs d'évaluation de la capacité des patients à protéger leurs voies aériennes et/ou éliminer les sécrétions avec une toux efficace puisque la cause principale d'échec de l'extubation trouvée dans notre série était la rétention de sécrétions. L'échec de l'extubation étant une complication fréquente, il est important d'identifier les patients à risque. Plusieurs facteurs prédisposent à l'échec de l'extubation chez le brûlé. Dans notre étude, une durée de VM supérieure à 8,5 jours est un facteur d'échec d'extubation. Nos résultats rejoignent ceux de Thille et coll. qui ont montré une corrélation entre une durée de ventilation de plus de 7 jours et le risque d'échec d'extubation.⁶ L'abondance de sécrétions associée à un effort de toux faible, ne permettant pas un bon drainage bronchique, sont associés à un risque accru

de réintubation et sont les causes les plus incriminées de l'échec d'extubation dans plusieurs études.^{2,6,10,11,13-16} L'origine de ce problème reste mal identifiée, plusieurs facteurs semblent être associés chez le patient brûlé : les brûlures elles-mêmes sont à l'origine de douleur pariétale limitant l'amplication thoracique, l'état d'hypercatabolisme associé à une malnutrition chez les patients brûlés ventilés responsable d'une faiblesse musculaire et l'altération du système muco-ciliaire de l'arbre trachéo-bronchique secondaire à l'inhalation de fumée.^{1,10,14} Dans notre étude, l'inhalation de fumée n'a pas été associée à un échec d'extubation bien qu'elle eût été rapportée dans la littérature.¹⁷ Rizzo et coll. n'ont pas trouvé que les brûlures pulmonaires exposent à cette complication.¹⁰ Phelps a montré que la nébulisation d'héparine permet d'améliorer le drainage pulmonaire.¹⁸ L'anémie a aussi été identifiée comme un facteur d'échec d'extubation et notre étude retrouve une association entre un taux d'hémoglobine à moins de 8 g/dl et l'échec d'extubation. Selon la littérature, exiger un taux >8 g/dl voire >10 g/dl pourrait diminuer le taux d'échec d'extubation à 5%.^{2,4,13} Nous avons observé que l'hypophosphorémie permet de prédire l'échec d'extubation. En fait, le phosphore interfère avec la contractilité du diaphragme et l'hypophosphorémie induit une majoration de la dysfonction diaphragmatique objectivée par une baisse de la fraction d'épaississement diaphragmatique.¹⁹ Une étude faite chez une population pédiatrique brûlée a retrouvé une corrélation entre l'hypophosphorémie, la durée de la ventilation mécanique et la durée de séjour en réanimation.²⁰ D'autres études ont montré, comme dans notre série, une augmentation du taux d'échec d'extubation en cas d'existence d'un bilan hydrique franchement positif avant l'extubation.²¹ Epstein et Ciubotaru ont trouvé que 23% de leur patients réintubés avaient une balance hydrique positive, avec dysfonction cardiaque associée.²² Dans notre étude, une tachypnée est associée à un risque d'échec d'extubation, comme dans l'étude de Santos Lima où une fréquence respiratoire >24 /mn a été associée à un risque significatif d'échec.²³ Rizzo et al ont également trouvé une corrélation chez les brûlés entre la tachycardie et la survenue d'échec d'extubation bien que ce paramètre soit reconnu comme peu fiable puisqu'il est secondaire à l'état d'hypermétabolisme, constant chez les brûlés.¹⁰

La survenue d'une PAVM, même à distance, est associée aussi à une augmentation de cette complication dans notre étude. Selon la littérature, l'infection pulmonaire entraîne une altération parenchymateuse qui se traduit par des échecs d'extubation, une prolongation de la durée de ventilation et un échec d'extubation.⁵ Dans notre étude, l'échec d'extubation était fortement corrélé à la rétention et l'abondance des sécrétions mais aussi à la neuromyopathie de réanimation. Il est admis que la parésie des muscles dont le diaphragme est corréllée à un risque significatif de réintubation et de prolongation de ventilation mécanique.^{2,24,25} Dans l'étude de Mokhlesi, l'altération de l'état neurologique a été incriminée dans le risque de réintubation.¹⁵ L'association de l'échec d'extubation à l'augmentation de la durée de VM, des complications infectieuses, de la durée de séjour et du taux de mortalité de notre série est aussi observée chez les patients atteints d'une pathologie médicale ou chirurgicale.^{1,2,25}

Les limites de cette étude restent le type rétrospectif et la taille réduite de l'échantillon. Une étude prospective avec utilisation de l'indice de respiration rapide peu profonde (Rapid Shallow Breathing Index - RSBI) combiné à l'utilisation de l'échographie diaphragmatique pour évaluer la course et l'épaississement diaphragmatique pourrait avoir une meilleure prédiction d'échec d'extubation chez les patients ayant réussi l'épreuve de ventilation spontanée.^{26,27}

Conclusion

Peu d'études se sont intéressées à l'échec de l'extubation chez les brûlés, dont l'incidence était de 36,6% dans notre population. Plusieurs facteurs prédictifs de l'échec d'extubation ont été identifiés : l'étendue des brûlures, une durée de VM supérieure à 8,5 jours, l'hypophosphorémie, l'anémie moins de 8 g/dl et les sécrétions abondantes avec une toux inefficace. Les causes d'échec sont dominées par la rétention de sécrétions secondaire à une toilette pulmonaire insuffisante et la neuromyopathie de réanimation. L'échec d'extubation est associé à une augmentation de la durée de la VM, de la durée de séjour, des complications infectieuses et de la mortalité. De ce fait, l'évaluation de la capacité des patients de protéger leurs voies aériennes et/ou à éliminer les sécrétions grâce à une toux efficace, la pré-

vention de la neuromyopathie de réanimation, la supplémentation éventuelle en phosphore, la correction d'une anémie et la protocolisation du sevrage permettaient de prévenir cette complication et ainsi améliorer le pronostic de ces malades. L'utilisation aussi de nou-

veaux modes ventilatoires comme la Neurally Adjusted Ventilatory Assist (NAVA), l'usage de l'indice RSBI et l'échographie diaphragmatique ont été proposés comme des moyens qui permettraient de prédire et d'éviter cette complication.²⁶⁻²⁸

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Badulak J, Schurr M, Sauaia A et coll : Defining the criteria for intubation of the patient with thermal burns. *Burns*, 44: 531-8, 2018. doi: 10.1016/j.burns.2018.02.016
- 2 Smailes S, Martin R, McVicar A: The incidence and outcome of extubation failure in burn intensive care patients. *J Burn Care Res*, 30: 386-92, 2009. doi: 10.1097/BCR.0b013e3181a2894c
- 3 Blackwood B, Alderdice A, Burns KE et coll : Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 5: CD006904, 2010. doi: 10.1002/14651858.CD006904.pub2
- 4 Boles JM, Bion J, Connors A et coll : Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*, 29: 1033-56, 2007. doi: 10.1183/09031936.00010206
- 5 Rashkin M, Davis T: Acute complications of endotracheal intubation. Relationship to reintubation, route, urgency, and duration. *Chest*, 89: 165-7, 1986. doi: 10.1378/chest.89.2.165
- 6 Thille A, Boissier F, Ben Ghezala H et coll : Risk factors for and prediction by caregivers of extubation failure in ICU patients: a prospective study. *Crit Care Med*, 43: 613-20, 2015. doi: 10.1097/CCM.0000000000000748
- 7 Demling R, Read T, Lind L et coll : Incidence and morbidity of extubation failure in surgical intensive care patients. *Crit Care Med*, 16: 573-7, 1988. doi: 10.1097/00003246-198806000-00001
- 8 Jaber S, Chanques G, Sebbane M et coll : Les échecs de l'extubation. *Réanimation*, 13: 46-53, 2004. doi: 10.1016/j.reaurg.2003.10.005
- 9 Epstein S, Ciubotaru R, Wong J: Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest*, 112: 186-92, 1997. doi: 10.1378/chest.112.1.186
- 10 Rizzo J, Haq M, McMahon R et coll: Extubation failure in a burn intensive care unit: examination of contributing factors. *J Burn Care Res*, 42: 177-81, 2021. doi: 10.1093/jbcr/iraa162
- 11 Smailes S, McVicar A, Martin R: Cough strength, secretions and extubation outcome in burn patients who have passed a spontaneous breathing trial. *Burns*, 39: 236-42, 2013. doi: 10.1016/j.burns.2012.09.028
- 12 Kulkarni A, Agarwal V: Extubation failure in intensive care unit: predictors and management. *Indian J Crit Care Med*, 12: 1-9, 2008. doi: 10.4103/0972-5229.40942
- 13 Khamiees M, Raju P, DeGirolamo A: Predictors of extubation outcome in patients who have successfully completed a spontaneous breathing trial. *Chest*, 120: 1262-70, 2011. doi: 10.1378/chest.120.4.1262
- 14 Mrozek S, Constantin JM: Sevrage de la ventilation mécanique. Conférences d'actualisation de la SFAR, 2012. Téléchargeable depuis: https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Sevrage_de_la_ventilation_mecanique.pdf
- 15 Mokhlesi B, Tulaimat A, Gluckman T et coll: Predicting extubation failure after successful completion of a spontaneous breathing trial. *Respir Care*, 52: 1710-7, 2007.
- 16 Salam A, Tilluckdharry L, Amoateng – Adjepong Y: Neurologic status, cough, secretions and extubation outcomes. *Intensive Care Med*, 30: 1334-9, 2004. doi: 10.1007/s00134-004-2231-7
- 17 Saffle JR, Sullivan J, Tuohig G et coll: Multiple organ failure in patients with thermal injury. *Crit Care Med*, 21: 1673-83, 1993. doi: 10.1097/00003246-199311000-00016
- 18 Phelps M, Olson L, van Berkel Patel M et coll: Heparin for adult patients with smoke inhalation injury: a review of the literature. *J Pharm Technol*, 36: 130-40, 2020. doi: 10.1177/8755122520925774
- 19 Aubier M, Murciano D, Lecocguic Y et coll: Effect of hypophosphatemia on diaphragmatic contractility in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med*, 313: 420-4, 1985. doi: 10.1056/NEJM198508153130705
- 20 Leite H, Pinheiro Nogueira L, Teodosio A: Incidence and clinical outcome of hypophosphatemia in pediatric burn patients. *J Burn Care Res*, 38: 78-84, 2017. doi: 10.1097/BCR.0000000000000402
- 21 Frutos-Vivar F, Ferguson N, Esteban A et coll: Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial. *Chest*, 130: 1664-71, 2006. doi: 10.1378/chest.130.6.1664
- 22 Epstein S, Ciubotaru R: Independent effects of etiology of failure and time to reintubation on outcome for patients failing extubation. *Am J Respir Crit Care Med*, 158: 489-93, 1998. doi: 10.1164/ajrccm.158.2.9711045
- 23 Santos Lima E: Respiratory rate as a predictor of weaning failure from mechanical ventilation. *Braz J Anesthesiol*, 63: 1-12, 2013. doi: 10.1016/j.bjane.2012.04.001
- 24 De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Durand MC et coll : Respiratory weakness is associated with limb weakness and delayed weaning in critical illness. *Crit Care Med*, 35: 2007-15, 2007. doi: 10.1097/01.ccm.0000281450.01881.d8
- 25 De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Sharshar T et coll: Does ICU-acquired paresis lengthen weaning from mechanical ventilation? *Intensive Care Med*, 30: 1117-21, 2004. doi: 10.1007/s00134-004-2174-z
- 26 V. Trivedi, D. Chaudhuri, R. Jinah et coll: The usefulness of the rapid shallow breathing index in predicting successful extubation: a systematic review and meta-analysis. *Chest*, 161: 97-111, 2022. doi: 10.1016/j.chest.2021.06.030
- 27 Li C, Li X, Han H et coll: Diaphragmatic ultrasonography for predicting ventilator weaning. *Medicine (Baltimore)*, 97: e10968, 2018. doi: 10.1097/MD.00000000000010968
- 28 Xiao S, Huang C, Cheng Y et coll: Application of neurally adjusted ventilatory assist in ventilator weaning of infants ventilator weaning. *Brain Behav*, 11: e2350, 2021. doi: 10.1002/brb3.2350