



APSF.ORG

BULLETIN D'INFORMATION

LA REVUE OFFICIELLE DE L'ANESTHESIA PATIENT SAFETY FOUNDATION

Plus d'un million de lecteurs à travers le monde chaque année

Vol.4 N° 1

Édition sélective en français

FÉVRIER 2021

Un partenariat a été créé entre la SFAR (Société Française d'Anesthésie et de Réanimation), sous l'égide du CAMR (Comité Analyse et Maîtrise du Risque, <http://sfar.org/espace-professionnel-anesthésiste-reanimateur/travaux-des-comites/>), et l'APSF (Anesthesia Patient Safety Foundation, <https://www.apsf.org/>). Ce lien qui nous unit est alimenté par la volonté commune d'améliorer la sécurité des patients au cours de la période périopératoire. La SFAR a répondu positivement à la proposition de l'APSF et des docteurs Mark Warner (Président de l'APSF) et Steven Greenberg (Rédacteur en chef du *Bulletin d'information de l'APSF*) d'unir nos efforts. Par conséquent, une traduction en français du *Bulletin d'information de l'APSF* est publiée trois fois par an par le CAMR pour les anesthésistes-réanimateurs francophones. Le *Bulletin d'information* propose divers articles sur l'amélioration de la sécurité des patients au cours de la période périopératoire.

Le professeur Hervé Bouaziz, Président de la SFAR, et le Dr Alexandre Theissen, Président du CAMR, soutiennent cette coopération internationale visant à améliorer la sécurité des soins prodigués aux patients.



Mark A. Warner, MD
Président de l'Anesthesia
Patient Safety Foundation



Dr. Alexandre Theissen
Président du Comité
Analyse et Maîtrise du
Risque de la SFAR

Pr Hervé Bouaziz
Président de la Société
Française d'Anesthésie
Réanimation

Représentants rédactionnels français de l'édition en français du bulletin d'information de l'APSF :

Dr Julien Picard,
Anesthésiste Réanimateur,
secrétaire du CAMR de la SFAR
Praticien hospitalier
Centre Hospitalier Universitaire
Grenoble, France

Pr Hervé Bouaziz
Professeur d'anesthésie réanimation,
Président de la SFAR,
Chef du Département d'anesthésie
réanimation, CHU
Nancy, France

Dr Charles-Hervé Vacheron
Anesthésiste réanimateur,
Membre du CAMR de la SFAR, Service
d'anesthésie réanimation, hôpital
Pierre Benité, H.C. Lyon, France

Dr Alexandre Theissen
Anesthésiste-réanimateur,
Président du CAMR de la SFAR,
Chef de service adjoint, service
d'anesthésie-réanimation
Centre Hospitalier Princesse Grace, Monaco

Dr Lilia Soufir
Anesthésiste réanimateur, Membre
du CAMR de la SFAR, Service
d'Anesthésie, Groupe Hospitalier
Saint Joseph Paris, France

Pr Julien Bordes
Professeur agrégé du Val de Grâce,
Membre du CAMR de la SFAR,
Fédération d'anesthésie réanimation,
Hôpital Saint Anne Toulon, France

Dr Maryline Bordes-Demolis,
Anesthésiste réanimateur, Membre
du CAMR de la SFAR, Département
d'anesthésie réanimation, CHU
Bordeaux, France

Dr Jean-Louis Bourgain, Anesthésiste
réanimateur, Membre du CAMR de la SFAR,
Institut Gustave Roussy,
Villejuif, France

Représentants rédactionnels américains de l'édition en français du bulletin d'information de l'APSF :

Steven Greenberg, MD,
FCCP, FCCM
Rédacteur en chef du Bulletin d'information de l'APSF
Professeur clinique
du Département d'anesthésiologie/réanimation de
l'Université de Chicago, Chicago, Illinois
Vice-président, Éducation dans le Département
d'anesthésiologie du NorthShore University
HealthSystem, Evanston, Illinois

Jennifer Banayan, MD
Rédactrice associée du Bulletin d'information de l'APSF
Professeur assistante,
Département d'anesthésiologie,
Feinberg School of Medicine de l'Université
Northwestern,
Chicago, Illinois

Edward Bittner, MD, PhD
Rédacteur associé du Bulletin d'information de l'APSF
Professeur associé, Anesthésie,
Harvard Medical School
Département d'anesthésiologie,
Massachusetts General Hospital, Boston,
Massachusetts

Anesthesia Patient Safety Foundation

Mécène fondateur (360 000 \$)
American Society of Anesthesiologists (asahq.org)



Membres de la Commission consultative des entreprises 2021 (à jour au 21 décembre 2020)

Platine (50 000 \$)



Or (30 000 \$)



Argent (10 000 \$)

Senzime

Bronze (5 000 \$)

Ambu Codonics Dräger
Medasense Respiratory Motion, Inc. Smiths Medical

Nous adressons notre reconnaissance et nos remerciements tout particulièrement à Medtronic pour son assistance et le financement de la Bourse de recherche sur la sécurité des patients APSF/Medtronic (150 000 \$), à la Doctor's Company Foundation pour son assistance et le financement du Projet de développement de prototypes pour la sécurité des patients de l'APSF (100 000 \$) et à Merck pour sa bourse pédagogique.

Pour plus d'informations sur la manière dont votre organisation peut apporter son soutien à la mission de l'APSF et participer à la Commission consultative des entreprises 2021, veuillez consulter le site [apsf.org](https://www.apsf.org) ou contacter Sara Moser en envoyant un courriel à moser@apsf.org.

Donateurs communautaires (comprenant des organismes spécialisés, des groupes d'anesthésistes, des sociétés étatiques membres de l'ASA et des particuliers)

Organismes spécialisés

entre 5 000 \$ et 14 999 \$

American Academy of Anesthesiologist Assistants

entre 2 000 \$ et 4 999 \$

Society of Academic Associations of Anesthesiology and Perioperative Medicine
The Academy of Anesthesiology

entre 750 \$ et 1 999 \$

American Society of Dentist Anesthesiologists
Society for Airway Management
Society for Pediatric Anesthesia

entre 200 \$ et 749 \$

Florida Academy of Anesthesiologist Assistants

Groupes d'anesthésistes

15 000 \$ et plus

U.S. Anesthesia Partners

entre 5 000 \$ et 14 999 \$

Associated Anesthesiologists, PA
North American Partners in Anesthesia
NorthStar Anesthesia

entre 2 000 \$ et 4 999 \$

Madison Anesthesiology Consultants, LLP
TeamHealth

entre 200 \$ et 749 \$

Anesthesia Associates of Columbus, GA
Children's of Alabama (en l'honneur du docteur Jennifer Dollar)
Hawkeye Anesthesia, PLLC
Perfect Office Solutions, Inc.
UNC Student College of Clinical Pharmacy
Wichita Anesthesiology Chartered

Sociétés étatiques membres de l'ASA

entre 5 000 \$ et 14 999 \$

Indiana Society of Anesthesiologists

Minnesota Society of Anesthesiologists

Tennessee Society of Anesthesiologists

entre 2 000 \$ et 4 999 \$

Massachusetts Society of Anesthesiologists
North Carolina Society of Anesthesiologists
Wisconsin Society of Anesthesiologists

entre 750 \$ et 1 999 \$

Arizona Society of Anesthesiologists
District of Columbia Society of Anesthesiologists
Florida Society of Anesthesiologists

entre 200 \$ et 749 \$

Georgia Society of Anesthesiologists
Illinois Society of Anesthesiologists
Iowa Society of Anesthesiologists

entre 200 \$ et 749 \$

Missouri Society of Anesthesiologists
Nebraska Society of Anesthesiologists, Inc.
Ohio Society of Anesthesiologists
Oregon Society of Anesthesiologists

entre 200 \$ et 749 \$

South Carolina Society of Anesthesiologists
Texas Society of Anesthesiologists (en mémoire du docteur Sigurdur S. Sigurdsson)
Washington State Society of Anesthesiologists

entre 200 \$ et 749 \$

Arkansas Society of Anesthesiologists
Colorado Society of Anesthesiologists
Hawaii Society of Anesthesiologists
Maine Society of Anesthesiologists
New Mexico Society of Anesthesiologists
Rhode Island Society of Anesthesiologists
Virginia Society of Anesthesiologists

Particuliers

15 000 \$ et plus

Steven J. Barker, MD, PhD

entre 5 000 \$ et 14 999 \$

Mme Isabel Amone (en mémoire de Lawrence J. Amone, MD, FACA)
Mary Ellen et Mark A. Warner, (en l'honneur d'Alan D. Sessler, MD)

entre 2 000 \$ et 4 999 \$

Robert Caplan, MD
Susan E. Dorsch, MD
Steven Greenberg, MD
Dr. Eric et Marjorie Ho
James J. Lamberg, DO
Patty Mullen Reilly, CRNA
James M. Pepple, M.D.

Joyce Wahr, MD (en l'honneur de Mark Warner)

entre 750 \$ et 1 999 \$

Donald E. Arnold, MD, FASA
Douglas Bartlett (en mémoire de Diana Davidson, CRNA)
Allison Bechtel
Casey D. Blitt, MD
Fred Cheney, MD
Daniel J. Cole, MD
Jeffrey B. Cooper, PhD
Mme Jeanne et Robert A. Cordes, MD

Karen B. Domino, MD
Kenneth Elmiasian, DO, FASA (en mémoire du Dr. Archie Attarian)
David M. Gaba, MD, et Deanna Mann

James D. Grant, MD, MBA
Beverly et Marty Greenberg (en l'honneur du Dr. Steven Greenberg)
Allen Hyman, MD (en l'honneur de Robert Epstein, MD)

Catherine Kuhn, MD
Meghan Lane-Fall, MD, MSHP
Lorri A. Lee, MD
David P. Maguire, MD
Mark C. Norris, MD
Parag Pandya, MD
Gianna Pino Casini

Elizabeth Rebello, MD (en l'honneur des docteurs Mark Warner et Jerome Adams)
Lynn Reede, CRNA

Drs Ximena et Daniel Sessler

Ty Slatton, MD
Robert K. Stoelting, MD
Brian J. Thomas, JD (en l'honneur de Dr Matthew B. Weinger)
Lynn et Laurence Torsher
Stephanie Wolfe Heindel

entre 200 \$ et 749 \$

Arnoley Abcejo, MD
Aalok Agarwala, MD, MBA
Shane Angus, AA-C
Douglas R. Bacon, MD, MA (en l'honneur de Mark Warner)
Marilyn L. Barton (en mémoire de Darrell Barton)
William A. Beck, MD
David et Samantha Bernstein (en l'honneur de Jeff Cooper)

K. Page Branam, MD (en mémoire de Donna M Holder, MD)
Graham W. Bullard
Matthew W. Caldwell
Marlene V. Chua, MD
Jerry A. Cohen, MD
Jeremy Cook, MD
Christian David Cunningham

John K. DesMarreau, MD
Andrew E. Dick, MD
Richard P. Dutton, MD, MBA
Thomas Ebert, MD
Steven B. Edelstein, MD, FASA
Mary Ann et Jan Ehrenwerth, MD
Bola Faloye, MD
Thomas R. Farrell, MD
Steven Frank

Anthony Frasca, MD
Ronald George, MD
Ian J. Gilmour, MD
Linda K. Groah
Allen N. Gustin, MD
Alexander Hannenberg, MD (en l'honneur de Mark A. Warner)

Gary Haynes, MD, PhD, FASA et Debra Haynes
John F. Heath, MD

Thomas Hennig, MD (en l'honneur de R. K. Stoelting, MD)

Michael Hofkamp
Steven K. Howard, MD
Jeffrey Huang, MD
Rebecca L. Johnson, MD
Robert E. Johnstone, MD
Mark C. Kendall, MD (en l'honneur de Joseph W. Szokol, MD)

Kevin King, DO
Ann Kinsey, CRNA
Gopal Krishna, MD
Laurence A. Lang, MD
Joshua Lea, CRNA
Michael C. Lewis, MD, FASA (en l'honneur de David Birnbach MD)

Della M. Lin, MD
Dr. Martin London
Michael Loushin
Fredric Mattin, MD
Edwin Mathews, MD
Stacey Maxwell
Gregory McComas, MD
Sharon Merker, MD
Emily Methangkool, MD (en l'honneur des docteurs Mark Warner, Marjorie Stiegler et Amy Pearson)

Jonathan Metry
Tricia Meyer, PharmD
Michael D. Miller, MD
Sara Moser (en l'honneur de Matthew B. Weinger, MD)

David Murray, MD
Robert F. Olszewski, Jr, MD, FASA
Ducu Onisei MD
Dr. Fredrick Orkin
Frank Overdyk, MD
Lee S. Perrin, MD
Aaron N. Primm, MD
Sheila Riaz

Drew Emory Rodgers, MD (en l'honneur de Fred Spies, MD)
David Rotberg, MD
Brad et Allison Schneider (en l'honneur du Dr. Steven Greenberg)
Scott Segal

Adam Setren, MD
Emily Sharpe, MD
Mme Sandra Kniess et David Soiosko, MD
Marjorie A. Stiegler, MD
Steven L. Sween, MD (en l'honneur des docteurs Mary Ellen et Mark Warner)

Joseph W. Szokol, MD (en l'honneur de Steven Greenberg, MD)
Paul Terna, MD
Ellen et Butch Thomas
Benjamin D. Unger, MD
Gregory Unruh
Richard D. Urman, MD, MBA (en l'honneur de Jeffrey Cooper, PhD)
Bruce Van Dop
Andrea Vannucci, MD
Siva Sai Voora
Matthew B. Weinger, MD
Andrew Weisinger
James M. West, MD
Richard N. Wissler (en mémoire de Jerry Modell)
Jennifer Woodbury
Arpad Zolyomi

Legacy Society
<https://www.apsf.org/donate/legacy-society/>
Dan et Cristine Cole
Kama et Jeffrey Cooper
Dr. John H. et Mme Marsha Eichhorn
Burton A. Dole, Jr.
David et Deanna Gaba
Drs Alex et Carol Hannenberg
Drs Joy L. Hawkins et Randall M. Clark
Dr. Eric et Marjorie Ho
Drs. Michael et Georgia Olympio
Dr. Ephraim S. (Rick) et Eileen Siker
Robert K. Stoelting, MD
Mary Ellen et Mark Warner
Matthew B. Weinger, MD, et Lisa Price

SOMMAIRE

ARTICLES :

La cybersécurité dans le domaine de la santé : les anesthésistes ont-ils un rôle à jouer ?Page 4

La pharmacovigilance appliquée à l'utilisation du sévoflurane et du desflurane :
près de 30 années de signalement d'événements indésirablesPage 4

Réponse rapide : les filtres pour systèmes respiratoires à l'ère de la COVID-19Page 10

L'histoire de la MHC : accélérer la mise en œuvre des bonnes pratiques grâce à l'amélioration
de la macro-ergonomie organisationnelle - Le point de la Multi-Center Handoff Collaborative
(Collaboration multicentres sur la transmission, MHC) périopératoirePage 13

Un appareil d'anesthésie utilisé comme ventilateur de soins intensifs - Un accident évité de
justesse pendant la pandémie de COVID-19Page 15

Hypersensibilité périopératoire : reconnaissance et évaluation pour optimiser la sécurité des patientsPage 17

ANNONCES DE L'APSF :

Page des donateurs de l'APSFPage 2

Guide à l'attention des auteurs.....Page 3

Membres fondateursPage 20

Membres du conseil d'administration et des commissions 2020 :<https://www.apsf.org/about-apsf/board-committees/>

Bulletin d'information de l'APSF Guide à l'attention des auteurs

Le *Bulletin d'information de l'APSF* est la revue officielle de l'Anesthesia Patient Safety Foundation. Il est largement distribué à un grand nombre d'anesthésistes, de professionnels des soins périopératoires, de représentants des principaux secteurs et de gestionnaires de risques. Par conséquent, nous encourageons fortement la publication d'articles qui mettent l'accent sur une approche multidisciplinaire et multiprofessionnelle de la sécurité des patients. Il est publié trois fois par an (en février, en juin et en octobre). **La date butoir pour chaque publication est la suivante : 1) publication de février : le 15 novembre, 2) publication de juin : le 15 mars, 3) publication d'octobre : le 15 juillet.** Le contenu du bulletin d'information s'intéresse principalement à la sécurité périopératoire des patients dans le cadre de l'anesthésie. Les décisions relatives au contenu et à l'acceptation des articles proposés pour la publication relèvent de la responsabilité des rédacteurs. Certains articles pourront paraître dans des publications futures, même si les délais sont respectés. Il sera laissé à la discrétion des rédacteurs de décider de publier ou non certains articles sur le site internet de l'APSF et sur les pages de ses réseaux sociaux.

Tout article proposé qui n'est pas conforme aux consignes suivantes sera retourné à l'auteur avant d'être évalué pour déterminer s'il sera publié ou pas.

1. Prière d'inclure une page de titre comprenant le titre de l'article proposé, le nom complet de l'auteur, ses affiliations, une déclaration de conflits d'intérêts pour chaque auteur et trois à cinq mots clés pour le référencement. Prière de préciser le nombre de mots dans la page de titre (documents de référence exclus).
2. Prière d'inclure un résumé de votre article (trois à cinq phrases), qui pourra être utilisé sur le site de l'APSF pour faire connaître vos travaux.
3. Tous les articles proposés doivent être rédigés dans Microsoft Word, dans la police Times New Roman, taille 12 avec un double espacement.
4. Prière d'inclure la numérotation des pages dans le texte.
5. Les documents de référence doivent être conformes au style de citation prévu par l'American Medical Association. Exemple : Prielipp R, Birnbach D. HCA-Infections: Can the anesthesia provider be at fault? *APSF Newsletter*. 2018;

32: 64–65. <https://www.apsf.org/article/hca-infections-can-the-anesthesia-provider-be-at-fault/> Accessed August 13, 2019.

6. Les documents de référence doivent être inclus sous la forme d'exposants dans le texte de l'article.
7. Prière de préciser dans votre page de titre si vous avez utilisé Endnote ou un autre outil logiciel de gestion des références pour votre article.

Les types d'articles sont les suivants : (1) articles de synthèse, débats et éditoriaux sur les avantages et les inconvénients sur invitation, (2) questions-réponses, (3) lettres adressées au rédacteur, (4) réponse rapide et (5) comptes-rendus de conférence.

1. Les articles de synthèse, les débats sur les avantages et les inconvénients et les éditoriaux sur invitation sont des textes originaux. Ils doivent se concentrer sur des questions de sécurité des patients et s'appuyer sur des documents de référence pertinents (voir <http://www.apsf.org/authorguide>). La longueur des articles doit être de 2 000 mots au plus, avec 25 documents de référence maximum. Les chiffres et/ou les tableaux sont fortement encouragés.
2. Les articles rédigés sous le format de questions-réponses sont adressés par des lecteurs, à propos de questions de sécurité des patients anesthésiés, à des experts ou consultants désignés pour fournir une réponse. La longueur des articles doit être de 750 mots au plus.
3. Les lettres adressées au rédacteur sont les bienvenues et leur longueur doit être de 500 mots au plus. Prière de citer des documents de référence, le cas échéant.
4. La rubrique Réponse rapide (aux questions des lecteurs) était anciennement intitulée, « Chers tous » (en anglais, « Dear SIRs », abréviation de « Safety Information Response System » ou Système de réponse concernant les informations relatives à la sécurité). Elle permet une communication rapide des problèmes de sécurité liés à la technologie, auxquels sont confrontés nos lecteurs, avec la participation des fabricants et des représentants du secteur qui apportent des réponses. Le Dr Jeffrey Feldman, président actuel du Comité sur la technologie, est responsable de cette rubrique et coordonne les demandes des lecteurs ainsi que les réponses apportées

par le secteur.

5. Les comptes-rendus de conférence sur invitation résumant des thèmes relatifs à la sécurité des patients anesthésiés cliniquement pertinents, basés sur des débats dans le cadre de conférences. Prière de limiter la longueur de l'article à 1000 mots au plus.

Le *Bulletin d'information de l'APSF* ne fait pas la publicité et ne se porte pas garant des produits commerciaux ; toutefois, il sera possible que les rédacteurs, après étude approfondie, autorisent la publication de certaines avancées technologiques innovantes et importantes en matière de sécurité. Les auteurs ne doivent avoir aucun lien commercial avec la technologie ou le produit commercial concerné, ni d'intérêt financier dans ceux-ci.

Si la publication d'un article est approuvée, les droits d'auteur y afférents sont transférés à l'APSF. Hormis les droits d'auteur, tous les autres droits, tels que les brevets, les procédures ou les processus, demeurent la propriété de l'auteur. Pour obtenir l'autorisation de reproduire les articles, les images, les tableaux ou le contenu du *Bulletin d'information de l'APSF*, s'adresser obligatoirement à l'APSF. *Informations complémentaires :*

1. Prière d'utiliser les unités métriques dans la mesure du possible.
2. Prière de définir toutes les abréviations.
3. Prière d'utiliser le nom générique des médicaments.
4. Prière de tenir compte de la loi HIPAA (loi sur la portabilité et la responsabilité de l'assurance maladie des États-Unis) et d'éviter de citer le nom des patients ou d'utiliser des éléments permettant de les identifier personnellement.
5. Le plagia est strictement interdit.

Toute personne physique et/ou morale souhaitant proposer un article pour sa publication devra contacter le rédacteur en chef directement à l'adresse suivante : greenberg@apsf.org. Prière de consulter le *Bulletin d'information de l'APSF* en cliquant sur le lien suivant : <http://www.apsf.org/authorguide>. Il contient des informations détaillées concernant les critères à respecter obligatoirement pour proposer un article.

La cybersécurité dans le domaine de la santé : les anesthésistes ont-ils un rôle à jouer ?

par Julian Goldman, MD, et Jeffrey Feldman, MD

Assurer la sécurité des patients en anesthésie est un défi aux multiples facettes. Les compétences et la vigilance de l'anesthésiste sont nécessaires mais ne suffisent pas. En définitive, l'ergonomie de l'environnement de soins, les systèmes de soin, la communication au sein de l'équipe comme entre les équipes et bien d'autres facteurs ont une incidence sur la sécurité des patients. Il semblerait désormais que nous ayons besoin d'ajouter un autre facteur qui intervient dans le combat pour la sécurité des patients : les risques liés à la cybersécurité.

L'une des plus célèbres failles en matière de cybersécurité dans le domaine de la santé a été l'attaque mondiale du logiciel malveillant (ou rançongiciel) WannaCry, qui a paralysé 600 organisations du système de santé britannique en 2017. Aucun décès n'a été signalé en conséquence de cette cyber-attaque, toutefois l'accès réduit aux systèmes de santé est bien documenté. Les répercussions sur le bien-être des patients est inconnu. Le coût pour le système de santé est estimé à quasiment 7 millions



d'euros.¹ Malheureusement, les cyberattaques surviennent de plus en plus fréquemment, nécessitant de la part des systèmes hospitaliers des dépenses importantes pour éviter qu'ils soient impactés. À l'heure actuelle, on estime que les établissements de santé subiront 2 à 3 fois plus d'attaques que ce que connaissent d'autres secteurs,² pouvant représenter des milliers de cyberattaques par mois.

Les attaques sur les organisations de santé demeurent un problème international. Un hôpital universitaire en République tchèque a été contraint par une cyberattaque de retarder des interventions chirurgicales et à transférer des patients vers d'autres établissements.³

Voir l'article « Cybersécurité » à la page 5

La pharmacovigilance appliquée à l'utilisation du sévoflurane et du desflurane : près de 30 années de signalement d'évènements indésirables

par Thomas Ebert, MD, PhD, Alex Ritchay, MD, Aaron Sandock, BA et Shannon Dugan, BS

RÉSUMÉ

Le sévoflurane et le desflurane ont été introduits sur le marché américain au début des années 90, source de préoccupations en matière de sécurité. Le sévoflurane s'accompagnait d'une réduction de débit de gaz frais, en raison d'inquiétudes quant à la formation de composé A, associée à une nécrose tubulaire rénale constatée dans un modèle réalisé sur des rats.¹ Il a été noté que le desflurane irritait les voies aériennes, favorisait les laryngospasmes, et entraînait une activation du système sympathique, une tachycardie et une hypertension.²⁻⁶ Nous avons étudié le système de signalement d'évènements indésirables de la Food and Drug Administration (FDA) afin de déterminer si ces préoccupations initiales s'étaient avérées légitimes après 25 ans d'utilisation clinique du sévoflurane et du desflurane.

INTRODUCTION

Nous avons exploré la base de données du Système de signalement des évènements indésirables de la FDA (FAERS) à la recherche de preuves (ou d'absence de preuves) d'un lien entre le sévoflurane ou le desflurane et l'apparition d'évènements indésirables pendant l'utilisation clinique de ces deux anesthésiques volatils. La sécurité des anesthésiques volatils modernes est généralement acceptée, mais les préoccupations liées à leur sécurité ont fait débat à l'époque de leur introduc-

tion pour une utilisation clinique et par conséquent, ils méritent une évaluation plus approfondie. Nous justifions notre décision d'utiliser la base de données FAERS par les évènements indésirables historiques, liés à l'utilisation des anciens anesthésiques volatils et des drogues qui induisent un bloc neuromusculaire, qui ont été révélés après leur introduction dans la pratique clinique.^{7,8} Lorsque de nouveaux médicaments sont approuvés pour une utilisation courante dans un cadre clinique, avec une population de patients divers et des comorbidités multiples, le processus éprouvé de pharmacovigilance peut permettre de constater de nouvelles inquiétudes en matière de sécurité.⁹ Par exemple, la toxicité hépatique de l'halothane et les défauts de concentration des urines induits par l'enflurane ont été identifiés après l'introduction de ces gaz anesthésiques dans le cadre clinique.

Pour resituer le contexte, le sévoflurane a été introduit en pratique clinique aux États-Unis en 1995.¹⁰ La préoccupation initiale la plus importante en matière de sécurité du sévoflurane était la formation de pentafluoro-isopropanyl-fluorométhyl éther (composé A), un produit de dégradation formé par l'interaction entre le sévoflurane et les absorbants de dioxyde de carbone. Les effets du composé A n'avaient pas fait l'objet de recherches approfondies chez les patients dans les essais de phases 1 à 3 de la FDA.

Ebert T, Ritchay A, Sandock BA, Dugan S. La pharmacovigilance appliquée à l'utilisation du sévoflurane et du desflurane : près de 30 années de signalement d'évènements indésirables. *APSF Newsletter*. 2021;36:1,8-10.

Cela a donné lieu à la recommandation de réduire le débit de gaz frais (DGF) à 2 litres par minute (lpm), afin de réduire l'exposition des patients au composé A. Les études menées sur des modèles réalisés sur des rats ont indiqué que le composé A pouvait produire des lésions rénales dépendantes des doses, caractérisées par une nécrose tubulaire proximale à des concentrations de gaz inspirés aussi faibles que 114 ppm.¹

Des essais de phase IV ont ensuite été réalisés sur des volontaires et des patients soumis à une anesthésie longue au sévoflurane, afin d'examiner le degré d'exposition au composé A et de rechercher les effets nocifs basés sur les marqueurs cliniques de la fonction rénale. Dans l'une de ces études, conçue spécifiquement pour examiner l'exposition prolongée au sévoflurane à un débit de gaz frais de 1 lpm, les concentrations maximales de composé A ont atteint 34 ± 6 ppm, mais aucun changement significatif clinique des marqueurs biochimiques de dysfonction rénale n'a été constaté.¹¹ Des travaux plus approfondis ont permis de découvrir que les humains étaient quasiment dépourvus d'une enzyme appelée β -lyase rénale, une enzyme clé qui transforme la biodégradation du composé A en thiol rénal toxique chez le rat.¹²

Voir l'article « Signalement d'évènements indésirables » à la page 7

Les établissements de soins des États-Unis ont constaté une hausse récente du nombre de cyberattaques

Suite de l'article « Cybersécurité » à la page précédente

Cet hôpital était un important centre de test pour la COVID-19 ; par conséquent sa capacité à gérer la pandémie par des tests a également été impactée. Aux États-Unis, une grave menace liée à une cyberattaque a été identifiée en octobre 2020 et des organismes de santé ont subi plusieurs attaques réussies, qui ont perturbé les services de soins.⁴ Par exemple, le 28 octobre 2020, le jour même de la publication dans le *New York Times* d'un article sur un risque accru, une cyberattaque réussie paralysait la consultation des dossiers médicaux informatisés de l'Université de Vermont, impactant six hôpitaux en réseau.⁵ Bien que tous les aspects de la prise en charge des patients aient été affectés et que de nombreux patients n'aient pas pu se faire traiter, l'impact signalé sur les patients traités pour un cancer était particulièrement important. Cette cyberattaque a empêché l'accès à tous les dossiers décrivant les protocoles de soins de chimiothérapie. La prise en charge des patients arrivant pour leur traitement de chimiothérapie a été impossible parce que le personnel soignant ne pouvait pas consulter les dossiers et déterminer comment les traiter en toute sécurité. Il a fallu quasiment un mois pour pouvoir réaccéder à tous ces dossiers.

Les cyberattaques peuvent prendre des formes diverses. Les attaques par un logiciel de rançon bloquent les postes de travail ou l'accès aux dossiers informatisés (Electronic Medical Records = EMR), et les pirates proposent de rétablir l'accès après versement d'une rançon. Bien que le paiement d'une rançon ne conduise pas toujours au rétablissement de l'accès aux systèmes informatiques et qu'il ne soit pas recommandé, de nombreuses victimes payent les cybercriminels. Si le logiciel de rançon infecte et encode un système, il faut également présumer que les données peuvent avoir été volées (ou faire l'objet d'une « extra-filtration »), ouvrant la porte à une utilisation abusive des données médicales des patients (Patient Health Information = PHI). D'autres types de cyberattaque peuvent ne pas être aussi évidents. De nombreux appareils médicaux sont interconnectés pour recevoir et envoyer des données sur le réseau hospitalier et sont donc vulnérables en cas de cyberattaque. Les cybercriminels peuvent modifier les alarmes et le fonctionnement des appareils à distance et ces modifications peuvent ne pas être apparentes jusqu'à ce qu'un patient en subisse les conséquences graves.

POURQUOI LES CYBERCRIMINELS CIBLENT-ILS LES SYSTÈMES DE SANTÉ EN PARTICULIER ?

Les données de santé sont particulièrement utiles car elles contiennent des données à la fois personnelles et financières et elles peuvent être vendues sur le « dark web » au prix fort par rapport aux données de simples cartes de crédit. La valeur élevée des données, associée à une infrastructure de cybersécurité relativement faible, font des établissements de santé des cibles très attractives. Malheureusement, la pandémie de COVID-19 a amplifié l'impact potentiel d'une cyberattaque réussie sur les soins des patients, créant une occasion unique d'ex-



ploiter la vulnérabilité des systèmes informatiques du secteur de la santé. En fait, la hausse du nombre de cyberattaques sur les organisations de santé qui a suivi la notification d'un niveau de risque accru en octobre 2020 n'est peut-être pas motivée par des raisons financières. L'augmentation récente des attaques ciblant des établissements de santé fait suite aux efforts réussis des agences gouvernementales américaines d'empêcher les pirates d'interférer avec le processus électoral américain. L'augmentation actuelle du nombre d'attaques peut constituer des représailles et un effort pour montrer clairement que ces pirates sont encore extrêmement efficaces.

Malheureusement, il est impossible d'écarter la possibilité que la motivation de ces cyberattaques soit une simple malveillance à l'égard de populations vulnérables. Les établissements de santé sont extrêmement vulnérables en raison de l'importance toujours plus grande des systèmes informatiques pour fournir les soins aux patients, mais ils sont nombreux à ne pas disposer des ressources nécessaires pour investir dans la cybersécurité, comme le font les grandes sociétés. Les patients malades, en particulier pendant une pandémie, représentent une cible attractive pour les criminels, en raison de la possibilité de générer de la crainte ou de la panique.

EST-IL POSSIBLE DE SE PRÉMUNIR DES CYBERATTQUES ?

Kevin Mitnick, l'un des plus célèbres parmi les anciens pirates informatiques, a été actif des années 80 à 1995, lorsqu'il a été emprisonné pour ses crimes. Depuis, il est devenu consultant en sécurité informatique, mais l'histoire de son passé de pirate informatique est intéressante.⁶ Un enseignement important est que la stratégie de « l'ingénierie sociale » a été essentielle à son succès et demeure la stratégie principale des pirates actuels. D'après Mitnick, « l'ingénierie sociale utilise la tromperie, la manipulation et l'influence pour convaincre une personne qui a accès à un système informatique de faire quelque chose, comme cliquer sur une pièce jointe dans un courriel. »⁶

Cette même approche continue à être une stratégie essentielle de piratage. Elle peut être extrême-

ment efficace étant donnée l'utilisation constante des messages électroniques dans les institutions modernes.

Les services informatiques sont principalement responsables de veiller à ce que les cyberattaques échouent. Une stratégie consiste à utiliser l'architecture matérielle et logicielle pour créer des niveaux successifs de sécurité (appelés « défense en profondeur »), qui compliquent la navigation dans le système par un pirate et limite la propagation du logiciel malveillant. La mise en œuvre de politiques destinées aux utilisateurs, permettant de réduire la réussite liée aux failles de l'ingénierie sociale est une autre stratégie importante. Certaines stratégies plus visibles du service informatique pour les anesthésistes consistent à interdire l'accès à certains sites Internet ou à la messagerie électronique personnelle depuis un réseau ou un ordinateur sur le lieu de travail. Les services commerciaux de surveillance de sites Internet permettent d'identifier ceux qui contiennent un logiciel malveillant et fournissent aux établissements vulnérables des informations pour en bloquer l'accès depuis des réseaux internes.

QUEL EST LE RÔLE DE L'ANESTHÉSISTE EN MATIÈRE DE CYBERSÉCURITÉ DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ ?

L'American Society of Anesthesiologists (ASA) a récemment formé un groupe de travail sur la cybersécurité (cybersecurity task force = CSTF), dans le but de comprendre l'étendue de l'impact des cyberattaques sur la pratique de l'anesthésie et également, de collaborer avec d'autres organisations, afin de développer des recommandations visant à assurer la sécurité des patients. Un article de présentation de ce groupe de travail publié dans *ASA Monitor* expose le contexte de l'étendue et de l'échelle des risques potentiels des cyberattaques pour nos patients.⁷ Étant donné que nous ne sommes pas formés pour être des informaticiens, les anesthésistes ont-ils un rôle à jouer dans la sécurité des patients face aux effets de la cyberguerre ?

Voir l'article « Cybersécurité » à la page suivante

La simulation d'une cyberattaque pourrait aider les soignants à mieux se préparer à des pannes

Suite de l'article « Cybersécurité » à la page précédente

En réponse à la recommandation du gouvernement des États-Unis, intitulée « Activité de logiciel de rançon ciblant le secteur des soins et de la santé publique », publiée en collaboration avec l'Agence de cybersécurité et de sécurité des infrastructures (Cybersecurity and Infrastructure Security Agency = CISA), le Bureau fédéral d'investigation (FBI) et le Département de la Santé et des Services sociaux (Department of Health and Human Services = HHS), y compris la FDA,⁸ le Comité sur la technologie de l'APSF a publié des directives qui peuvent être adoptées par chaque anesthésiste, afin de réduire le risque des cyberattaques pour les patients (Tableau 1).⁹ Les directives contiennent des stratégies personnelles, comme la vigilance an matière de courriels et la sécurité des mots de passe, ainsi que des stratégies au niveau des services. Le comité recommande des simulations d'événements causant des interruptions de service, qui doivent englober tous les processus nécessaires pour maintenir la prise en charge des patients si un ou plusieurs systèmes informatiques ne fonctionnent pas. Prenons l'exemple d'un patient polytraumatisé, admis aux urgences et devant être transporté d'urgence au bloc opératoire pour contrôler une hémorragie. Pourriez-vous assurer la continuité des soins complexes requis par ce patient sans les systèmes informatiques pendant son transport du service des urgences au bloc opératoire puis à l'unité de soins intensifs (USI) ? Comment le degré d'urgence sera-t-il communiqué afin que le bloc opératoire soit prêt ? Comment la banque du sang et les laboratoires seront-ils coordonnés ? Les médicaments seront-ils disponibles ? Qui saura qui est de garde dans un service spécifique ? Quels sont les systèmes informatiques qui pourraient encore fonctionner ? Les formulaires papier sont-ils adaptés pour assurer la continuité du processus de soins ? Les résultats de ces simulations peuvent renseigner le développement des procédures de soins en cas de cyberattaque et orienter la formation des soignants.

Heureusement, le gouvernement et les autres agences s'activent pour identifier les risques de cyberattaque et réduire ou éliminer l'impact. Le problème continue de s'amplifier, malgré la vigilance et le soutien du secteur public et du secteur privé pour faire face aux dangers de la cybersécurité. Comme les virus humains, un logiciel malveillant, une fois introduit dans le cyberspace, représente un risque persistant pour les systèmes informatiques non protégés. Les entreprises cyber-criminelles ne semblent pas gênées d'attaquer les systèmes de santé.⁸

Étant donné la dépendance de notre organisation de santé par rapport aux systèmes informatiques et aux appareils en réseau, les cyberattaques continueront à être une préoccupation croissante pour la sécurité des patients. Les habitudes individuelles de gestion des courriels et des sites Internet au travail peuvent réduire le risque de la réussite d'une attaque. Cependant, comme toujours, il faut être vigilant par rapport aux dysfonctionnements des appareils médicaux et des systèmes informatiques et également, de mettre en place des plans de sauvegarde, afin de per-

TABLEAU 1 : Recommandations relatives à la cybersécurité.

En réponse à la menace constante des cyberattaques sur les établissements de soins, le comité Technologie de l'APSF recommande que tous les anesthésistes prennent les mesures suivantes.

RENFORCER LES PROCÉDURES EN CAS DE PANNE DES ÉQUIPEMENTS

- Consulter les procédures existantes relatives aux pannes
- Engager d'autres leaders périopératoires dans la planification.
- Informer tous les soignants des moyens de poursuite des soins à l'aide des procédures relatives aux pannes
- Dans la mesure du possible, simuler une panne.

ACCROÎTRE LA VIGILANCE

- Gérer ses courriels ! **NE PAS SAISIR SON MOT DE PASSE OU SON IDENTIFIANT DU SYSTÈME** en réponse à une demande reçue dans un courriel. Signaler les courriels suspects aux services informatiques.
- Les cyberattaques peuvent affecter n'importe quel appareil médical connecté au réseau. Être vigilant(e) par rapport à des modifications inattendues des paramètres, du comportement des alarmes ou du fonctionnement des appareils tels que les pompes à infusion et les ventilateurs.

ÉTUDE LES SIGNALEMENTS

- Signaler dès que possible au service informatique de l'hôpital et/ou au service biomédical les problèmes liés aux performances des appareils médicaux et des systèmes.
- Signalement extra-muros :
 - Fabricants des appareils
 - FDA à CyberMed@fda.hhs.gov pour les inquiétudes relatives à la cybersécurité
 - FDA via le système MedWatch Voluntary Reporting System pour tous les types de pannes d'appareils. Formulaire de signalement <https://www.fda.gov/safety/medical-product-safety-information/medwatch-forms-fda-safety-reporting>

Les recommandations seront complétées et mises à jour sur le site <https://www.apsf.org/news-updates/the-apsf-issues-preliminary-guidance-on-cybersecurity-threats-to-u-s-health-care-systems/>

mettre le maintien de soins en toute sécurité en cas de pannes des appareils et des systèmes.

Julian M. Goldman, MD, est anesthésiste au Massachusetts General Hospital, directeur médical de Bio-medical Engineering à Mass General Brigham, directeur du programme d'interopérabilité et cybersécurité des appareils médicaux prêts à l'emploi (MD PnP) et organisateur, ISO/TC 121/WG 3 Cybersécurité pour le matériel d'anesthésie et les respirateurs.

Le Dr Jeffrey Feldman, MSE, est président du Comité sur la technologie de l'APSF et professeur d'anesthésiologie clinique, École de médecine Perelman de l'Hôpital pour enfants de Philadelphie, Philadelphie.

Les auteurs ne signalent aucun autre conflit d'intérêts.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

1. Ghafur S, Kristensen S, Honeyford K, et al. A retrospective impact analysis of the WannaCry cyberattack on the NHS. *npj Digit Med.* 2, 98 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0161-6>. Accessed December 21, 2020.
2. 2020 Healthcare Cybersecurity Report, <https://www.herjavecgroup.com/wp-content/uploads/2019/12/healthcare-cybersecurity-report-2020.pdf>. Accessed December 21, 2020.
3. Bizga A. Mysterious cyberattack cripples Czech hospital amid COVID-19 outbreak, <https://hotforsecurity.bitdefender.com/blog/mysterious-cyberattack-cripples-czech-hospital-amid-covid-19-outbreak-22566.html>. Accessed November 18, 2020.
4. Perloth, N. Officials warn of cyberattacks on hospitals as virus cases spike. *New York Times*. Oct. 28, 2020. <https://www.nytimes.com/2020/10/28/us/hospitals-cyberattacks-coronavirus.html>. Accessed November 26, 2020.
5. Barry E, Perloth N. Patients of a Vermont hospital are left 'in the dark' after a cyberattack. *New York Times*. November 25, 2020. <https://www.nytimes.com/2020/11/26/us/hospital-cyber-attack.html>? Accessed November 26, 2020.
6. Mitnick K. Ghost in the wires—my adventures as the world's most wanted hacker. Little, Brown and Co. New York, 2011.
7. Goldman JM, Minzter B, Ortiz J, et al. Formation of an ASA Cybersecurity Task Force (CSTF) to protect patient safety. *ASA Monitor*. September 2020;84:34. <https://doi.org/10.1097/O1.ASM.0000716908.49348.5a>. Accessed December 10, 2020.
8. CISA Alert (AA20-302A), October 28, 2020, <https://us-cert.cisa.gov/ncas/alerts/aa20-302a>. Accessed December 10, 2020.
9. The APSF issues preliminary guidance on cybersecurity threats to U.S. health care systems. *APSF Newsletter online*. November 2, 2020. <https://www.apsf.org/news-updates/the-apsf-issues-preliminary-guidance-on-cybersecurity-threats-to-u-s-health-care-systems/>. Accessed November 10, 2020.

Utilisation de la base de données FAERS pour identifier les évènements indésirables liés à l'utilisation du sévoflurane ou du desflurane pendant un quart de siècle

Suite de l'article « Signalement d'évènements indésirables » de la page 4

Le desflurane a été introduit en 1992 et sa faible solubilité dans le sang présentait l'avantage clinique d'une induction d'anesthésie et d'un réveil plus rapides, ainsi que potentiellement, un titrage plus rapide pour l'obtention de la profondeur d'anesthésie souhaitée par rapport à d'autres anesthésiques volatils utilisés. Cependant, après le lancement du desflurane, il a été découvert qu'il pouvait activer les réflexes des voies respiratoires en raison de son odeur très âcre.²

Les travaux précliniques avec le desflurane ont également permis de constater une tachycardie et une hypertension occasionnelles inexplicables et, chez les enfants, un bronchospasme. En raison de la puissance insuffisante du desflurane, des concentrations plus fortes sont nécessaires pour obtenir l'efficacité clinique souhaitée, favorisant ainsi un effet indésirable sur les voies respiratoires en raison de son odeur âcre. Les effets indésirables sur les voies respiratoires étaient associés à une activation du système sympathique pendant l'exposition initiale des voies respiratoires, après l'induction de l'anesthésie et lors des augmentations de concentrations peropératoires.^{2,3} Notre laboratoire avait démontré la multiplication par 2,5 de l'activité du nerf sympathique, avec une hypertension et une tachycardie survenant lors de l'administration du desflurane après l'induction de l'anesthésie et une activation neurocirculatoire accrue lors de l'augmentation de la concentration de 1,0 à 1,5 CAM.⁴ Par la suite, les travaux ont indiqué que la lidocaïne nébulisée ne diminuait pas la réponse du réflexe des voies respiratoires, mais que les opiacés présentaient un effet dose dépendant de réduction de l'activation neurocirculatoire.^{13,14}

Dans ce rapport, nous avons exploré la base de données (FAERS) à la recherche d'évènements indésirables associés au sévoflurane et au desflurane après un quart de siècle d'utilisation clinique chez des millions de patients.

Nous nous sommes efforcés de déterminer si l'auto-signallement d'évènements indésirables à la FDA validait les inquiétudes initiales entourant la sécurité du sévoflurane et du desflurane et si de nouvelles préoccupations liées à la sécurité avaient émergé lors de leur utilisation clinique dans une population très large de patients.

MÉTHODES

Afin de surveiller la sécurité des médicaments dans la pratique clinique, la Food and Drug Administration (FDA) a développé le système FDA Adverse Event Reporting System (FAERS).¹⁵ Le FAERS est une base de données en ligne que la FDA utilise pour surveiller tous les médicaments et produits biologiques thérapeutiques approuvés, en évaluant la quantité, la gravité et les suites globales des nouveaux médicaments, dont les anesthésiques volatils. La base de données FAERS a été interrogée à la recherche des évènements indésirables (EI) signalés pour le sévoflurane et pour le desflurane entre 1996 et décembre 2019. À l'aide de filtres démographiques, les EI ont été analysés pour les deux anesthésiques volatils, avec chacune des catégories de groupes d'âges suivantes : 0 à 1 mois, 2 mois à 2 ans, 3 à 11 ans, 12 à 17 ans, 18 à 64 ans, 65 à 85 ans, plus de 85 ans et âge

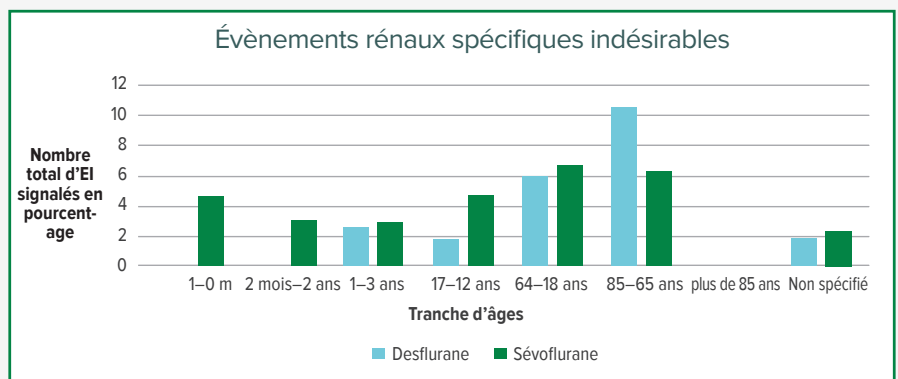
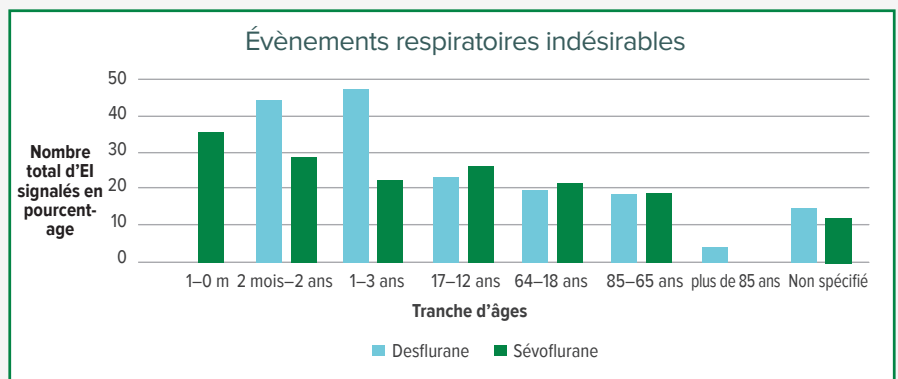
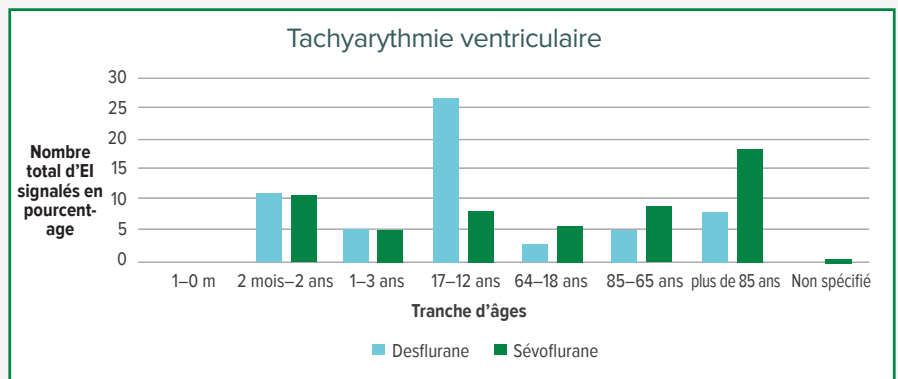
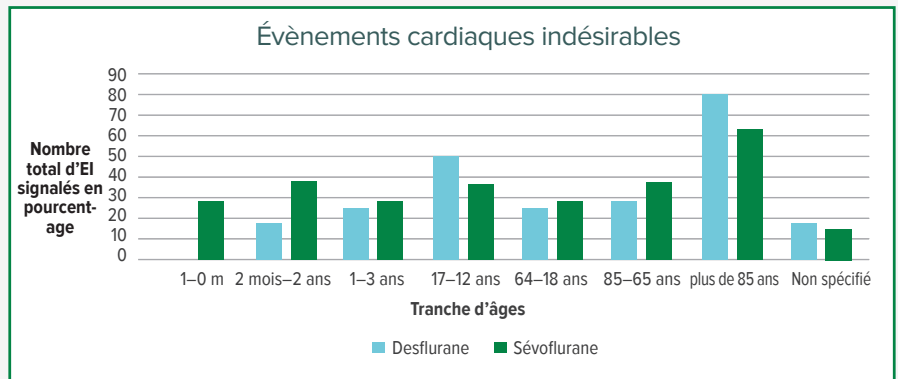


Figure 1: Évènements indésirables (EI) causés par le desflurane et le sévoflurane par tranche d'âges.

Le type d'EI le plus courant pour le sévoflurane et pour le desflurane était « Lésions, empoisonnement et complications liées aux procédures »

Suite de l'article « Signalement d'évènements indésirables » à la page précédente

non précisé. Les EI ont été triés par type de réactions. Par exemple, le type de réactions des Troubles cardiaques incluait des réactions spécifiques telles que l'arrêt cardiaque, la dissociation électromécanique (PEA) et la tachycardie ventriculaire entre autres. Pour le présent article, les réactions générales Troubles cardiaques, Troubles rénaux et urinaires et Troubles respiratoires, thoraciques et médiastinaux ont été signalées en plus des réactions spécifiques, par ex. tachyarythmies ventriculaires (tachycardie ventriculaire, fibrillation ventriculaire, torsades de pointes). Les troubles rénaux spécifiques (oligurie, anurie, lésion rénale aiguë, troubles rénaux/défaillance rénale, trouble/dysfonctionnement de la fonction tubulaire rénale et nécrose tubulaire aiguë) ont été additionnés pour réduire l'incidence d'autres réactions urinaires moins robustes, par exemple la rétention urinaire. Tous les EI ont été cités en pourcentage du nombre total de groupes de réactions de l'anesthésique concerné dans chaque groupe d'âges.

RÉSULTATS

L'utilisation du desflurane a conduit au signalement de 1140 EI, la catégorie la plus courante (type de réactions) étant « Lésions, empoisonnement et complications liées aux procédures » (24,9 %). Les quatre sous-catégories principales dans ce type de réactions comprenaient les complications postopératoires, l'exposition fœtale pendant la grossesse, les complications neurologiques de l'anesthésie et la reprise de conscience. Les EI cardiaques étaient classés en seconde position, à 23,9 %, les sous-catégories les plus courantes étant la bradycardie, l'arrêt cardiaque, la tachycardie et la tachycardie ventriculaire. Les EI respiratoires/thoraciques représentaient 19,4 %, où la principale sous-catégorie du bronchospasme comptait pour 2,9 % de l'ensemble des EI liés au desflurane. Les autres EI les plus courants étaient l'hypoxie, la dyspnée et le laryngospasme.

L'utilisation du sévoflurane a conduit au signalement de 4977 EI, avec pour type de réactions le plus courant « Lésions, empoisonnement et complications liés aux procédures » (30,4 %). Les quatre sous-catégories principales comprenaient les complications liées à l'anesthésie, les complications postopératoires, les complications neurologiques de l'anesthésie et la reprise de conscience. Comme avec le desflurane, les EI cardiaques étaient aussi le deuxième type de réactions le plus courant, à 24,4 %. Les sous-catégories les plus courantes comprenaient l'arrêt cardiaque, la bradycardie, la tachycardie et la fibrillation ventriculaire. Les évènements respiratoires/thoraciques représentaient 18,7 % des EI, semblables au desflurane. Les quatre sous-catégories étaient l'œdème pulmonaire, l'hypoxie, l'apnée et le bronchospasme (1,6 % de l'ensemble des EI liés au sévoflurane). Le laryngospasme était la sixième catégorie la plus courante dans les complications respiratoires/thoraciques. Il convient de noter que les troubles rénaux spécifiques représentaient seulement 4,4 % de l'ensemble des réactions signalées concernant le sévoflurane, par rapport à 5,3 % pour le desflurane.



La Figure 1 représente les principaux EI dans le cadre du présent rapport. Le desflurane et le sévoflurane étaient associés à des pourcentages très élevés d'EI cardiaques rapportés dans le groupe d'âges de 85 ans et plus (80 % et 63,6 %). La tachyarythmie ventriculaire était plus fréquemment présente dans la fourchette d'âges comprise entre 12 et 17 ans à 26,8 % pour le desflurane par rapport à 8,2 % pour le sévoflurane. Il y avait très peu d'évènements indésirables dans le groupe d'âges néonataux pour le desflurane, toutefois il tend à ne pas être utilisé pour les patients de moins de 2 ans en raison des recommandations du fabricant. Le pourcentage d'évènements respiratoires de l'ensemble des EI pour le desflurane par rapport au sévoflurane était considérablement plus élevé dans les tranches d'âges de 2 mois à 2 ans et de 3 à 11 ans.

DISCUSSION

La base de données FAERS contenait 1140 évènements indésirables signalés pour le desflurane et 4977 pour le sévoflurane. La fréquence des signalements d'EI est liée au nombre total d'administrations de chacun de ces anesthésiques dans la pratique clinique. Cependant le signalement des EI confirme, par la prévalence des EI pour chaque anesthésique, un certain nombre de domaines susceptibles de susciter des préoccupations à propos de ces deux anesthésiques volatils dans le cadre d'une utilisation clinique. Les EI cardiaques étaient le deuxième type de réactions le plus fréquemment signalé pour les deux anesthésiques. Le pourcentage de tachyarythmies ventriculaires était plus élevé avec le desflurane dans une population plus jeune, mais était plus élevé dans une population plus âgée avec le sévoflurane. Les évènements respiratoires étaient plus fréquents que les autres évènements indésirables chez les patients plus jeunes anesthésiés au desflurane. Le plus grand pourcentage dans le type d'EI « Lésions, empoisonnement et complications liées aux procédures » correspondait à la reprise de conscience et

aux EI neurologiques, comprenant probablement l'agitation postopératoire et le déclin cognitif.

Il existe un certain nombre de liens entre la base de données FAERS et la science clinique de chaque anesthésique.

Arythmies et anesthésiques volatils : les études *in vitro* ont permis de démontrer que le desflurane pourrait augmenter la libération de catécholamines intra myocardique,¹⁶ entraînant le déclenchement d'arythmies. Il a été démontré que le desflurane était lié à un plus grand nombre d'arythmies que le sévoflurane lors d'une chirurgie pour pontage aortocoronarien sans circulation extra corporelle,¹⁷ et à un taux plus élevé de fibrillations atriales postopératoires après une chirurgie cardiaque sous circulation extracorporelle.¹⁸ La variabilité inter-dérivations de l'intervalle QT, appelée « dispersion QT (QTd) », est un marqueur d'anomalies régionales de la repolarisation ventriculaire qui est davantage lié au risque de dysrythmie que l'intervalle QT proprement dit.¹⁹ Chez les adultes en bonne santé qui subissent une chirurgie non cardiaque, l'induction de l'anesthésie au desflurane seul (sans prémédication) semblait augmenter considérablement la QTd, alors que l'induction au sévoflurane seul n'influaient pas sur la QTd²⁰. Cependant, lorsque le midazolam et le vécuronium étaient utilisés avant l'intubation, le desflurane et le sévoflurane prolongeaient tous les deux la QTd sans différence notable entre les deux.²¹ Alors qu'une QTd prolongée peut entraîner diverses arythmies, son lien avec l'activation du système sympathique, plus souvent associée au desflurane, est inconnu.

Troubles respiratoires et anesthésiques volatils : le pourcentage d'EI respiratoires était élevé dans le groupe de patients plus jeunes. Comme indiqué précédemment, au cours des premières années d'utilisa-

Voir l'article « Signalement d'évènements indésirables » à la page suivante

Dans la base de données FAERS, l'utilisation du sévoflurane et du desflurane n'a donné lieu à aucun évènement indésirable nouveau ou inattendu

Suite de l'article « Signalement d'évènements indésirables » à la page précédente

tion du desflurane dans la pratique clinique, des préoccupations ont été soulevées concernant son odeur âcre et l'irritation des voies respiratoires. Comme l'ont démontré les études précédentes relatives aux effets respiratoires du desflurane, la différence entre les adultes et les enfants est claire. Dans une étude d'une grande cohorte de 14 000 enfants, les chercheurs ont constaté que l'utilisation du desflurane constituait un facteur de risque d'évènements peropératoires en tous genres, ainsi que de laryngospasme en particulier.⁵ Dans un essai clinique portant sur 400 enfants en bonne santé, randomisés pour recevoir du desflurane ou de l'isoflurane, ceux qui avaient reçu le desflurane présentaient une fréquence beaucoup plus élevée d'évènements indésirables liés aux voies respiratoires de gravités diverses, allant de la toux au laryngospasme.⁶ Néanmoins, les résultats sont très différents chez les adultes. Une méta-analyse de 13 essais contrôlés randomisés a montré qu'il n'y avait aucune différence entre le sévoflurane et le desflurane en matière de nombres d'évènements indésirables concernant les voies aériennes supérieures, le laryngospasme, ou la toux au réveil.²² Une autre méta-analyse de sept essais contrôlés randomisés n'a pas retrouvé de différence entre le sévoflurane et le desflurane en matière d'incidence de toux ou de laryngospasme chez les adultes.²³

LIMITATIONS

La FAERS s'appuie sur le signalement volontaire des évènements indésirables par les soignants et les consommateurs aux États-Unis. Pour cette raison, cette base de données présente d'importantes limites. Premièrement, il n'existe aucune certitude que l'évènement indésirable signalé ait été causé par le médicament en question, car la FDA ne demande pas la preuve d'une relation de cause à effet. Deuxièmement, la FDA ne reçoit pas chacun des évènements indésirables survenant pour un médicament donné. De nombreux facteurs déterminent si un signalement sera déposé, tels que la gravité ou la notoriété liée à l'évènement. Il est attendu que les effets indésirables plus graves, tels que les arythmies cardiaques, seront probablement signalés plus fréquemment que d'autres réactions moins graves, telles que les nausées postopératoires. Pour cette raison, la base de données ne peut pas être utilisée pour calculer l'incidence d'un évènement indésirable donné au sein de la population. La fréquence de l'utilisation du sévoflurane est plus élevée que celle du desflurane chez les patients pédiatriques et adultes.²⁴ Par conséquent, le nombre total d'évènements indésirables d'un anesthésique volatil n'est pas pertinent sans connaître exactement le dénominateur.

Conclusions : contrairement à d'autres anesthésiques pour lesquels l'utilisation clinique a révélé des inquiétudes nouvelles ou inattendues en matière de sécurité, telles que l'hépatite causée par l'halothane ou

l'anaphylaxie induite par le rapacuronium, il ne semble pas qu'après près de 30 années d'utilisation du desflurane et du sévoflurane, on puisse constater des phénomènes indésirables nouveaux ou inattendus. Les études qui identifiaient des modifications neurocirculatoires causées par les effets irritants des voies respiratoires du desflurane, ou l'absence de lésions rénales du sévoflurane, ont été approfondies pour expliquer les conclusions tirées des données auto-signalées dans la FAERS. Le desflurane présentait une forte incidence d'évènements indésirables des voies aériennes chez les populations plus jeunes que l'on ne retrouvait pas chez les patients plus âgés. Des arythmies cardiaques ont été constatées avec les deux anesthésiques et une plus forte prévalence de tachycardie ventriculaire a été notée avec le desflurane chez les patients plus jeunes.

Le Dr Thomas Ebert, PhD, est professeur d'anesthésiologie au Medical College of Wisconsin, Milwaukee, WI, et chef du service d'anesthésie au Clement J. Zablocki Veterans Affairs Medical Center, Milwaukee WI.

Le Dr Alex Ritchay est résident anesthésiste au Medical College of Wisconsin dans le service d'anesthésiologie, Milwaukee, WI.

Aaron Sandock, BA, est étudiant en médecine au Medical College of Wisconsin, Milwaukee, WI.

Shannon Dugan, BS, est assistante de recherche au Medical College of Wisconsin, Milwaukee, WI.

Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- Gonsowski C, Laster M, Eger E, et al. Toxicity of compound A in rats. *Anesthesiology*. 1994;80:566–573.
- Muzi M, Lopatka C, Ebert T. Desflurane-mediated neurocirculatory activation in humans: effects of concentration and rate of change on responses. *Anesthesiology*. 1996;84:1035–1042.
- Welskopf R, Moore M, Eger E, et al. Rapid increase in desflurane concentration is associated with greater transient cardiovascular stimulation than with rapid increase in isoflurane concentration in humans. *Anesthesiology*. 1994;80:1035–1045.
- Ebert T, Muzi M. Sympathetic hyperactivity during desflurane anesthesia in healthy volunteers. *Anesthesiology*. 1993;79:444–453.
- Oofuvong M, Geater A, Chongsuvitwong V, et al. Risk over time and risk factors of intraoperative respiratory events: a historical cohort study of 14,153 children. *BMC Anesthesiology*. 2014;14:13.
- Lerman J, Hammer, G. Response to: Airway responses to desflurane during maintenance of anesthesia and recovery in children with laryngeal mask airways. *Paediatr Anaesth*. 2010;20:962–963.
- Habibollahi P, Mahboobi N, Esmaeili S, et al. Halothane-induced hepatitis: a forgotten issue in developing countries. *Hepat Mon*. 2011;11:3–6.
- Sosis MB. Further comments on the withdrawal of rapacuronium. *Anesthesia & Analgesia*. 2002;95:1126–1127.
- Sloane R, Osanlou O, Lewis D, et al. Social media and pharmacovigilance: a review of the opportunities and challenges. *Br J Clin Pharmacol*. 2015; 80:910–920.
- Smith I, Nathanson M, White P. Sevoflurane—a long-awaited volatile anaesthetic. *Br J Anaesth*. 1996;76:435–445.
- Ebert T, Frink E, Kharasch E. Absence of biochemical evidence for renal and hepatic dysfunction after 8 hours of 1.25 minimum alveolar concentration sevoflurane anesthesia in volunteers. *Anesthesiology*. 1998;88:601–610.
- Kharasch E, Jubert C. Compound A uptake and metabolism to mercapturic acids and 3,3,3-trifluoro-2-fluoromethoxypropanoic acid during low-flow sevoflurane anesthesia. *Anesthesiology*. 1999;91:1267–1278.
- Bunting H, Kelly M, Milligan K. Effect of nebulized lignocaine on airway irritation and haemodynamic changes during induction of anaesthesia with desflurane. *Br J Anaesth*. 1995;75:631–633.
- Pacentine G, Muzi M, Ebert T. Effects of fentanyl on sympathetic activation associated with the administration of desflurane. *Anesthesiology*. 1995;82:823–831.
- U.S. Food and Drug Administration. 2020. Potential signals of serious risks by FAERS. [online] Available at: <https://www.fda.gov/Drugs/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/Surveillance/AdverseDrugEffects/ucm565425.htm> Accessed March 9, 2020.
- Park WK, Kim MH, Ahn DS, et al. Myocardial depressant effects of desflurane: mechanical and electrophysiologic actions *in vitro*. *Anesthesiology*. 2007;106:956–966.
- Hemmerling T, Minardi C, Zaouter C, et al. Sevoflurane causes less arrhythmias than desflurane after off-pump coronary artery bypass grafting: a pilot study. *Ann Card Anaesth*. 2010;13:116.
- Cromheecke S, ten Broecke PW, Hendrickx E, et al. Incidence of atrial fibrillation early after cardiac surgery: can choice of the anesthetic regimen influence the incidence? *Acta Anaesthesiol Belg*. 2005;56:147–54.
- Day C, McComb J, Campbell R. QT dispersion: an indication of arrhythmia risk in patients with long QT intervals. *Heart*. 1990;63:342–344.
- Yildirim H, Adanir T, Atay A, et al. The effects of sevoflurane, isoflurane and desflurane on QT interval of the ECG. *Eur J Anaesthesiol*. 2004; 21: 566-570.
- Kazanci D, Unver S, Karadeniz U, et al. A comparison of the effects of desflurane, sevoflurane and propofol on QT, QTc, and P dispersion on ECG. *Ann Card Anaesth*. 2009;12:107.
- Stevanovic A, Rossaint R, Fritz H, et al. Airway reactions and emergence times in general laryngeal mask airway anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol*. 2015;32:106–116.
- de Oliveira G, Giroo V, Fitzgerald P, et al. The effect of sevoflurane versus desflurane on the incidence of upper respiratory morbidity in patients undergoing general anesthesia with a Laryngeal Mask Airway: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Anesth*. 2013;25:452–458.
- Nasr G, Davis M. Anesthetic use in newborn infants: the urgent need for rigorous evaluation. *Pediatr Res*. 2015;78: 2–6.

Réponse RAPIDE Les filtres pour systèmes respiratoires à l'ère de la COVID-19

aux questions des lecteurs

par Robert G. Loeb, MD

Cet article a été publié initialement sur le site Internet de l'APSF. Cette version a été mise à jour et modifiée par l'auteur du Bulletin d'information de l'APSF actuel.

Loeb RG. Les filtres pour systèmes respiratoires à l'ère de la COVID-19. APSF Newsletter. 2021;36:12–14.

Nous remercions le Dr Felipe Urdaneta d'avoir éclairé certains points concernant l'utilisation des filtres pour systèmes respiratoires utilisés en anesthésie en réponse à la pandémie de COVID-19. Le site Internet de l'APSF contient une page (<https://www.apsf.org/faq-on-anesthesia-machine-use-protection-and-decontamination-during-the-covid-19-pandemic>) qui résume les stratégies actuelles pour protéger un appareil d'anesthésie de la contamination par un patient potentiellement infecté. Toutefois, il ne fournit pas les détails sur lesquels sont fondées les recommandations. Cet article fournit certains détails, tels que le risque de transmission de l'infection aux patients via le système respiratoire, les modes de transmission du virus, la physique de la filtration, les types de filtres, les tests normalisés, ainsi que les caractéristiques techniques des filtres, dans le but de répondre aux questions de Felipe Urdaneta et de faire disparaître d'éventuelles confusions que partagent nos lecteurs.

RISQUE DE TRANSMISSION DE L'INFECTION ENTRE PATIENTS VIA LE SYSTÈME RESPIRATOIRE

Les systèmes respiratoires fermés présentent un risque hypothétique d'infection croisée en raison de la réinspiration du gaz précédemment insufflé. Avant les années 90, l'utilisation de filtres dans les systèmes respiratoires d'anesthésie n'était pas systématique et on pensait que l'infection croisée des patients était évitée par le passage du gaz insufflé à travers l'absorbant alcalin du dioxyde de carbone.¹ Cependant, au cours des années 90, l'utilisation des filtres dans les systèmes respiratoires s'est répandue² après le signalement de neuf cas d'infection croisée par hépatite C, attribuée à des systèmes respiratoires d'anesthésie infectés.³ Les preuves du risque d'infection croisée sont contradictoires. Quasiment aucun cas n'a été documenté, toutefois des tests *in-vitro* en démontrent la possibilité.^{4,6} Dans tous les cas, les filtres des systèmes respiratoires sont recommandés par plusieurs sociétés d'anesthésie, mais uniquement lorsque les circuits respiratoires sont réutilisés d'un patient à l'autre.^{7,8}

MODES DE TRANSMISSION RESPIRATOIRE DU VIRUS

La COVID-19 (SARS-CoV-2) est transmise principalement par voie respiratoire, comme le syndrome respiratoire aigu sévère (SARS-CoV), le coronavirus du syndrome respiratoire du Moyen-Orient (MERS-CoV) et d'autres coronavirus. Ce virus est transmis par des gouttelettes d'un diamètre supérieur à 20 microns, ainsi que par des aérosols d'un diamètre inférieur à 5–10 microns.⁹ Les gouttelettes ont tendance à tomber en raison de la gravité, alors que les aérosols flottent dans l'air et suivent les courants d'air. Les particules de taille intermédiaire ont en commun certaines

des propriétés des gouttelettes et des aérosols. L'évaporation rapide des petites gouttelettes produit des noyaux de condensation qui suivent aussi les courants d'air. Les gouttelettes, les aérosols et les particules de taille intermédiaire sont produits par la toux, les éternuements et la parole, alors que les aérosols sont générés principalement pendant la respiration passive. Un concept important de la filtration des pathogènes est que les virus respiratoires ne sont pas transmis par des particules du virus isolées qui flottent dans l'air, mais par les virus contenus dans des particules de plus grande taille. Les gouttelettes et certaines particules de taille intermédiaire peuvent se déposer sur les surfaces, entraînant potentiellement une transmission par contact.

Aucune étude n'a estimé le nombre de particules virales que les patients infectés au SARS-CoV-2 expirent. Cependant, une étude qui quantifiait l'expiration de particules d'autres virus respiratoires, a permis de constater que les patients infectés au coronavirus saisonnier expiraient et projetaient en toussant entre 0 et 200 000 particules virales par heure.¹⁰

Alors qu'une seule particule virale peut en théorie entraîner une infection systémique, la probabilité d'infection augmente avec la durée et l'intensité de l'exposition virale.¹¹

PHYSIQUE DE LA FILTRATION

En général, les gens comprennent la physique de la filtration au moyen d'une passoire, un phénomène facile à observer, où une particule plus large que les plus petits trous ne traverse pas la passoire. Cependant, d'autres forces peuvent entrer en jeu avec des particules de très petite taille (par ex. diamètre < 2 microns).¹² Une fois qu'elles entrent en contact avec la matière filtrante, les très petites particules ont tendance à y adhérer, même si elles pourraient passer à travers les ouvertures du filtre. Les particules entrent en contact avec la matière filtrante par quatre mécanismes de base. Les particules dans la fourchette de 0,11 microns peuvent venir impacter les fibres du filtre par un processus appelé *impaction inertielle*. Les particules dans la fourchette comprise entre 0,05 et 1 micron peuvent tangentiellement entrer en contact avec des fibres du filtre par un processus appelé *interception*. Au fur et à mesure que la taille des particules diminue, elles subissent de plus en plus le mouvement brownien (aléatoire) en plus de leur déplacement avec le flux d'air et elles peuvent venir au contact du filtre en raison d'un mouvement erratique causé par un processus appelé *diffusion*. Enfin, les petites particules chargées peuvent être attirées par la surface chargée de la matière filtrante par un processus appelé *attraction électrostatique*. La Figure 1 illustre chacun de ces phénomènes et la Figure 2 montre l'effet de l'addition de ces phénomènes sur

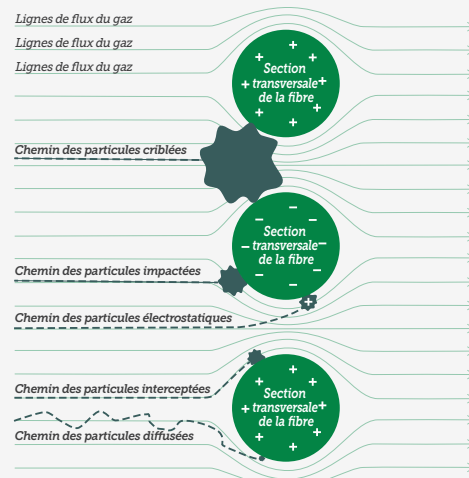


Figure 1 : Phénomène de filtration.

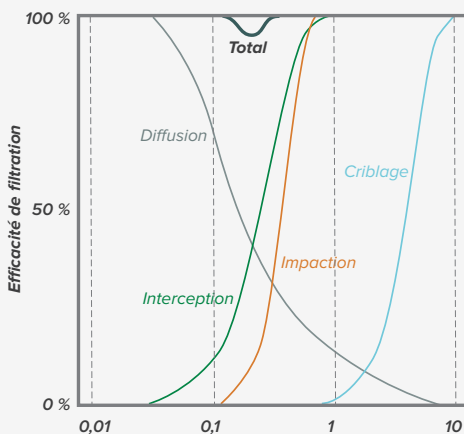


Figure 2 : Somme des phénomènes individuels de filtration pour produire la filtration globale des particules de tailles différentes. Remarque : l'efficacité la plus faible est de l'ordre de 0,3 micron.

l'efficacité générale du filtre. Il convient de noter que, pour la plupart des filtres à air, les particules dont la taille est de l'ordre de 0,3 micron (c.-à-d. 300 nanomètres) sont les plus difficiles à piéger. Les particules de plus petite ou de plus grande taille sont plus faciles à intercepter.

Voir l'article « Filtres des systèmes » à la page suivante

Ces informations sont fournies à des fins de formation liée à la sécurité et ne doivent pas être interprétées comme un avis médical ou légal. Les réponses individuelles ou de groupe ne sont que des commentaires fournis à des fins de formation ou de discussion et ne sont ni des déclarations d'avis ni des opinions de l'APSF. Il n'est pas dans l'intention de l'APSF de fournir un avis médical ou légal spécifique ni de se porter garante des points de vue ou recommandations exprimés en réponse aux questions posées. L'APSF ne pourra en aucun cas être tenue responsable, directement ou indirectement, des dommages ou des pertes causés ou présumés avoir été causés par, ou en rapport avec la confiance accordée à, ces informations.

Réponse RAPIDE

aux questions des lecteurs

Il existe divers filtres et méthodes d'essai

De l'article « Filtres des systèmes » à la page précédente

TYPES DE FILTRE UTILISÉS DANS LES SYSTÈMES RESPIRATOIRES D'ANESTHÉSIE

Filtres mécaniques plissés

Les filtres mécaniques plissés contiennent une couche épaisse de fibres hydrophobiques non tissées, très serrées, à la disposition aléatoire, qui capturent les particules par la profondeur du filtre. La matière du filtre est plissée pour augmenter la surface et réduire la résistance au flux d'air. En règle générale, leur efficacité de filtration est très élevée et ils peuvent également permettre un échange de chaleur et d'humidité s'ils sont positionnés à proximité des voies aériennes, à un endroit où le flux d'air est bidirectionnel. Lorsqu'ils sont utilisés dans un environnement humide, leur efficacité de filtration et leur résistance au flux d'air peuvent s'améliorer ou s'aggraver. Ils restent cependant extrêmement efficaces quand ils sont humides.¹³ Les liquides ne traversent pas facilement les filtres mécaniques plissés.¹⁴ Généralement, ils coûtent plus cher et leur volume interne est supérieur aux filtres électrostatiques.

Filtres électrostatiques

Les filtres électrostatiques contiennent une fine couche de fibres électrostatiques au tissage serré. Leur résistance au flux d'air est inférieure pour une surface donnée, donc ils ne sont pas plissés. En règle générale, l'efficacité de filtration des filtres électrostatiques est 1000 fois inférieure à celle des filtres mécaniques plissés.¹³ Leur efficacité de filtration et leur résistance au flux d'air peuvent s'améliorer ou s'aggraver dans un environnement humide. Les liquides traversent facilement un filtre électrostatique.¹⁴

Filtres échangeurs de chaleur et d'humidité (FECH)

Les échangeurs de chaleur et d'humidité (ECH) seuls ne fournissent aucune filtration. Les ECH qui contiennent un filtre électrostatique ou un filtre mécanique plissé sont appelés FECH. Les ECH et les FECH sont uniquement efficaces pour l'humidification lorsqu'ils sont positionnés à proximité des voies aériennes, dans un endroit où le flux d'air est bidirectionnel, où ils absorbent l'eau pendant l'expiration et la libèrent pendant l'inhalation.¹⁵

Filtres à membrane

Un type de filtre totalement différent est utilisé dans les analyseurs de gaz respiratoires pour éviter que les fluides pénètrent dans la chambre de l'analyseur. Bien qu'ils ne soient pas classés comme des filtres pour système respiratoire, les filtres à membrane hydrophobe sont généralement inclus dans les pièges à eau parce qu'ils permettent aux gaz de passer lorsqu'ils sont secs, mais deviennent occlusifs lorsqu'ils sont humides. Les filtres à membrane possèdent des pores et des canaux très petits qui empêchent le passage des particules, principalement par tamisage.

TESTS NORMALISÉS ET CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES FILTRES

Filtration des particules

Il existe une seule norme internationale pour tester l'efficacité de filtration des filtres des systèmes respiratoires, ISO 23328-1: *Filtres pour système respiratoire d'anesthésie et de réanimation*.¹⁶ La norme décrit la méthode d'essai à l'aide d'une solution saline, qui quantifie le nombre de particules de chlorure de sodium de 0,1 à 0,3 micron en suspension dans l'air qui passent à travers le filtre pendant une exposition à court terme, avec des flux d'air qui sont susceptibles d'être présents lors de l'utilisation prévue. Les filtres pour enfants et pour adultes sont exposés à des particules de chlorure de sodium de 0,1 mg ou 0,2 mg, respectivement à 15 L/min ou 30 L/min. Les filtres sont préconditionnés dans de l'air humidifié afin de simuler une période d'utilisation clinique avant d'être testés. On utilise les particules salines sèches sans charge électrostatique pour le test de provocation parce qu'elles sont particulièrement difficiles à piéger. La méthode ne permet pas d'évaluer la performance de filtration pour les gouttelettes et les aérosols et ne prétend pas non plus tester la performance de filtration pour les microorganismes. Elle est utilisée uniquement à des fins de comparaison, sans aucune pertinence clinique prouvée. La norme ne précise aucun seuil de performance minimale de l'efficacité du filtre d'un système respiratoire. Les résultats du test sont exprimés par le pourcentage d'efficacité de filtration, qui correspond au pourcentage de particules dans le test de provocation qui ne traversent pas le filtre. Par exemple, si le filtre est exposé à 10 millions (10^7) de particules et que 1000 (10^3) particules sont détectées de l'autre côté, l'efficacité de filtration en pourcentage sera de $100 * (1 - 10^3/10^7) = 99,99 \%$.

Des normes complètement différentes sont utilisées pour tester et classer d'autres types de filtre. En particulier, le National Institute for Occupational Health and Safety (Institut national pour la santé et la sécurité au travail) a développé la norme NIOSH 42 CFR Part 84: *Appareils de protection respiratoire*¹⁷ comme méthode de test et de classification des appareils de protection respiratoire à épuration d'air non motorisés. Les respirateurs de série N, utilisés pour les soins de santé, sont exposés à 200 mg de particules de chlorure de sodium sèches sans charge électrostatique, d'une taille comprise entre 0,1 et 0,3 microns, à un débit de 85 L/min.¹⁸ Ce test est semblable mais plus exigeant que celui de la norme ISO 23328-1, en raison de la masse de particules plus importante et du débit plus grand. Une autre norme d'essai de filtration intéressante est la norme IEST-RP-CC001: *Filtres HEPA et ULPA*,¹⁹ qui teste la performance des filtres utilisés dans les dispositifs de filtration d'air et les salles propres. L'acronyme « HEPA » désigne les filtres *high-efficiency particle air* ou haute efficacité pour les particules aériennes, qui éliminent 99,97 % des particules d'un diamètre égal à 0,3 microns. Cependant, ce terme n'est pas approprié pour les filtres des systèmes respiratoires, parce que les méthodes d'essai sont différentes.

Filtration des microorganismes

Certaines documentations de produit relatives aux filtres pour systèmes respiratoires contiennent des éléments concernant l'efficacité de filtration bactérienne ou virale. Il n'existe aucun essai normalisé permettant de déterminer l'efficacité de filtration bactérienne ou virale des filtres des systèmes respiratoires, mais il existe des méthodes standard permettant de la déterminer pour d'autres types de filtre. L'une d'entre elles est la méthode ASTM F2101-19: *Méthode d'essais standard pour évaluer l'efficacité de la filtration bactérienne (BFE) des matériaux des masques médicaux, en utilisant un aérosol biologique de Staphylococcus aureus*.²⁰ Une procédure semblable, qui utilise des aérosols biologiques de *Bacillus subtilis* ou des coliphages MS-2 pour tester les filtres des systèmes respiratoires, est décrite par Wilkes et al.²¹ Elle est identique à la procédure prévue par le projet de norme BS EN 13328-1 (qui n'a jamais dépassé le stade de projet). Dans les deux procédures, les bactéries ou virus en suspension sont passés à l'état d'aérosols d'une taille de particule liquide moyenne de 3 microns et tirés à travers la matière filtrante par un vide en aval. Tout ce qui traverse le filtre est piégé par un bouillon de culture ou sur des plaques de culture. L'efficacité de filtration en pourcentage est calculée en divisant le nombre de particules cultivées en aval du filtre par le nombre de particules de l'essai en amont. À première vue, ces méthodes pourraient sembler plus pertinentes que la méthode d'essai à l'aide de la solution saline. Elles utilisent des particules liquides plus grosses que la méthode d'essai à solution saline. Les particules liquides peuvent être chargées en électrostatique. Seuls les microorganismes viables sont comptés. Cependant, ces méthodes sont moins reproductibles. En règle générale, le même filtre aura une efficacité de filtration supérieure en pourcentage pour les bactéries que pour les virus, que pour les particules de sel.

TEST DE POINT DE BULLE

Les filtres à membrane sont classés par taille de pore, qui est déterminée indirectement à l'aide du test de point de bulle. Celui-ci est fondé sur le principe que le liquide est retenu dans les pores du filtre par les forces de tension de surface et par capillarité, et que la pression minimale requise pour forcer le liquide à travers les pores est liée au diamètre des pores. Cependant, la taille des pores ne peut pas être utilisée comme indicateur d'efficacité de filtration des particules ou des pathogènes. Les filtres à membrane *hydrophile* de 0,22 microns sont généralement utilisés pour stériliser les produits pharmaceutiques et pour maintenir la stérilité des perfusions épidurales, mais leur efficacité de filtration des particules en suspension n'a pas été testée. Certains filtres à membrane *hydrophobe* de 0,2 micron (par exemple, ceux dans les pièges à eau GE D-Fend Pro, Dräger WaterLock® 2 et Covidien FilterLine®) ont été testés et ont une efficacité de filtration des particules virales en suspension égale ou supérieure à 99,99 %.

Voir l'article « Filtres des systèmes » à la page suivante

Réponse RAPIDE

aux questions des lecteurs

Les cliniciens doivent connaître les caractéristiques techniques des filtres des systèmes respiratoires utilisés

de l'article « Filtres des systèmes » à la page précédente

RECOMMANDATIONS CLINIQUES

En 2003, le Centre de contrôle des maladies des États-Unis a déclaré : « Il est impossible de faire une recommandation relative à la pose d'un filtre antibactérien dans le système respiratoire ou le circuit du patient du matériel d'anesthésie », citant des études qui remontent maintenant à 40 ans, qui démontraient que les circuits respiratoires stériles ou les filtres des systèmes respiratoires ne réduisaient pas l'incidence des pneumonies postopératoires.²² Il n'existe actuellement aucune réglementation relative à l'utilisation de filtres pour système respiratoire dans le matériel d'anesthésie. Cependant, il semble prudent de prévenir, dans la mesure du possible, les infections croisées de SARS-CoV-2 entre patients dans le cadre de la pandémie de COVID-19. Il existe très peu de signalements d'infections croisées causées par du matériel d'anesthésie contaminé avant le SARS, le MERS et la COVID-19, mais le risque lié à ces pathogènes n'est pas connu actuellement. Par mesure de prudence et sur la base des connaissances actuelles, l'APSF et l'ASA recommandent l'utilisation de filtres pour systèmes respiratoires, en reconnaissant que les preuves scientifiques sont incomplètes. (<https://www.apsf.org/faq-on-anaesthesia-machine-use-protection-and-decontamination-during-the-covid-19-pandemic/>).

L'ajout de filtres pour systèmes respiratoires n'est pas sans risque.^{23,24} En fonction de leur positionnement, ils peuvent créer un espace mort, qui augmente la réinhalation du dioxyde de carbone et ralentit l'induction par inhalation et le réveil. Ils augmentent la résistance au flux inspiratoire et/ou expiratoire, accroissant ainsi le travail de respiration spontanée et affectant la mécanique pulmonaire (les méthodes d'essai sont décrites dans la norme internationale ISO 9360-1).²⁵ Les filtres peuvent s'obstruer, entraînant une hypoventilation et des barotraumatismes qui mettent la vie du patient en danger. Ils ajoutent du poids au circuit respiratoire et des raccords qui pourraient être accidentellement déconnectés.

L'efficacité de filtration nécessaire pour prévenir une infection causée par les virus expirés via le système respiratoire est inconnue. Si un patient expire 200 000 particules virales par heure, un filtre électrostatique qui piège 99,9 % d'entre elles en laissera passer seulement 200. Placer deux de ces filtres en série (c.-à-d. un sur les voies aériennes et un sur la branche expiratoire) permettra d'atteindre une efficacité de filtration de 99,9999 %, rendant le risque de passage du virus quasiment nul, mais doublera aussi la résistance au flux. L'utilisation d'un seul filtre respiratoire plissé mécanique haute efficacité (c.-à-d. 99,9999 %) sur les voies aériennes permettra de capturer le même nombre de particules virales et introduira moins de résistance des voies aériennes que deux filtres électrostatiques placés en série, mais risque d'augmenter l'espace mort.

Les cliniciens doivent connaître les caractéristiques techniques des filtres des systèmes respiratoires dont ils disposent. À ce titre, ils pourront consulter le site Internet du fabricant ou s'adresser à sa permanence téléphonique, consulter la documen-

tation du produit, les informations en ligne et les articles des journaux spécialisés.^{13,14} Les caractéristiques techniques importantes sont les suivantes :

- efficacité de filtration bactérienne et virale (%), plus elle est élevée, mieux c'est),
- efficacité de filtration du chlorure de sodium ou du sel (%), plus elle est élevée, mieux c'est),
- résistance au flux (perte de pression en Pa ou cmH₂O à un débit d'air donné en L/min, plus elle est faible, mieux c'est),
- comment les caractéristiques techniques sont affectées par le conditionnement en air par l'humidité,
- le volume interne (ml, plus il est faible, mieux c'est), et l'
- humidification
 - (perte d'humidité en mgH₂O/L d'air, plus elle est faible, mieux c'est), ou
 - (quantité d'humidité délivrée en mgH₂O/L d'air, plus elle est élevée, mieux c'est).

Il convient de noter que certaines publications citent des évaluations réalisées il y a 10 ou 20 ans et que les produits peuvent changer ou être fabriqués ou distribués par différentes sociétés.

Le Dr Robert G. Loeb est professeur d'anesthésiologie College of Medicine de l'Université de Floride, Gainesville, Floride.

Il est employé de l'Université de Floride, président du Comité sur les équipements et les installations de l'American Society of Anesthesiologists et il siège au Comité consultatif technique de Masimo, Inc.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

1. Murphy PM, Fitzgeorge RB, Barrett RF. Viability and distribution of bacteria after passage through a circle anaesthetic system. *Br J Anaesth*. 1991;66:300–304.
2. Atkinson MC, Gircis Y, Broome JJ. Extent and practicalities of filter use in anaesthetic breathing circuits and attitudes towards their use: a postal survey of UK hospitals. *Anaesthesia*. 1999;54:37–41.
3. Chant K, Kociuba K, Munro R, et al. Investigation of possible patient-to-patient transmission of hepatitis C in a hospital. *New South Wales Public Health Bulletin*. 1994;5:47–51.
4. Spertini V, Borsoi L, Berger J, et al. Bacterial contamination of anesthesia machines' internal breathing-circuit-systems. *GMS Hyg Infect Control*. 2011;6(1).
5. Lloyd G, Howells J, Liddle C, et al. Barriers to hepatitis C transmission within breathing systems: efficacy of a pleated hydrophobic filter. *Anaesth Intensive Care*. 1997;25:235–238.
6. Heinsen A, Bendtsen F, Fomsgaard A. A phylogenetic analysis elucidating a case of patient-to-patient transmission of hepatitis C virus during surgery. *J Hosp Infect*. 2000;46:309–313.
7. Australian & New Zealand College of Anaesthetists. PS28 Guideline on infection control in anaesthesia 2015. Available at: <https://www.anzca.edu.au/safety-advocacy/standards-of-practice/policies,-statements,-and-guidelines> Accessed July 6, 2020.
8. Association of Anaesthetists of Great Britain & Ireland. Guidelines: infection prevention and control 2020. https://anaesthetists.org/Portals/0/PDFs/Guidelines%20PDFs/Infection_Control_Guideline_FINAL%202020.pdf?ver=2020-01-20-105932-143 Accessed July 6, 2020.
9. Teller R, Li Y, Cowling BJ, Tang JW. Recognition of aerosol transmission of infectious agents: a commentary. *BMC Infect Dis*. 2019;19:101.

10. Leung NH, Chu DK, Shiu EY, et al. Respiratory virus shedding in exhaled breath and efficacy of face masks. *Nat Med*. 2020;26:676–680.
11. Nicas M, Hubbard AE, Jones RM, Reingold AL. The infectious dose of variola (smallpox) virus. *Appl Biosaf*. 2004;9:118–127.
12. Hakobyan NA. Introduction to basics of submicron aerosol particles filtration theory via ultrafine fiber media. *Armen J Phys*. 2015;8:140–151.
13. Wilkes A. Breathing system filters: an assessment of 104 breathing system filters. MHRA Evaluation 04005. March 2004 <https://www.psnetwork.org/wp-content/uploads/2018/01/An-assessment-of-104-breathing-system-filters-MHRA-Evaluation-04005-2004.pdf> Accessed July 6, 2020.
14. Wilkes AR. The ability of breathing system filters to prevent liquid contamination of breathing systems: a laboratory study. *APPARATUS. Anaesthesia*. 2002;57:33–39.
15. Wilkes AR. Heat and moisture exchangers and breathing system filters: their use in anaesthesia and intensive care. Part 1—history, principles and efficiency. *Anaesthesia*. 2011;66:31–9.
16. International Organization for Standardization. Breathing system filters for anaesthetic and respiratory use — Part 1: Salt test method to assess filtration performance. (ISO 23328-1:2003) <https://www.iso.org/standard/35330.html> Accessed July 6, 2020.
17. Department of Health and Human Services. 42 CFR Part 84 Respiratory protective devices; final rules and notice. Federal Register Volume 60, Number 110 (Thursday, June 8, 1995). <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-1995-06-08/html/95-13287.htm> Accessed July 6, 2020.
18. National Institute for Occupational Safety and Health. Determination of particulate filter efficiency level for N95 series filters against solid particulates for non-powered, air-purifying respirators standard testing procedure (STP). <https://www.cdc.gov/niosh/nppt/stps/pdfs/TEB-APR-STP-0059-508.pdf> Accessed July 6, 2020.
19. Institute for Environmental Sciences and Technology. HEPA and ULPA Filters. (IEST-PP-CC001) <https://www.iest.org/Standards-RPs/Recommended-Practices/IEST-PP-CC001> Accessed July 6, 2020.
20. ASTM International. Standard test method for evaluating the bacterial filtration efficiency (BFE) of medical face mask materials, using a biological aerosol of *Staphylococcus aureus*. (F2101 – 19) https://compass.astm.org/EDIT/html_annot.cgi?F2101+19 Accessed July 6, 2020.
21. Wilkes AR, Benbough JE, Speight SE, et al. The bacterial and viral filtration performance of breathing system filters. *Anaesthesia*. 2000;55:458–465.
22. CDC Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guidelines for preventing health-care-associated pneumonia, 2003. *MMWR* 53(RR03); 1–36, 2004.
23. Lawes EG. Hidden hazards and dangers associated with the use of HME/filters in breathing circuits. Their effect on toxic metabolite production, pulse oximetry and airway resistance. *Br J Anaesth*. 2003;91:249–264.
24. Wilkes AR. Heat and moisture exchangers and breathing system filters: their use in anaesthesia and intensive care. Part 2—practical use, including problems, and their use with paediatric patients. *Anaesthesia*. 2011;66:40–51.
25. International Standards Organization. Anaesthetic and respiratory equipment—heat and moisture exchangers (HMEs) for humidifying respired gases in humans—part 1: HMEs for use with tracheostomized patients having minimal tidal volume of 250 ml (ISO 9360-2: 2001).

L'histoire de la MHC : accélérer la mise en œuvre des bonnes pratiques grâce à l'amélioration de la macro-ergonomie organisationnelle

Le point de la Multi-Center Handoff Collaborative (Collaboration multi-centres sur la transmission, MHC) périopératoire

par *Bommy Hong Mershon, MD, et Philip E. Greilich, MD, MSc*

Dans le secteur de la santé, l'évolution et le maintien du changement sont des domaines complexes, qui nécessitent généralement de conjuguer les efforts de plusieurs disciplines à des niveaux multiples. Les exemples comprennent l'utilisation d'une conception participative, afin d'adapter une bonne pratique à une unité clinique donnée, en formant des équipes d'orientation afin de transformer des efforts couronnés de succès au niveau d'une unité à l'échelle d'un hôpital ou d'un système de santé, et la promotion de la dissémination générale de stratégies efficaces de mise en œuvre par des sociétés médicales, de grands regroupements de médecins, des organes de réglementation et de subventionnement. Certains des efforts les plus réussis à ce jour ont utilisé « l'apprentissage collaboratif » pour se concentrer sur une priorité spécifique de la sécurité des patients sur une période prolongée. Ce type de macro-ergonomie organisationnelle permet d'associer des experts du contexte (cliniciens), des experts en la matière (par ex. facteurs humains, science de la mise en œuvre, ingénierie des systèmes, technologie de l'information) et les organisations qui font la promotion de la sécurité des patients. Le projet Michigan Keystone (pour les voies centrales)¹ et le programme Safe Surgery en Caroline du Sud (pour les checklists chirurgicales)² en sont deux exemples, mais d'autres continuent d'apparaître.

La Multi-Center Handoff Collaborative (MHC) périopératoire est un programme national d'apprentissage collaboratif, dont l'objectif principal est de créer des pratiques pragmatiques, évolutives et durables, qui amélioreront l'efficacité et l'efficacité des transmissions et de la transition des soins pour les cliniciens, les patients et leur famille. Il a été constitué en 2015 par un groupe d'anesthésistes universitaires qui dirigeaient des études pilotes dans leurs établissements respectifs. Un partenariat avec l'Anesthesia Patient Safety Foundation (APSF) a conduit à la planification et l'organisation de la première Conférence de consensus de Stoelting sur les transmissions périopératoires en 2017. Cette conférence interprofessionnelle d'experts en sécurité des patients a permis d'obtenir un fort consensus dans le cadre de 50 recommandations³, représentant la base de la formation du groupe de travail initial du MHC sur l'éducation, la mise en œuvre et la recherche. La relation de collaboration a été consolidée lorsque l'APSF a parrainé la MHC comme groupe d'intérêt spécial (SIG) pour faire la promotion des transmissions et des transitions de soins, l'une de ses priorités en matière de sécurité des patients (n°7 Transmissions et transitions des soins).⁴ Ce soutien a permis le lancement du site Internet de la MHC (www.handoffs.org), qui a pour but d'accroître la visibilité et d'établir des liens entre ses membres et d'autres sociétés médicales, le secteur, des groupes médicaux, des assureurs et des organes de réglementation.

En tant qu'organisation interdisciplinaire, la MHC s'efforce d'accélérer le développement de solutions

évolutives pour les transmissions par l'expérimentation et l'expansion réfléchie de ses partenariats collaboratifs. Bien qu'elle compte désormais parmi ses membres un « groupe d'experts » interdisciplinaire conséquent, qui représente plus de 20 centres médicaux universitaires aux États-Unis, des partenariats stratégiques seront nécessaires pour générer des produits de recherche (bourses, manuscrits), une éducation à plusieurs niveaux (programme) et la mise en œuvre (outils, stratégies) pour le secteur privé et le secteur public. Un exemple est le partenariat collaboratif créé en 2018 avec Epic, le fournisseur de dossiers médicaux électroniques (EMR) pour plus de la moitié des établissements dispensant des anesthésies aux États-Unis. Sur la base d'un nombre croissant de preuves d'une relation établie entre plusieurs transmissions d'une part et la morbidité et la mortalité d'autre part,⁵⁻⁷ le groupe de travail de la mise en œuvre de la MHC a commencé à travailler avec une équipe de l'Epic Foundation sur la conception d'une plateforme permettant d'améliorer le processus de transmission peropératoire en anesthésie. Nous décrivons ici le processus et les résultats de cette collaboration.

Après la formation officielle de la MHC, notre groupe de travail EMR s'est réuni pour la première fois en décembre 2017. Les membres principaux étaient l'équipe Epic (Felix Lin, Adam Marsh et Spencer Small), ainsi que des anesthésistes de différents établissements : Philip Greilich, MD (UT Southwestern, président fondateur de la MHC), Aalok Agarwala, MD (Massachusetts General, membre du comité directeur de la MHC), Patrick Guffey, MD (Hôpital pour enfants du Colorado, Comité directeur d'Epic), Guy De-Lisle Dear, MD (Duke), Trent Bryson, MD (UT Southwestern) et Bommy Hong Mershon, MD (Johns Hopkins). Au cours des deux années qui ont suivi, nous nous sommes réunis une fois par mois, et des nouveaux membres nous ont rejoints tout au long de cette période. Notre groupe de travail avait pour objectif de concevoir un outil de transmission peropératoire dans Epic, grâce à ce partenariat collaboratif.

Au départ, nous avons comparé les outils de transmission peropératoire de chaque établissement dans Epic : ce qui fonctionnait bien, ce qu'il fallait améliorer et les limites auxquelles se confrontaient les programmeurs locaux d'Epic. Dirigés par Felix Lin (Epic), nous avons mené un sondage auprès des cliniciens de notre groupe afin de déterminer les éléments critiques et nécessaires d'un outil de transmission peropératoire. En s'appuyant sur ces informations, notre approche de la conception consistait à réduire le désordre, à rationaliser les éléments d'information les plus essentiels à une transmission peropératoire et à minimiser les « clics » et les « défilements » qui étaient trop nombreux lors de la navigation dans un dossier peropératoire dans Epic. Il était également important d'intégrer des documents obligatoires, tels que la grille des horaires du personnel au moment de la

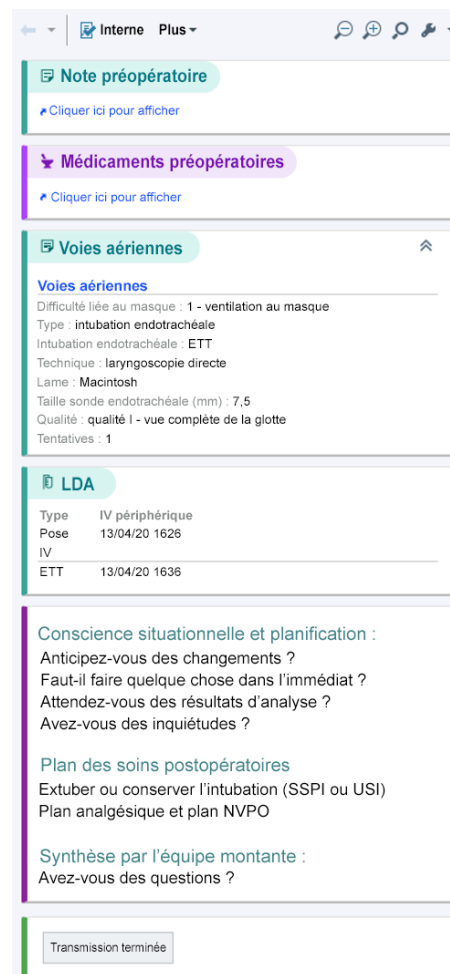


Figure 1 : Première version de l'outil de transmission peropératoire (reproduite avec l'autorisation de ©2020 Epic Systems Corporation) dans le dossier peropératoire Epic.

transmission. Nous avons appliqué des principes d'amélioration de la qualité pour la normalisation des éléments d'information critiques^{8,9} et intégré ces directives au flux de travail, afin qu'il soit accessible et facile d'emploi. Cependant, les établissements pouvaient personnaliser les points de données spécifiques affichés dans les différents éléments d'informations critiques normalisés, en fonction de leur flux de travail personnel et de leurs préférences dans un processus considéré comme « l'adaptation de travaux standard à des clients individuels ».¹⁰

Les transmissions peuvent être intégrées au dossier médical électronique

Suite de l'article « L'histoire de la MHC » à la page précédente

Nous avons également reconnu qu'une bonne communication de transmission n'est pas simplement une question de transfert d'informations. Le facteur le plus important de la réussite des transmissions est une communication interactive, soutenue par la théorie de la charge cognitive de la mémoire de travail.¹¹ Nous étions unanimes pour ajouter un champ de texte statique visant à encourager l'équipe descendante et l'équipe montante à communiquer.

En août 2019, 18 mois après la formation de ce partenariat collaboratif, Epic a pu lancer la première version officielle (Figure 1) de l'outil de transmission. La dernière version (Figure 2), diffusée en février 2020, contient des informations supplémentaires. Cet outil de transmission a été distribué à plus de 50 % de l'ensemble des clients Epic pendant ce court laps de temps.

En raison des limites liées à la programmation et à l'évaluation interne d'Epic, ces versions ne comprennent pas tous les éléments que notre groupe avait initialement conçus et demandés. Les développeurs ont décidé de se concentrer sur la création d'un outil qui permettait d'accéder aux éléments disponibles dans le format le plus convivial possible pour faciliter l'adoption par un plus grand nombre d'établissements. Notre groupe poursuit ses travaux avec Epic pour continuer à perfectionner cet outil et développer un ensemble d'exigences pour les utilisateurs, qui pourrait être adopté par d'autres fournisseurs EMR.

À l'avenir, nous nous fixons les objectifs suivants : 1) améliorer la fonctionnalité de la version mobile d'Epic, ou Haiku, de manière à ce que l'affichage du dossier d'un patient soit plus centré sur le clinicien et permette son utilisation pour les transmissions et 2) se concentrer sur les transmissions du bloc opératoire à l'unité de soins post-anesthésie et du bloc opératoire aux unités de soins intensifs (USI). D'autres projets comprennent l'amélioration des transmissions à d'autres environnements périopératoires, tels que l'USI, les urgences, les transmissions de l'étage au bloc opératoire.

Une approche par des partenariats collaboratifs sera très bénéfique aux processus de santé complexes, tels que les transmissions. La conception, la mise en œuvre et la diffusion des directives, des bonnes pratiques et des outils peuvent être plus efficaces et effectives et par conséquent, contribuer à améliorer les soins au niveau national. Une conférence nationale, financée par l'Agency for Healthcare, Quality and Research (AHRQ), devrait se réunir en 2021 pour rassembler les principaux partenaires, dans le but de planifier des solutions évolutives pour l'enseignement, la mise en œuvre et la recherche des bonnes pratiques dans le cadre des transmissions périopératoires et des transferts de soins.

Bommy Hong Mershon, MD, est professeur-assistant au Département d'anesthésiologie et médecine de réanimation de Johns Hopkins, Baltimore, MD.

Philip E. Greilich, MD, MSc, est professeur au Département d'anesthésiologie et gestion de la douleur du Centre médical Southwestern de l'Université du Texas, Dallas, TX.

The screenshot displays a mobile interface for a patient's medical record, specifically the perioperative section. It features several expandable sections:

- Note préopératoire:** Includes a link to view the note.
- Médicaments préopératoires:** Includes a link to view the medications.
- Voies aériennes:** Lists 'Voies aériennes' with details: 'Difficulté liée au masque : 1 - ventilation au masque', 'Type : intubation endotrachéale', 'Intubation endotrachéale : ETT', 'Technique : laryngoscopie directe', 'Lame : Macintosh', 'Taille sonde endotrachéale (mm) : 7,5', 'Qualité : qualité I - vue complète de la glotte', and 'Tentatives : 1'.
- Blocs nerveux périphériques:** Lists 'Bloc périphérique' with details: 'Type : cheville', 'Latéralité : gauche'.
- LDA:** Lists 'Type IV périphérique', 'ETT 13/04/20 1817', 'Périphérique 13/04/20 1818', and 'IV'.
- Appports/pertes:** A table showing fluid balance:

Appports	
CGR - ÉMERGENT	350,00 mL
NaCl 0,45 %	500,00 mL
Total des appports	850 mL
Pertes	
Urine	75 mL
Perte sanguine est.	10 mL
Total des pertes	85 mL
Net	765 mL

On the right side, there are additional sections:

- Type et dépistage:** Shows 'ABO' as 'AB', 'Rh' as 'Positif', and 'ABSCR' as 'Négatif'.
- Suivi des produits sanguins:** A table showing 'Produit RBC' with 'En attente 2 unités', 'Envoyés', 'Vérifiés', and 'Transfusion'.
- Produits sanguins:** Shows 'Produits sanguins CGR' with 'Total des unités 1' and 'Volume total 350'.
- Événements principaux:** Lists a note at 1820: 'Débit augmenté à 35, tube coudé par chirurgien qui s'est appuyé dessus. Sonde trachéale réajustée et débit ramené à valeur de référence 23-25.'
- Conscience situationnelle et planification:** Includes questions like 'Anticipez-vous des changements?', 'Faut-il faire quelque chose dans l'immédiat?', 'Attendez-vous des résultats d'analyse?', and 'Avez-vous des inquiétudes?'.
- Plan des soins postopératoires:** Lists 'Extuberer ou conserver l'intubation (SSPI ou USI)' and 'Plan analgésique et plan NVPO'.
- Synthèse par l'équipe montante:** Includes the question 'Avez-vous des questions?'.
- A green bar at the bottom indicates 'Transmission terminée'.

Figure 2 : Version actuelle de l'outil de transmission (reproduite avec l'autorisation de ©2020 Epic Systems Corporation) dans le dossier peropératoire Epic. Dans le dossier peropératoire Epic réel, l'encadré s'affiche sous la forme d'une colonne verticale continue qui peut être consultée en la faisant défiler vers le haut et vers le bas.

Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- Reames BN, Krell RW, Campbell DA, et al. A checklist-based intervention to improve surgical outcomes in Michigan. *JAMA Surg.* Published online 2015. doi:10.1001/jamasurg.2014.2873 Accessed January 11, 2021.
- Donahue B. In South Carolina, proof that surgical safety checklist really works. *Outpatient Surgery Magazine.* [http://www.outpatientsurgery.net/newsletter/eweekly/2017/04/18/in-south-carolina-proof-that-surgical-safety-checklist-really-works#:~:text=At the heart of Safe incision of the skin \(%22time](http://www.outpatientsurgery.net/newsletter/eweekly/2017/04/18/in-south-carolina-proof-that-surgical-safety-checklist-really-works#:~:text=At the heart of Safe incision of the skin (%22time) Accessed July 21, 2020.
- Agarwala AV, Lane-Fall MB, Greilich PE, et al. Consensus recommendations for the conduct, training, implementation, and research of perioperative handoffs. *Anesth Analg.* Published online 2019. doi:10.1213/ANE.0000000000004118 Accessed January 11, 2021.
- APSF's Perioperative Patient Safety Priorities. <https://www.apsf.org/patient-safety-initiatives/> Accessed November 12, 2020.
- Hyder JA, Bohman JK, Kor DJ, et al. Anesthesia care transitions and risk of postoperative complications. *Anesth Analg.* Published online 2016. doi:10.1213/ANE.0000000000000692 Accessed December 21, 2020.
- Jones PM, Cherry RA, Allen BN, et al. Association between handover of anesthesia care and adverse postoperative outcomes among patients undergoing major surgery. *JAMA.* Published online 2018. doi:10.1001/jama.2017.20040 Accessed December 21, 2020.
- Saager L, Hesler BD, You J, et al. Intraoperative transitions of anesthesia care and postoperative adverse outcomes. *Anesthesiology.* Published online 2014. doi:10.1097/ALN.0000000000000401 Accessed December 21, 2020.
- Rozich JD, Howard RJ, Justeson JM, et al. Standardization as a mechanism to improve safety in health care. *Jt Comm J Qual Saf.* Published online 2004. doi:10.1016/S1549-3741(04)30001-8 Accessed December 21, 2020.
- Quisenberry E. How does standard work lead to better patient safety. <https://www.virginiamasoninstitute.org/how-does-standard-work-lead-to-better-patient-safety/> Accessed December 21, 2020.
- Goitein L, James B. Standardized best practices and individual craft-based medicine: a conversation about quality. *JAMA Intern Med.* Published online 2016. doi:10.1001/jamainternmed.2016.1641 Accessed December 21, 2020.
- Young JQ, Wachter RM, Ten Cate O, et al. Advancing the next generation of handover research and practice with cognitive load theory. *BMJ Qual Saf.* Published online 2016. doi:10.1136/bmjqs-2015-004181 Accessed December 21, 2020.

Un appareil d'anesthésie utilisé comme ventilateur de soins intensifs - Un accident évité de justesse pendant la pandémie de COVID-19

par Matthew A. Levin, MD, Garrett Burnett, MD, Joshua Villar, AS, Joshua Hamburger, MD, James B. Eisenkraft, MD, et Andrew B. Leibowitz, MD

Cet article a été publié initialement sur le site Internet de l'APSF.

Cette version a été mise à jour et modifiée par les auteurs du Bulletin d'information de l'APSF actuel.

Clause de non-responsabilité : les lecteurs des présents articles devront étudier les informations qu'ils contiennent en prenant conseil auprès d'experts médicaux et juridiques, puis décider personnellement de la pertinence dans leur contexte spécifique et de leur conformité aux lois et règlements nationaux et fédéraux. L'APSF a mis en œuvre tous les efforts possibles pour veiller à l'exactitude des informations fournies. Cependant, ces informations sont fournies uniquement à des fins d'information et ne doivent pas être interprétées comme un avis médical ou légal. Ces articles ne doivent pas être interprétés comme représentant le soutien ou la politique de l'APSF (sauf indication contraire), des recommandations cliniques, ou comme susceptibles de remplacer l'avis d'un médecin et la consultation d'un conseiller juridique indépendant.

Durant le printemps 2020, en raison de la pandémie de COVID-19 dans la ville de New York, un nombre sans précédent de patients a dû être placé sous ventilation mécanique. Les demandes en lits et en ventilateurs dans les unités de soins intensifs (USI) étant supérieures aux disponibilités, les appareils d'anesthésie ont été utilisés comme ventilateurs en dehors des blocs opératoires, constituant une utilisation en dehors de leur destination.¹ Le document de l'APSF/ASA intitulé « Recommandations sur l'utilisation des appareils d'anesthésie comme ventilateurs d'USI » contient des « Facteurs à prendre en compte dans la préparation des appareils d'anesthésie pour les utiliser comme ventilateurs d'USI ». Il y est précisé que n'importe quel lieu disposant d'oxygène et d'air sous haute pression pourrait être acceptable.² Nous signalons le cas d'une panne de ventilateur d'appareil d'anesthésie avec un patient COVID-19, qui était traité dans une chambre à pression négative sans fenêtre, dans une unité de télémétrie, qui avait été convertie en USI COVID-19 provisoire. Ce cas met en lumière les problèmes imprévus de cette utilisation nouvelle d'un équipement standard.

LE CAS

Un homme de 66 ans, atteint de diabète non insulino-dépendant, a été admis dans une USI COVID-19 provisoire pour insuffisance respiratoire aiguë,

nécessitant une intubation trachéale et une ventilation mécanique. Des chambres à pression négative provisoires ont été créées en remplaçant la fenêtre extérieure de chaque chambre par un panneau en bois muni d'une ouverture découpée pour installer une conduite d'évacuation d'un filtre HEPA/extracteur d'air (Purificateur d'air Air Shield 550 HEPA, AER Industries, Irwindale, CA). Des stations d'anesthésie (Aisys Carestation CS², GE Healthcare, Waukesha, WI) ont été utilisées comme ventilateurs dans cette USI provisoire, gérée 24 h/24 et 7 j/7 par un groupe d'anesthésistes. Les chambres ne possédaient aucune fenêtre intérieure ou porte-fenêtre, mais le patient était observé grâce à un système de surveillance à distance (AvaSys Telesitter, Belmont, MI). La surveillance passait par un réseau téléométrique de stations centrales (GE CareScape, GE Healthcare, Waukesha, WI) sur lequel avait été connecté le dispositif de surveillance des données physiologiques de la station, avec des alertes d'un volume sonore élevé pour signaler des rythmes anormaux et une bradycardie/tachycardie, ainsi que l'alarme sonore de faible volume par défaut pour une SpO₂ faible.

Le 10^e jour d'hospitalisation, une alarme sonore a retenti au niveau de la station centrale et il a été noté que la SpO₂ était de 45 %. L'équipe de soins s'est équipée en EPI, est entrée dans la chambre du patient et a

constaté que la ventilation mécanique s'était arrêtée, que l'extracteur d'air ne fonctionnait pas et qu'il faisait très chaud dans la chambre. L'écran de contrôle Aisys était noir, le voyant d'alimentation électrique était éteint mais le moniteur des paramètres physiologiques fonctionnait. Le patient a été immédiatement débranché du circuit respiratoire, ventilé à l'aide d'un insufflateur manuel et la SpO₂ est rapidement revenue aux niveaux de référence. Il a été noté que le lit (HillRom Progressa Pulmonary, HillRom, Chicago, IL) était branché sur une prise auxiliaire de l'extracteur d'air, que l'extracteur d'air était branché sur une prise électrique au niveau du sol et que la station Aisys était branchée sur une autre prise au niveau du sol. La station a été branchée immédiatement sur une prise électrique différente, le voyant d'alimentation s'est allumé et la station a redémarré. Après avoir réalisé un contrôle préalable à l'utilisation, le patient a été rebranché au circuit respiratoire et la ventilation mécanique a repris normalement.

Ultérieurement, la station Aisys a été retirée de la chambre pour investigation et remplacée par une autre machine. Le personnel technique de l'hôpital a découvert qu'un interrupteur différentiel de la chambre avait disjoncté et il a été réinitialisé. L'extrac-

Voir l'article « Ventilateur d'USI » à la page suivante



Panne de ventilateur d'anesthésie causée par une panne de secteur

Suite de l'article « Ventilateur d'US » à la page précédente

teur d'air ne présentait aucune panne et il a été redémarré.

ANALYSE DES CAUSES PROFONDES

La panne de la station a été causée par l'interruption de l'alimentation électrique, déclenchée par un interrupteur différentiel qui avait disjoncté. L'étude du fichier journal a révélé une panne de secteur avec la mise en route appropriée à la batterie de secours, qui a fini par se décharger complètement. Plusieurs alarmes s'étaient affichées sur l'écran de la station, commençant 28 minutes après la panne de secteur, progressant de l'indication « Batterie faible », « Batterie très faible » à « Batterie T TRÈS FAIBLE » et, au bout d'1 heure et 43 minutes, à « Batterie vide ». Le système s'est arrêté au bout d'1 heure et 52 minutes. Le journal d'entretien a confirmé que le système fonctionnait comme prévu,³ mais le personnel à l'extérieur de la chambre du patient ne pouvait pas voir ces messages d'alarme.

DISCUSSION

Ce cas illustre certains problèmes qui pourraient être rencontrés pendant la pandémie de COVID-19, à savoir la création rapide d'une USI improvisée et l'utilisation d'une station d'anesthésie pour ventiler un patient critique dans une chambre fermée, avec une surveillance à distance loin d'être idéale. Dans le cadre de l'utilisation normale d'une station d'anesthésie, un(e) anesthésiste compétent(e) est constamment présent(e), en mesure de voir les écrans, d'entendre les alarmes sonores et d'effectuer les réglages nécessaires. La batterie de secours de la station Aisys est prévue pour une autonomie comprise entre 50 et 90 minutes, selon le modèle, mais dans ce cas, cette autonomie a duré quasiment 2 heures. En revanche, un ventilateur d'USI tel que le Puritan Bennett 980 (Medtronic, Boulder, CO) est prévu pour que la batterie de secours ait une autonomie d'une heure.⁴ Dans ce cas, la panne du ventilateur a été causée par une panne de secteur, avec le signalement d'une panne de l'alimentation interne du ventilateur.⁵ Heureusement, le dispositif de surveillance des données physiologiques (Care-Scape b650, GE Healthcare, Waukesha, WI) était doté de sa propre batterie de secours, d'une autonomie de 1 à 2 heures,⁶ et il était connecté au réseau de télé-métrie, permettant l'alerte du personnel. La raison pour laquelle le différentiel a disjoncté est inconnue. L'alimentation électrique de la chambre comportait deux circuits 15 A dédiés avec des prises blanches, deux circuits 20 A partagés avec la chambre adjacente, également dotés de prises blanches, et un circuit de secours 20 A avec des prises rouges. Aucune indication n'était apposée sur les prises électriques rouges permettant de savoir à quel circuit elles étaient raccordées.

Il est peu probable qu'un appareil de la chambre adjacente ait causé le déclenchement du différentiel, parce que la chambre en question n'a pas subi de panne de secteur. L'explication la plus plausible est que le lit, l'extracteur d'air, le dispositif de surveillance de télémédecine et la station d'anesthésie étaient tous connectés au même circuit 15 A et que le cou-

rant total absorbé par tous les appareils a dépassé 15 A. L'extracteur d'air consomme 2,5 A et le lit peut consommer jusqu'à 12 A, laissant une marge très faible avant la surcharge du circuit. Il convient de noter que dans de nombreux hôpitaux (y compris le nôtre), les tableaux électriques sont fermés à clé et seuls les techniciens peuvent y accéder pour des raisons de sécurité. Du fait de cette accessibilité limitée, le rétablissement du courant peut être retardé.^{7,8}

La directive de l'APSF/ASA comprend la recommandation suivante : « Un(e) anesthésiste doit être immédiatement disponible pour avis et doit « faire une tournée » de ces appareils d'anesthésie au moins une fois toutes les heures ». Au plus fort de la pandémie, avec un nombre limité d'EPI, une pénurie de personnel, 168 patients sous ventilateur et 18 patients ventilés par des stations d'anesthésie, il était tout simplement impossible de procéder à une vérification toutes les heures. Le même problème aurait également pu survenir avec un ventilateur standard d'USI, puisqu'ils ont eux aussi une batterie de secours à l'autonomie limitée et hormis certains modèles très récents, ils ne permettent pas une surveillance à distance. Une solution qui ne s'offrait pas à nous à l'époque aurait consisté à déconnecter les écrans de contrôle et de monitoring de la station Aisys, puis, au moyen de rallonges spéciales, à les placer à l'extérieur de la chambre, permettant le contrôle des flux de gaz et de la ventilation, ainsi qu'une surveillance à distance.⁹

En conclusion, l'utilisation d'une station d'anesthésie comme ventilateur d'USI est faisable en situation de crise, mais elle nécessite une vigilance accrue afin de reconnaître et de gérer les problèmes inattendus.

Matthew A. Levin, MD, est professeur associé du Département d'anesthésiologie, de médecine périopératoire et de la douleur, de l'École de médecine Icahn à Mount Sinai, New York, NY.

Garrett Burnett, MD, est professeur assistant du Département d'anesthésiologie, de médecine périopératoire et de la douleur, de l'École de médecine Icahn à Mount Sinai, New York, NY.

Joshua Villar, AS, est technicien d'anesthésie principal du Département d'anesthésiologie, de médecine périopératoire et de la douleur, de l'École de médecine Icahn à Mount Sinai, New York, NY.

Joshua Hamburger, MD, est professeur assistant du Département d'anesthésiologie, de médecine périopératoire et de la douleur, de l'École de médecine Icahn à Mount Sinai, New York, NY.

James B. Eisenkraft, MD, est professeur du Département d'anesthésiologie, de médecine périopératoire et de la douleur, de l'École de médecine Icahn à Mount Sinai, New York, NY.

Andrew B Leibowitz, MD, est professeur du Département d'anesthésiologie, de médecine périopératoire et de la douleur, de l'École de médecine Icahn à Mount Sinai, New York, NY.

Garrett Burnett, Joshua Villar, Joshua Hamburger, James Eisenkraft et Andrew Leibowitz ne signalent aucun conflit d'intérêts.

Matthew Levin signale avoir perçu des honoraires de publication de la part du Groupe McMahon et des honoraires de consultant de la part de l'ASA PM 2020. Il a déposé un brevet provisoire pour la conception d'un circuit de ventilation divisé avec la Stryker Corporation, pour lequel il n'a pas reçu d'honoraires ni un pourcentage de participation.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

1. Haina KMK Jr. Use of anesthesia machines in a critical care setting during the coronavirus disease 2019 pandemic. *A A Pract*. 2020;14:E01243. Doi:10.1213/Xaa.0000000000001243
2. APSF/ASA guidance on purposing anesthesia machines as ICU ventilators. <https://www.asahq.org/in-the-spotlight/coronavirus-covid-19-information/purposing-anesthesia-machines-for-ventilators>. Accessed August 6, 2020.
3. GE AISIS CS2 user's reference manual. <https://www.manualslib.com/manual/1210542/ge-aisys-cs2.html>. Accessed August 10, 2020.
4. Technical Specifications for U.S. Puritan Bennett™ 980 Ventilator System. Medtronic/Covidien; 2016. <https://www.medtronic.com/content/dam/covidien/library/us/en/product/acute-care-ventilation/puritan-bennett-980-ventilator-system-tech-specifications.pdf>. Accessed December 21, 2020.
5. Davis AR, Kleinman B, Jellish WS. Cause of ventilator failure is unclear – Anesthesia Patient Safety Foundation. Published 2005. <https://www.apsf.org/article/cause-of-ventilator-failure-is-unclear/>. Accessed August 6, 2020.
6. GE Healthcare. CareScape Monitor B650; 10/2010. <https://www.gehealthcare.com/-/jssmedia/e4c9c6ed-549f43a0b2efdba2adfe2687.pdf?la=en-us>. Accessed August 10, 2020.
7. Carpenter T, Robinson ST. Response to a partial power failure in the operating room. *Anesthesia & Analgesia*. 2010;110:1644. Doi:10.1213/Ane.0b013e3181c84c94
8. August DA. Locked out of a box and a process. *Anesth Analg*. 2011;112:1248–1249; Author Reply 1249. Doi:10.1213/Ane.0b013e31821140e4
9. Connor CW, Palmer LJ, Pentakota S. Remote control and monitoring of GE AISIS anesthesia machines repurposed as intensive care unit ventilators. *Anesthesiology*. 2020;133:477–479. Doi:10.1097/Aln.00000000000003371

Hypersensibilité périopératoire : reconnaissance et évaluation pour optimiser la sécurité des patients

par David A. Khan, MD, Kimberly G. Blumenthal, MD, MPH, et Elizabeth J. Phillips, MD

RÉSUMÉ

La céfazoline est une cause d'anaphylaxie souvent identifiée aux États-Unis, survenant dans 1 chirurgie sur 10 000. Cependant, elle est souvent négligée.¹ En cas de suspicion d'anaphylaxie, il peut être utile de doser la tryptase sérique dans un délai de 2 heures afin d'identifier l'épisode ou de le différencier d'autres causes. La céfazoline fait partie des céphalosporines de première génération avec des radicaux R1 et R2 qui sont distincts d'autres bêta-lactames et la plupart des patients allergiques à la céfazoline peuvent tolérer les pénicillines et d'autres céphalosporines.

COMMENT SE MANIFESTE L'ANAPHYLAXIE À LA CÉFAZOLINE ? UN EXEMPLE CONCRET

Une femme de 50 ans d'origine afro-américaine s'est présentée à une clinique d'allergies et immunologie après deux épisodes distincts de suspicion d'anaphylaxie avant une intervention prévue pour la pose d'une prothèse de hanche dans un hôpital périphérique. Elle n'a signalé aucun autre antécédent médical significatif. Son traitement médicamenteux était notable avec une utilisation de longue date de rosuvastatine 20 mg par voie orale et d'acétaminophène 500 mg par voie orale en cas de besoin. La première fois, on lui a administré de la vancomycine 2 g et de la céfazoline 1 g avant la chirurgie programmée pour le remplacement de sa hanche. Aucune sédation ni aucun agent anesthésiant ne lui avait été administré. Quelques minutes après l'administration de céfazoline, elle a développé un érythème cutané, un œdème facial et labial et une hypotension. On lui a administré une seule dose d'épinéphrine 0,3 mg en intramusculaire, de la diphenhydramine 50 mg et de l'hydrocortisone 125 mg en intraveineux, puis elle a été transférée dans l'unité de soins intensifs pour observation pendant une journée supplémentaire. Dix jours plus tard, une nouvelle tentative de préparation de la chirurgie de sa prothèse de hanche a eu lieu et cette fois, il lui a été administré de la céfazoline 2 g (sans vancomycine) et en quelques minutes, elle a présenté un œdème facial et un érythème. Elle a immédiatement reçu de l'épinéphrine 0,3 mg en intramusculaire et de la diphenhydramine 50 mg en intraveineux et elle est restée en observation pendant plusieurs heures sans que le problème ne se reproduise. Deux mois plus tard, elle a consulté une clinique d'allergies, où elle a subi des prick-tests pour l'allergie à la céfazoline, suivis de tests intradermiques pour l'allergie aux pénicillines, à la céfazoline et à la ceftriaxone (Figure 1). Les tests cutanés étaient faiblement positifs pour la céfazoline avec les prick-tests et fortement positifs pour la céfazoline en intradermique, mais négatifs pour tous les autres molécules. Elle a toléré les tests de provocation à l'amoxicilline et à la céfalexine, toutes les deux à 250 mg par voie orale. D'après ces données, on a diagnostiqué une anaphylaxie à la céfazoline et elle a été informée qu'elle pouvait prendre des pénicillines et des céphalosporines en toute sécurité, hormis la céfazoline, ainsi que la vancomycine. Nous avons mis l'accent sur le fait que la céfazoline devait être clairement documentée comme provoquant une réaction grave (anaphylaxie) dans tous ses dossiers médicaux électroniques et pharma-



Figure 1: Illustration d'un prick-test et de tests cutanés intradermiques positifs à la céfazoline (Cp) suite à deux épisodes distincts d'anaphylaxie provisoirement associée à la céfazoline deux mois auparavant. Le prick-test de contrôle à l'histamine (H) est positif. Le prick-test et les tests intradermiques de contrôle à une solution saline sont négatifs. Les tests cutanés intradermiques à d'autres agents réactifs comprenant l'ampicilline 25 mg/l, la benzylpénicilline 1000 et 10 000 IU/ml, un mélange de déterminants mineurs (MDM) et un déterminant majeur (Pre-pen) étaient négatifs.

ceutiques et qu'elle devait porter un bracelet d'alerte médicale.

COMMENT IDENTIFIER L'HYPERSENSIBILITÉ PÉRIOPÉRATOIRE ?

Les réactions d'hypersensibilité périopératoire (POH) sont des événements inattendus et imprévisibles qui surviennent soudainement, sans avertissement. La gravité des réactions peut aller de réactions légères à une anaphylaxie grave qui, dans certains cas, peuvent être fatales. L'incidence de la POH varie fortement et selon le pays d'origine, des études récentes suggèrent une incidence de 1 sur 10 000.² On pense que la majorité des cas de POH ont une cause allergique, en raison d'une activation mastocytaire à médiation IgE. Cependant, les mécanismes qui ne dépendent pas des IgE et qui causent une activation mastocytaire peuvent également survenir en association avec de nombreux médicaments administrés en soins périopératoires. Récemment, il a été démontré que le récepteur couplé à la protéine G liée au max-X2 (MRGPRX2) était la cause de réactions à certains médicaments, tels que les curares, la vancomycine, les fluoroquinolones et les opiacés. Les produits de contraste utilisés en radiologie peuvent

également causer une activation mastocytaire sans médiation IgE.

En règle générale, les réactions de POH sont accompagnées d'une atteinte cardiovasculaire et/ou respiratoire, y compris des signes d'hypotension, la tachycardie, le bronchospasme et l'arrêt cardiaque. Des réactions muquo-cutanées telles qu'un érythème, un urticaire ou un œdème de Quincke peuvent également se produire, mais il est possible que le champ opératoire recouvrant le patient les masque. Les symptômes cardiorespiratoires ne sont pas spécifiques à la POH et peuvent survenir pour diverses raisons, telles que des médicaments, une hypovolémie, une maladie respiratoire sous-jacente et de multiples tentatives d'intubation. Récemment, un panel d'experts anesthésistes et allergologues a développé un système de notation clinique pour aider à déterminer la probabilité d'une réaction pouvant être due à une POH (Tableau 1).³ Une échelle pondérée avec des points pour ou contre une POH est reportée sous forme de tableau, en fonction des paramètres cliniques, produisant une note représentant la probabilité d'une réaction d'hypersensibilité immédiate. Ce système de notation a été validé en matière de contenu, de critères et de facteurs discriminants, mais n'a pas fait l'objet d'une validation externe indépendante.³

L'essai en laboratoire le plus utile pour permettre de confirmer une réaction d'hypersensibilité immédiate est le niveau de tryptase sérique. La tryptase est une protéase produite par les cellules mastocytaires pendant une anaphylaxie et elle est caractéristique de l'activation mastocytaire. Dans l'idéal, il faut obtenir un niveau de tryptase dans les 2 heures qui suivent une réaction. Son dosage ne sera pas affecté par les médicaments utilisés pour traiter une réaction. Le niveau élevé de tryptase présente une valeur prédictive extrêmement positive (82–99 %) d'anaphylaxie dans les suspicions de réactions périopératoires.⁴ Cependant, les patients peuvent avoir une anaphylaxie sans que le niveau de tryptase soit élevé (> 11,4 ng/ml). Une tryptase supérieure à 7,35 ng/ml a une valeur prédictive positive de 99 % de POH chez les patients souffrant d'un collapsus cardiovasculaire grave ou d'un arrêt cardiaque. Un taux de tryptase sérique aigu, supérieur à ([1,2 x tryptase sérique de référence] + 2) peut permettre de confirmer l'anaphylaxie (en particulier chez les patients dont le niveau de tryptase sérique aigu est normal) et présente une valeur prédictive positive de la POH de 94 %. Des réactions graves peuvent survenir occasionnellement, même avec une activation mastocytaire sans médiation IgE, comme par exemple avec la vancomycine en injection rapide.⁵ Dans environ 10 % des cas, la tryptase sérique peut être élevée dans le cadre d'une activation mastocytaire sans médiation IgE.

Bien que la POH puisse avoir de nombreuses causes, les antibiotiques, les curares et les désinfectants font partie des causes les plus courantes documentées dans le monde.² Aux États-Unis toutefois, la céfazoline est la cause la plus couramment identifiée de POH, qui serait associée à plus de 50 % des cas de POH, et pouvant survenir dès la première exposi-

Voir l'article « Hypersensibilité » à la page suivante

Les recommandations du consensus international suggèrent une évaluation allergique complète pour les patients présentant des réactions allergiques périopératoires

Suite de l'article « Hypersensibilité » à la page précédente

tion à la céfazoline.⁶ La voie de sensibilisation à la céfazoline n'est pas déterminée. Il est important de reconnaître qu'actuellement, on pense que la plupart des épisodes d'anaphylaxie aux céphalosporines sont liés aux radicaux R1. Les radicaux R1 et R2 de la céfazoline sont distincts et ne sont pas communs à d'autres bêta-lactames utilisés en Amérique du Nord. Ainsi, les patients allergiques à la céfazoline ne sont

pas généralement allergiques à la pénicilline ou à d'autres céphalosporines.⁶

POURQUOI EST-IL IMPORTANT DE PROCÉDER À UN DÉPISTAGE DANS LE CADRE DE L'HYPERSENSIBILITÉ PÉRIOPÉRATOIRE ?

Après une suspicion de réaction allergique dans le cadre périopératoire, il est important d'utiliser tous les outils de recherche et de diagnostic permettant

d'identifier le médicament responsable. Premièrement, il est possible que l'évènement soit survenu avant la chirurgie et que la chirurgie ait été abandonnée au moment de la réaction allergique, mais qu'elle soit encore nécessaire ou recommandée. Deuxièmement, même si cette chirurgie spécifique a été réalisée malgré la réaction, il est certain que la plupart des patients subiront un jour une autre anesthésie. Les recommandations issues d'un consensus international d'un panel d'experts anesthésistes et allergolo-

Tableau 1 : Système de notation clinique pour les suspicions de réactions d'hypersensibilité périopératoire.*

Système cardiovasculaire (CVS) (Choisir hypotension, hypotension grave ou arrêt cardiaque le cas échéant, puis tout autre élément applicable)	Points
Hypotension grave	6
Hypotension	4
Arrêt cardiaque	9
Tachycardie	2
Une réponse mauvaise et une réponse éphémère de l'hypotension aux doses standard de sympathomimétiques utilisés pour traiter une hypotension pharmacologique pendant l'anesthésie (par exemple éphédrine, phényléphrine, métaraminol)	2
Une échocardiographie du site de soins indiquant un cœur hyperkinétique, se remplissant difficilement	2
Récurrence ou aggravation de l'hypotension après une nouvelle dose d'un médicament administré avant l'évènement initial	1
<i>Variables cardiovasculaires confondantes (choisir toutes les valeurs applicables)</i>	
Dose excessive d'anesthésique ou d'anesthésiques	-2
Hypovolémie induite chirurgicalement ou hypovolémie relative causée par un jeûne/une déshydratation prolongé(e)	-1
Une maladie aiguë prédisposant à l'hypotension	-1
Des médicaments affectant les réponses cardiovasculaires pendant l'anesthésie	-2
Une anesthésie loco-régionale neuraxiale (épidurale/spinale)	-1
Le déclenchement de l'hypotension après une hausse de la pression de crête dans les voies aériennes pendant la ventilation mécanique des poumons	-2

Système respiratoire (RS) (Choisir bronchospasme ou bronchospasme grave le cas échéant, puis tout autre élément applicable)	Points
Bronchospasme	2
Bronchospasme grave	4
Récurrence ou aggravation du bronchospasme après une nouvelle dose d'un médicament administré avant l'évènement initial	1
Bronchospasme survenant avant l'utilisation d'instruments sur les voies aériennes (après avoir exclu une obstruction des voies aériennes)	2
<i>Variables respiratoires confondantes</i>	
Maladie respiratoire associée à des voies aériennes réactives	-1
Tentatives prolongées ou multiples d'intubation trachéale	-1
Dose inappropriée de médicaments pour émousser la réponse des voies aériennes avant l'utilisation d'instruments sur les voies aériennes	-1

Derme/muqueuses (D/M) (choisir tous les éléments applicables)	Points
Urticaire généralisé	4
Œdème de Quincke	3
Érythème généralisé	3
Une rougeur généralisée provoquant des démangeaisons chez le patient éveillé auquel il n'a pas été administré d'opiacés par voie épidurale/spinale	1
<i>Derme/muqueuses/variable confondante</i>	
L'œdème de Quincke chez un patient qui prend un inhibiteur de l'enzyme de conversion (ACE)	-3

Associations (choisir un élément au maximum)**	
CVS>2 & RS > 2	5
CVS>2 & D/M >2	5
RS>2 & D/M >2	5
CVS>2 & RS>2 & D/M >2	8

Délais (choisir un élément au maximum)	
Déclenchement de problèmes cardiovasculaires ou respiratoires dans un délai de 5 min d'un déclencheur IV possible	7
Déclenchement de problèmes cardiovasculaires ou respiratoires dans un délai de 15 min d'un déclencheur IV possible	3
Déclenchement de problèmes cardiovasculaires ou respiratoires dans un délai de 60 min d'un déclencheur non-IV possible	2
Déclenchement de problèmes cardiovasculaires ou respiratoires plus de 60 min après un déclencheur non-IV possible	-1

Probabilité de réaction d'hypersensibilité immédiate	Note totale (nette)
Quasiment certaine	>21
Très probable	Entre 15 et 21
Probable	Entre 8 et 14
Peu probable	< 8

*Tableau modifié de Hopkins PM, Cooke PJ, Clarke RC, et al. Notation clinique issue d'un consensus pour les suspicions de réactions immédiates d'hypersensibilité périopératoire. *Br J Anaesth.* 2019;123(1):e29–e37.

**Pour qu'une note de l'un des 3 systèmes d'organes (CVS, RS, D/M) contribue à la note totale, la note nette pour le système en question doit être supérieure à 2. La note totale est la somme des notes pour les caractéristiques positives moins la somme des notes pour les variables confondantes parmi les notes du système en question.

Les patients présentant des antécédents à risque faible peuvent recevoir en toute sécurité de la céfazoline de prophylaxie chirurgicale

Suite de l'article « Hypersensibilité » à la page précédente

gues préconisent une évaluation allergique complète, dans l'idéal dans le cadre d'une collaboration entre anesthésistes et allergologues, de tous les patients présentant des réactions allergiques périopératoires.⁷ Il est estimé que le moment idéal de l'évaluation allergique se situe environ 4 semaines après l'évènement. Cependant, aucune preuve scientifique n'étaye cette hypothèse et un dépistage survenant dans les 6 mois suivant l'évènement reste utile.⁸ Pour les patients allergiques aux céphalosporines, environ 60 à 80 % perdent la réactivité aux tests cutanés 5 ans après une anaphylaxie aiguë.⁹

Il est important que l'allergologue ait accès au dossier complet de l'anesthésie et aux notes opératoires, indiquant l'heure de l'administration et tous les autres détails relatifs à des expositions potentielles, notamment des désinfectants, du latex, des lubrifiants, des agents de contraste, des colorants, des éponges de gélatine hémostatiques, des corps étrangers et des anesthésiques locaux, ainsi que le délai écoulé entre l'exposition et l'évènement allergique concerné. Cela permettra d'orienter les évaluations nécessaires. Après un test cutané négatif, des provocations sous observation, autrement dit l'administration au patient d'une dose complète d'un médicament dans un cadre d'observation en 1 ou 2 étapes, sont réalisées pour tous les médicaments potentiellement responsables, dans la mesure du possible dans le contexte d'une hospitalisation ambulatoire. La majorité des cabinets d'allergologie ne réalisent pas de tests de provocation par voie intraveineuse et il est impossible de pratiquer en toute sécurité des tests de provocation aux opiacés, benzodiazépines, curares et propofol dans le cadre d'une consultation ambulatoire dans un cabinet d'allergologie. Par conséquent, un test cutané négatif à des agents que l'allergologue ne peut pas inclure dans son dépistage impose une « dose test », administrée immédiatement avant une anesthésie future. Les meilleures preuves factuelles à ce jour aux États-Unis suggèrent que nous pourrions identifier au moins un tiers des médicaments responsables grâce à cette stratégie, en dépistant les patients avec des tests cutanés positifs.⁸ Environ 9 patients sur 10 évalués par un(e) allergologue, que leur test cutané soit positif ou négatif, toléreront une anesthésie future sans réaction allergique récurrente.⁸

De nombreux patients se présentant pour une chirurgie signalent des allergies aux pénicillines ou à la céfazoline sans évaluation allergique formelle. Par conséquent, les soignants périopératoires cherchent souvent d'autres antibiotiques prophylactiques pouvant être administrés à ces patients. Cependant, les antibiotiques périopératoires alternatifs pour prévenir les infections du site opératoire peuvent être associés à un risque accru d'échec de la prophylaxie et d'infection.¹⁰ En outre, la clindamycine et la vancomycine périopératoires sont associées à un risque accru de colite à *Clostridium difficile* et de lésions rénales aiguës. D'autre part, un patient avec une allergie documentée à la céfazoline dans son dossier médical électronique sans recommandation spécifique d'un(e) allergologue, peut éviter tous les antibiotiques bêta-lactame, pouvant avoir d'autres implica-

tions cliniques à l'avenir.¹¹ Si la céfazoline est identifiée comme agent causal, la tolérance à d'autres bêta-lactames pourra être confirmée par des tests d'allergie spécialisés.

Aux États-Unis, la plupart des patients qui sont reconnus comme étant allergiques à la pénicilline signalent des antécédents de rougeurs bénignes, de réactions distantes ou inconnues. Les patients présentant ces antécédents associés à des risques faibles peuvent recevoir de la céfazoline en toute sécurité pour une prophylaxie chirurgicale.⁶ Récemment, un groupe multidisciplinaire à Emory University a développé un algorithme simple pour l'administration de la céfazoline ou du céfuroxime pour la prophylaxie antibiotique périopératoire de patients présentant des antécédents d'allergie à la pénicilline.¹² Si les patients n'avaient pas d'antécédents de réactions allergiques graves aux médicaments, tels que le syndrome de Stevens-Johnson ou la nécrolyse épidermique toxique, une réaction aux médicaments avec des éosinophiles et des symptômes systémiques, des lésions hépatiques ou rénales, de l'anémie, de la fièvre ou de l'arthrite suite à la prise de pénicilline, ils étaient autorisés à recevoir de la céfazoline ou du céfuroxime. Après la mise en œuvre de cet algorithme simple, l'utilisation des céphalosporines a été multipliée quasiment par quatre chez les sujets allergiques à la pénicilline. Aucun des 551 patients allergiques à la pénicilline qui ont reçu des céphalosporines n'a eu une réaction allergique immédiate. Une autre étude a révélé que même chez des patients dont l'allergie à la pénicilline anaphylactique était confirmée, le risque d'allergie à la céfazoline était inférieur à 1%.¹³

Pour les patients souffrant de POH, nous recommandons une approche standardisée qui optimise la sécurité des patients et inclut une collaboration entre les anesthésistes et un(e) allergologue/immunologue, afin d'identifier l'agent responsable et de proposer un plan logique pour les anesthésies futures, permettant de réduire au minimum le risque allergique, tout en tenant compte de l'importance des antibiotiques prophylactiques.¹ Si l'anesthésiste n'a pas de collaboration établie avec un(e) allergologue, il pourra en trouver un(e) en s'adressant à une association professionnelle (<https://allergist.aaaai.org/find/>). En outre, avec l'expansion de la télé-médecine qui a accompagné la pandémie de COVID-19, il est désormais possible d'obtenir un rendez-vous en téléconsultation avec les allergologues des plus grands centres médicaux universitaires, qui évaluent généralement ces patients, pour un triage formel et une stratification des risques avant des tests spécialisés.

En résumé, les réactions de POH sont des évènements rares, avec de nombreux agents potentiellement responsables, la céfazoline étant le plus fréquent aux États-Unis. La collaboration entre les anesthésistes et les allergologues peut aider à identifier l'agent responsable et à développer un plan pour l'administration future d'une anesthésie en toute sécurité. Alors que la plupart des patients reconnus comme étant allergiques à la pénicilline ne sont pas vraiment allergiques, la grande majorité des patients dont l'allergie à la pénicilline n'est pas reconnue peuvent recevoir de la céfazoline pour la prophylaxie chirurgicale sans risque accru de réaction allergique.

David A. Khan, MD, est professeur de médecine dans le Service allergies et immunologie du Centre médical Southwestern de l'Université du Texas, Dallas, TX.

Kimberly G. Blumenthal, MD, MPH, est professeure-assistante de médecine à Harvard Medical School, dans le Service de rhumatologie, allergies et immunologie du Massachusetts General Hospital, Boston, MA.

Elizabeth J. Phillips, MD, est professeur de médecine et titulaire de la chaire John A. Oates en recherche clinique du Département de médecine du Centre médical de l'Université Vanderbilt, Nashville, TN.

Les auteurs ne signalent aucun conflit d'intérêts.

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

1. Saager L, Turan A, Egan C, et al. Incidence of intraoperative hypersensitivity reactions: a registry analysis. *Anesthesiology*. 2015;122:551–559.
2. Mertes PM, Ebo DG, Garcez T, et al. Comparative epidemiology of suspected perioperative hypersensitivity reactions. *Br J Anaesth*. 2019;123:e16–e28.
3. Hopkins PM, Cooke PJ, Clarke RC, et al. Consensus clinical scoring for suspected perioperative immediate hypersensitivity reactions. *Br J Anaesth*. 2019;123:e29–e37.
4. Volcheck GW, Hepner DL. Identification and management of perioperative anaphylaxis. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2019;7:2134–2142.
5. Alvarez-Arango S, Yerneni S, Tang O, et al. Vancomycin hypersensitivity reactions documented in electronic health records. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2020.
6. Khan DA, Banerji A, Bernstein JA, et al. Cephalosporin allergy: current understanding and future challenges. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2019;7:2105–2114.
7. Garvey LH, Dewachter P, Hepner DL, et al. Management of suspected immediate perioperative allergic reactions: an international overview and consensus recommendations. *Br J Anaesth*. 2019;123:e50–e64.
8. Banerji A, Bhattacharya G, Huebner E, et al. Perioperative allergic reactions: allergy assessment and subsequent anesthesia. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2020;S2213–2198.
9. Romano A, Gaeta F, Valluzzi RL, et al. Natural evolution of skin-test sensitivity in patients with IgE-mediated hypersensitivity to cephalosporins. *Allergy*. 2014;69:806–809.
10. Berríos-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, et al. Centers for Disease Control and prevention guideline for the prevention of surgical site infection, 2017. *JAMA Surg*. 2017;152:784–791.
11. Blumenthal KG, Peter JG, Trubiano JA, Phillips EJ. Antibiotic allergy. *Lancet*. 2019;393:183–198.
12. Kuruvilla M, Sexton M, Wiley Z, et al. A streamlined approach to optimize perioperative antibiotic prophylaxis in the setting of penicillin allergy labels. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2020;8:1316–1322.
13. Romano A, Valluzzi RL, Caruso C, et al. Tolerability of cefazolin and ceftibuten in patients with IgE-mediated aminopenicillin allergy. *J Allergy Clin Immunol Pract*. 2020;8:1989–1993.e1982.

VOTRE CONTRIBUTION PERMET DE FINANCER DES PROGRAMMES IMPORTANTS :

Plus de **13,5 millions \$**
accordés en bourses de recherche



19 conférences multidisciplinaires
de l'APSF
organisées à ce jour
(aucun frais d'inscription)

► apsf.org
plus d'un million de
visiteurs par an



Le *Bulletin d'information de l'APSF* est désormais traduit en mandarin, français, japonais, portugais et espagnol.

Qu'est-ce que toutes ces personnes ont en commun ?



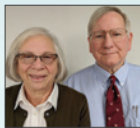
Dan et Cristine Cole



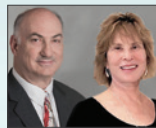
Karma et Jeffrey Cooper



Burton A. Dole, Jr.



Dr. John H. et Mme Marsha Eichhorn



Dr David Gaba et Deanna Mann



Drs Alex et Carol Hannenberg



Drs Joy L. Hawkins et Randall M. Clark



Dr. Eric et Marjorie Ho



Drs. Michael et Georgia Olympio



Dr. Ephraim S. (Rick) et Eileen Siker



Robert K. Stoelting, MD



Mary Ellen et Mark Warner



Matthew B. Weinger, MD, et Lisa Price

Rejoignez-nous !

www.apsf.org/donate/

[legacy-society/](https://www.apsf.org/donate/legacy-society/)



Le désir inébranlable de préserver l'avenir de l'anesthésiologie. Fondée en 2019, l'**APSF Legacy Society** rend hommage aux personnes qui font un don à la fondation par l'intermédiaire de leurs successions, testaments ou fiducies, assurant ainsi la poursuite de la recherche dans la sécurité des patients et de l'éducation pour le compte de la profession pour laquelle nous avons une profonde passion.

L'APSF reconnaît et remercie ces membres fondateurs, qui ont généreusement soutenu l'APSF en faisant un don testamentaire ou un legs.

Pour un complément d'informations à propos de dons programmés, contactez Sara Moser, Directrice du développement de l'APSF, à l'adresse : moser@apsf.org.