



L'INTÉLLIGENCE ARTIFICIELLE ET SECURITÉ AU BLOC OPÉRATOIRE

Toufik IAICHE ACHOUR

Chef de Service d'Anesthésie Réanimation CHU Hussein Dey Alger

Directeur du laboratoire de recherche en simulation en anesthésie Réanimation

Université d'Alger1

20^{ème} Congrès de la SAARSIU du 30 janvier au 01 février

Hôtel Mercure Alger

tyaiche@yahoo.fr

Intelligence artificielle (IA)

- Définition: **rapidité de calcul + Big Data+ Algorithmes** (non ambiguë)

- **Mohammed Al-Khwarizmi**
(vers 780 [Khiva, Ouzbékistan]
- vers 850 [Bagdad])

- Docteur vs IA et docteur +IA



Différents niveaux IA

- IA faible ou niveau 1
- IA niveau 2: Deep Learning (apprentissage machine)
- IA niveau 3: multi-domaine analyse plusieurs situation (2030- 2035)
- IA niveau 4: IA dotée de conscience (science fiction 2050- 2060)



Anesthesiology

Numéro : Volume 132(2), February 2020, p 379-394

- **Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations**

- Hashimoto, Daniel A. M.D., M.S.; Witkowski, Elan M.D., M.P.H.; Gao, Lei M.D.; Meireles, Ozanan M.D.; Rosman, Guy Ph.D.

six thèmes d'applications de l'intelligence artificielle en anesthésiologie:

1. la surveillance de la profondeur de l'anesthésie
2. le contrôle de l'anesthésie
3. la prévision des événements et des risques
4. guidage échographie
5. gestion de la douleur
6. logistique de la salle d'opération



Anesthesiology

Numéro : Volume 132(2), February 2020, p 379-394

- **Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations**

- Hashimoto, Daniel A. M.D., M.S.; Witkowski, Elan M.D., M.P.H.; Gao, Lei M.D.; Meireles, Ozanan M.D.; Rosman, Guy Ph.D.

six thèmes d'applications de l'intelligence artificielle en anesthésiologie:

1. la surveillance de la profondeur de l'anesthésie

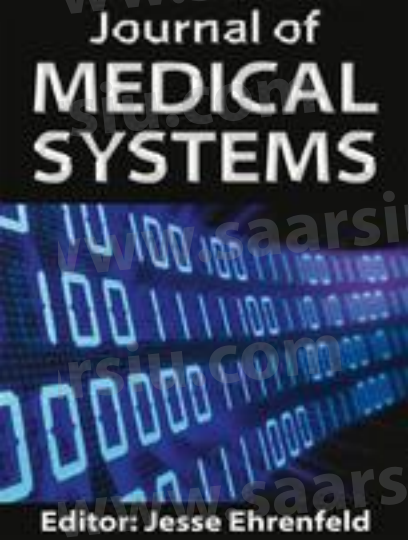
2. le contrôle de l'anesthésie

3. la prévision des événements et des risques

4. échographie

5. gestion de la douleur

6. logistique de la salle d'opération



- [Published: 29 October 2015](#)
- Characterizing Awake and Anesthetized States Using a Dimensionality Reduction Method
- [M. Mirsadeghi](#), [H. Behnam](#), [R. Shalbaf](#) & [H. Jelveh Moghadam](#)
- 1École de génie électrique, Université iranienne des sciences et technologies, Téhéran, Iran
- 2Département d'anesthésie, Université Shahid Beheshti des sciences médicales, Téhéran, Iran.
- méthode appelée «LLE» (Localement Linear Embedding)vs BIS
- Compte tenu de la fiabilité de cette méthode, nous pouvons développer un nouveau système de surveillance EEG qui pourrait aider les anesthésiologistes à estimer la profondeur de l'anesthésie avec précision.



Journal of Clinical Monitoring and Computing

- **Application of Artificial Neural Networks as an Indicator of Awareness with Recall During General Anaesthesia**

- [Seppo O.-V. Ranta](#), [Markku Hynynen](#) & [Jukka Räsänen](#)

- [Journal of Clinical Monitoring and Computing](#) volume 17, pages 53–60 (2002)

- Méthodes: Des enregistrements anesthésiques de 33 patients conscients et 510 patients non conscients ont été collectés. Les données **Fe CO₂**, de **SpO₂**, de **PAS, PAM** et la **Fc**.

- Conclusions: Une prédiction indiquant une prise de conscience par le réseau est très évocatrice d'une véritable prise de conscience et de rappel. La pression artérielle et la fréquence cardiaque sont significativement plus élevées en moyenne chez les patients conscients



Anesthesiology

Numéro : Volume 132(2), February 2020, p 379-394

- **Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations**

- Hashimoto, Daniel A. M.D., M.S.; Witkowski, Elan M.D., M.P.H.; Gao, Lei M.D.; Meireles, Ozanan M.D.; Rosman, Guy Ph.D.

six thèmes d'applications de l'intelligence artificielle en anesthésiologie:

1. la surveillance de la profondeur de l'anesthésie
2. le contrôle de l'anesthésie
3. la prévision des événements et des risques
4. échographie
5. gestion de la douleur
6. logistique de la salle d'opération

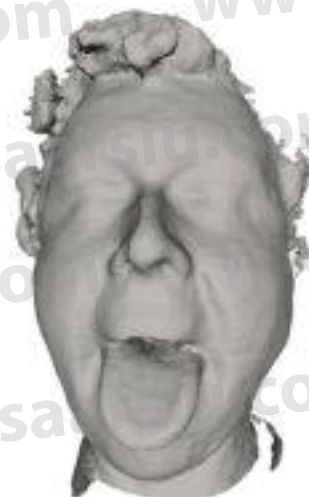
Apprentissage par des photos pour ventilation, intubation difficile et SAOS

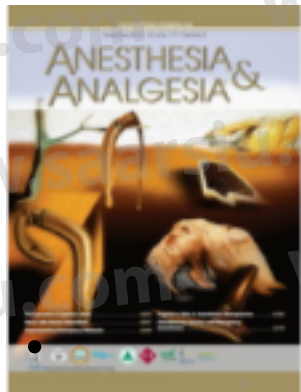
- approche multi-disciplinaire entre le Laboratoire des Signaux de l'EPFL (Prof JP. Thiran),
 - une start-up issue de l'EPFL (nViso) et l'hôpital de Morges(Suisse)
 - **Inclus 4000 patients**
- **L'application de techniques de reconnaissance faciale avancée et de l'intelligence artificielle promet des résultats déterminant dans l'amélioration de la prise en charge des voies aériennes difficiles, et ainsi une diminution de la morbidité et mortalité en anesthésie.**

Patrick Schoettker, médecin anesthésiste au CHUV









Anesthesia & Analgesia

Numéro : Volume 117(5), November 2013, p 1130-1138

Copyright : (C) 2013 International Anesthesia Research Society

Type de publication : [Technology, Computing, and Simulation: Review Article]

DOI : 10.1213/ANE.0b013e3182973687

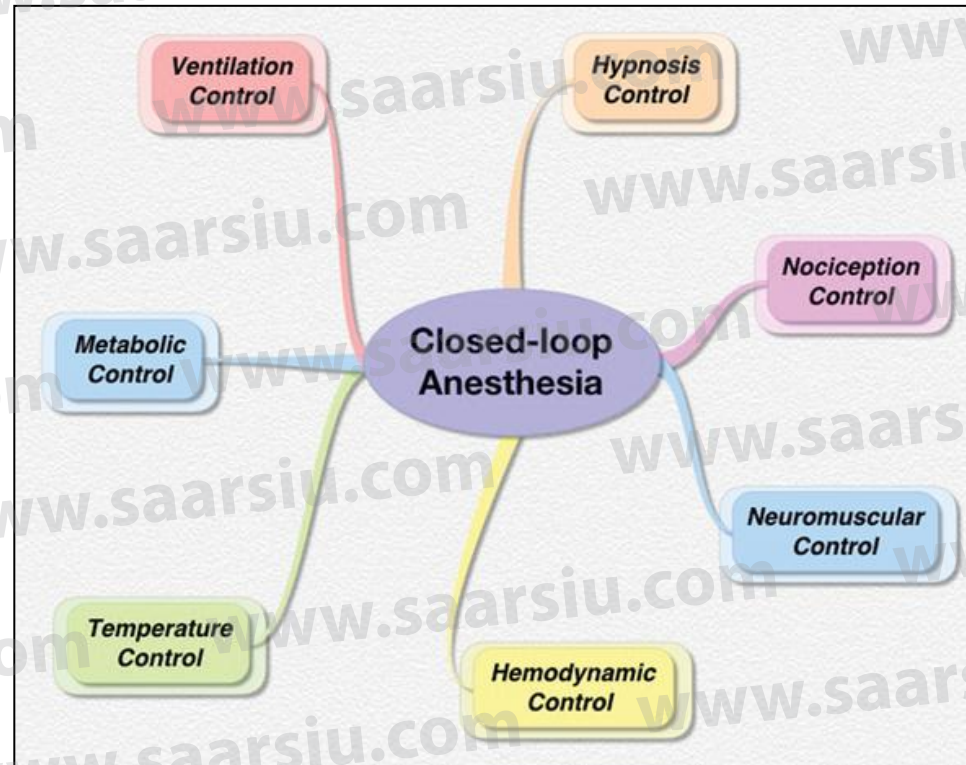
ISSN : 0003-2999

Accès : 00000539-201311000-00016

Closed-Loop Control of Anesthesia: A Primer for Anesthesiologists

Dumont, Guy A. PhD, PEng^{*,†}; Ansermino, J. Mark MBBCh, MSc (Inf), FFA (SA), FRCPC[†]

Figure 1



Closed-Loop Control of Anesthesia: A Primer for Anesthesiologists.

Dumont, Guy; PhD, PEng; Ansermino, J; Mark MBBCh, MSc

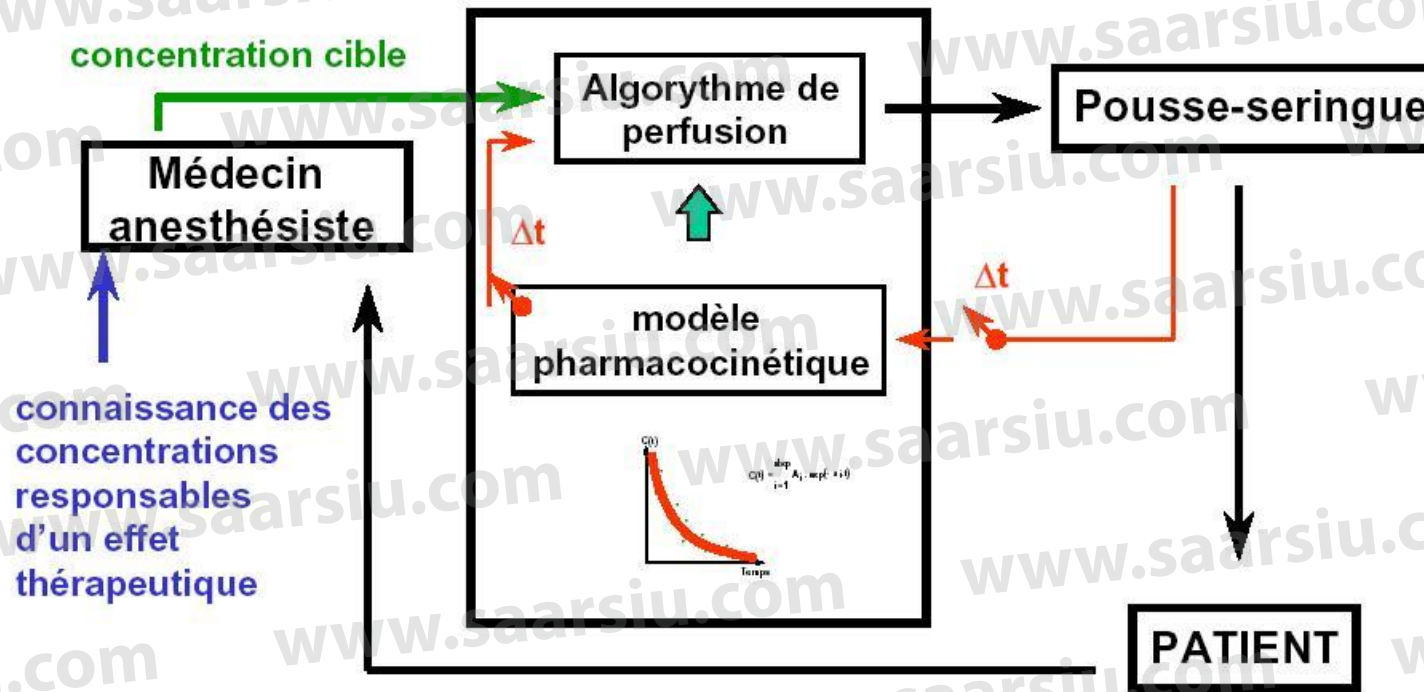
Anesthesia & Analgesia. 117(5):1130-1138, November 2013.

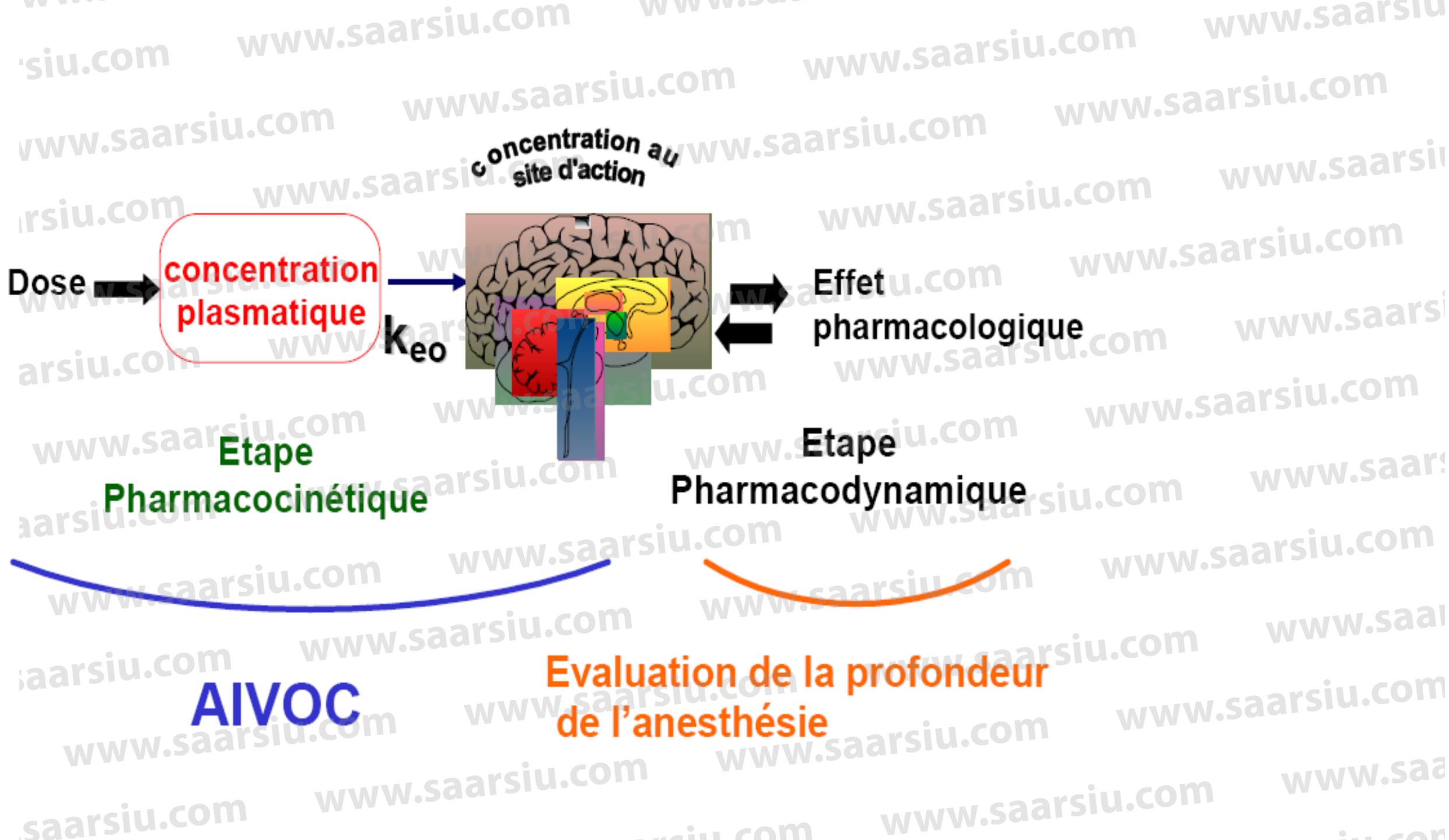
DOI : 10.1213/ANE.0b013e3182973687

Figure 1 . A complete system for closed-loop control of anesthesia.

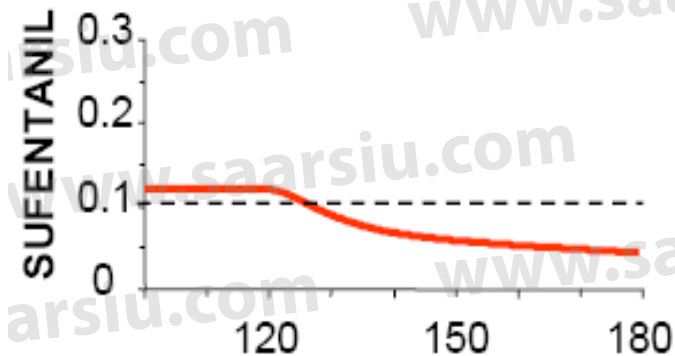


Le dispositif d'AIVOC

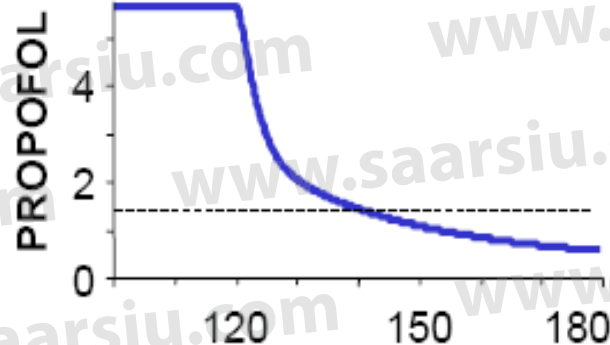
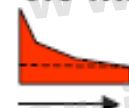




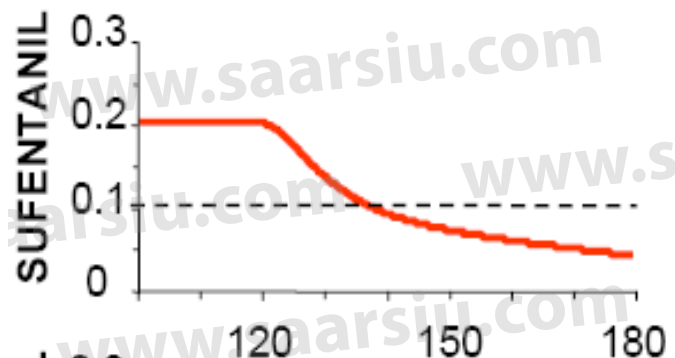
L'AIVOC aide à gérer les interactions en affichant le temps de décroissance



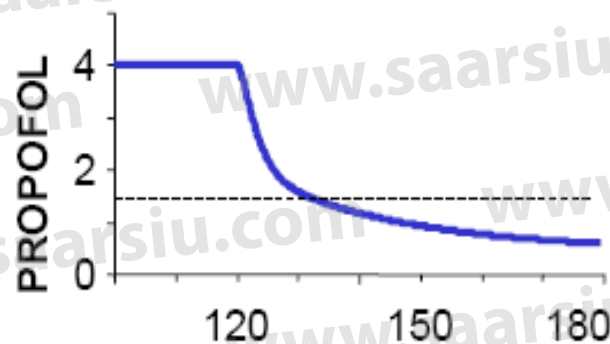
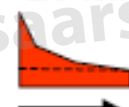
0.1 ng/ml
6.5 min.



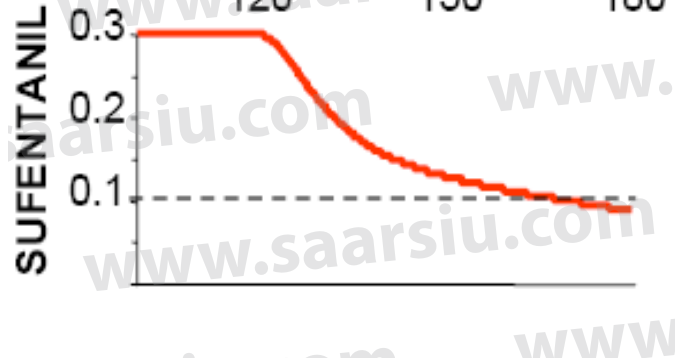
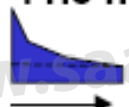
1.5 µg/ml
23 min.



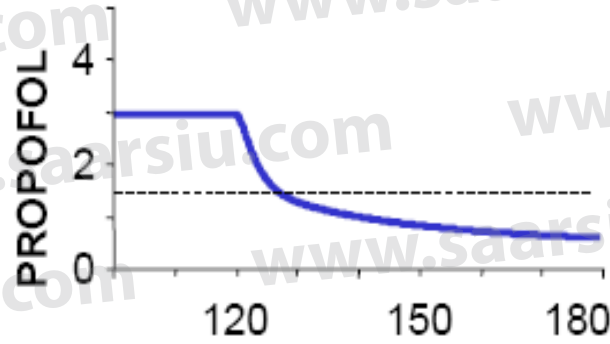
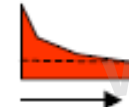
0.1 ng/ml
28 min.



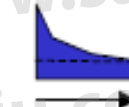
1.5 µg/ml
11.5 min.

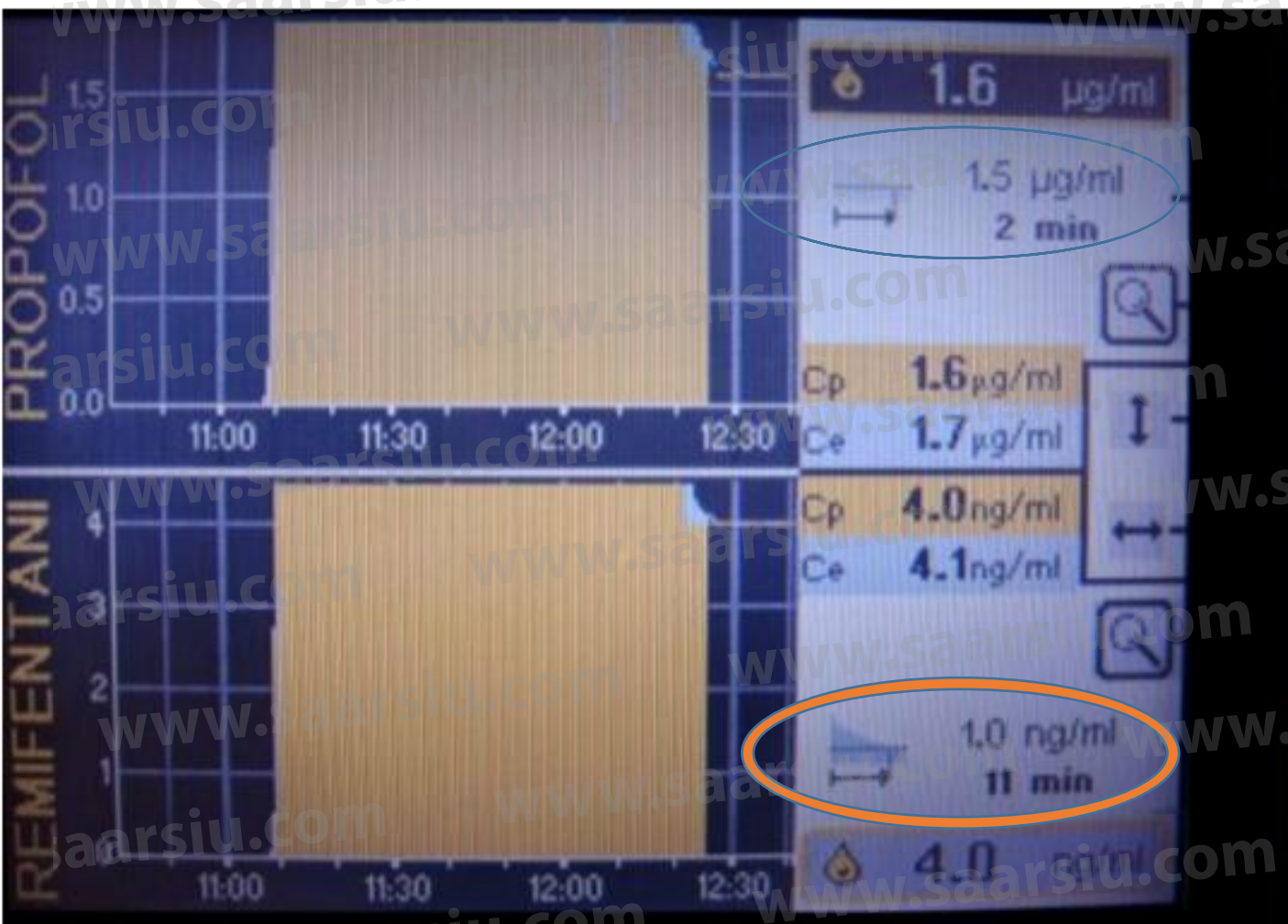


0.1 ng/ml
69 min.



1.5 µg/ml
6 min.







GE imagination at work

Anesthésie sur mesure



Le concept d'**Adéquation de l'Anesthésie (AoA)** est basé sur les paramètres spécifiques qui fournissent les mesures cliniques des composants fondamentaux de l'anesthésie générale, ouvrant ainsi la voie de l'anesthésie personnalisée.

Solutions AoA

L'entropie Réactive (RE) et l'entropie Basale (SE) fournissent une aide à la prise de décision permettant d'équilibrer l'administration d'hypnotiques.

Entropie



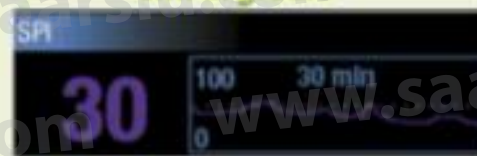
AoA peut permettre aux cliniciens d'obtenir les avantages cliniques suivants :

Extubation plus rapide¹

Récupération plus rapide après l'opération¹

Surveillance de la réaction du patient aux stimuli chirurgicaux en présence d'analgésiques au cours d'une anesthésie générale.

Indice de pléthysmographie chirurgicale^{1,2}

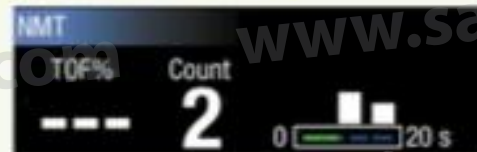


Moins d'événements indésirables²

Conseils pour la titration des traitements^{1,2}

Évaluation du niveau de blocage neuromusculaire au cours de l'anesthésie générale.

Transmission neuromusculaire (NMT)



Réduction du risque de paralysie résiduelle³



Anesthesiology

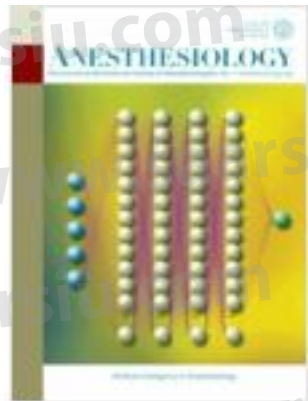
Numéro : Volume 132(2), February 2020, p 379-394

- **Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations**

- Hashimoto, Daniel A. M.D., M.S.; Witkowski, Elan M.D., M.P.H.; Gao, Lei M.D.; Meireles, Ozanan M.D.; Rosman, Guy Ph.D.

six thèmes d'applications de l'intelligence artificielle en anesthésiologie:

1. la surveillance de la profondeur de l'anesthésie
2. le contrôle de l'anesthésie
3. la prévision des événements et des risques
4. échographie
5. gestion de la douleur
6. logistique de la salle d'opération



Anesthesiology

Numéro : Volume 129(4), October 2018, p 675-688

Supervised Machine-learning Predictive Analytics for Prediction of Postinduction Hypotension

Kendale, Samir M.D.; Kulkarni, Prathamesh Ph.D.; Rosenberg, Andrew D. M.D.; Wang, Jing M.D., Ph.D.

Background: Hypotension is a risk factor for adverse perioperative outcomes. Machine-learning methods allow large amounts of data for development of robust predictive analytics

Results: Out of 13,323 cases, 1,185 (8.9%) experienced postinduction hypotension.

Conclusions: The success of this technique in predicting postinduction hypotension demonstrates feasibility of machine-learning models for predictive analytics in the field of anesthesiology



Anesthesia & Analgesia

Numéro : Volume 130(2), February 2020, p 352-359

Copyright : (C) 2020 International Anesthesia Research Society

Type de publication : [Original Research Articles: Original Clinical Research Report]

DOI : 10.1213/ANE.00000000000004121

ISSN : 0003-2999

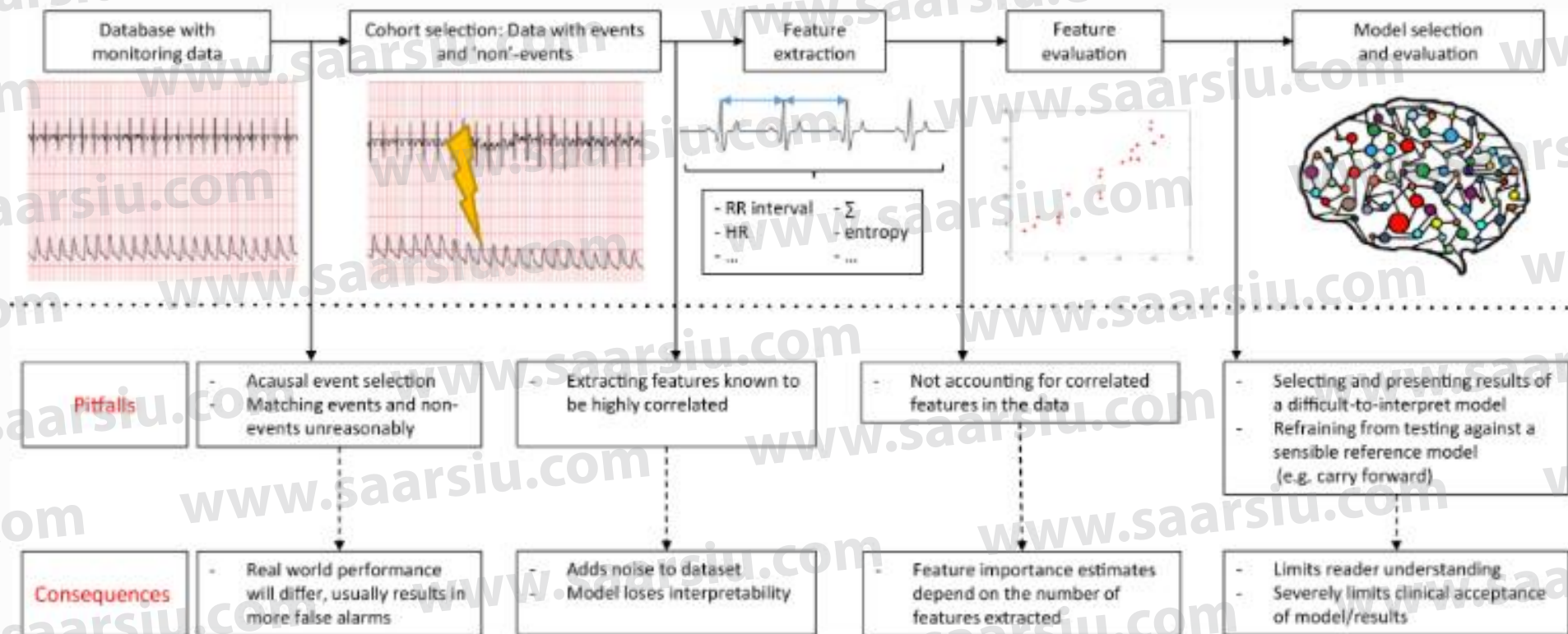
Accès : 00000539-202002000-00016

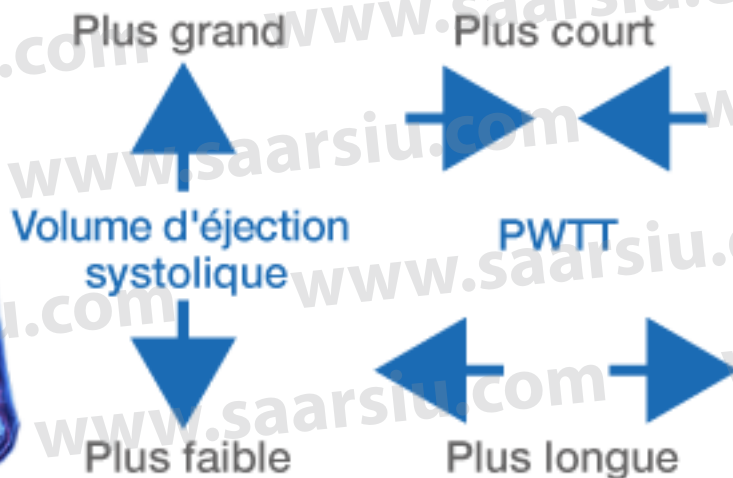
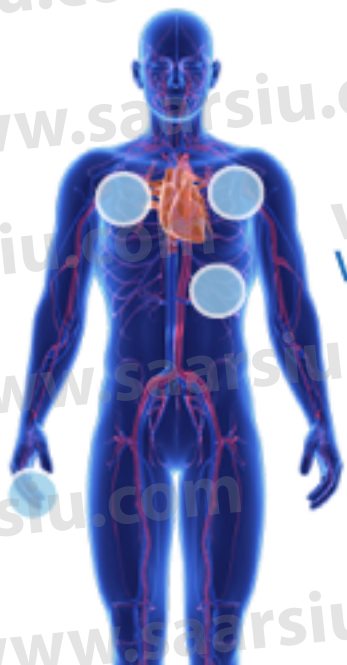
Ability of an Arterial Waveform Analysis-Derived Hypotension Prediction Index to Predict Future Hypotensive Events in Surgical Patients

Davies, Simon James MD*; Vistisen, Simon Tilma PhD⁺; Jian, Zhongping PhD⁺⁺; Hatib, Feras PhD⁺⁺; Scheeren, Thomas W. L. MD, PhD^[S]

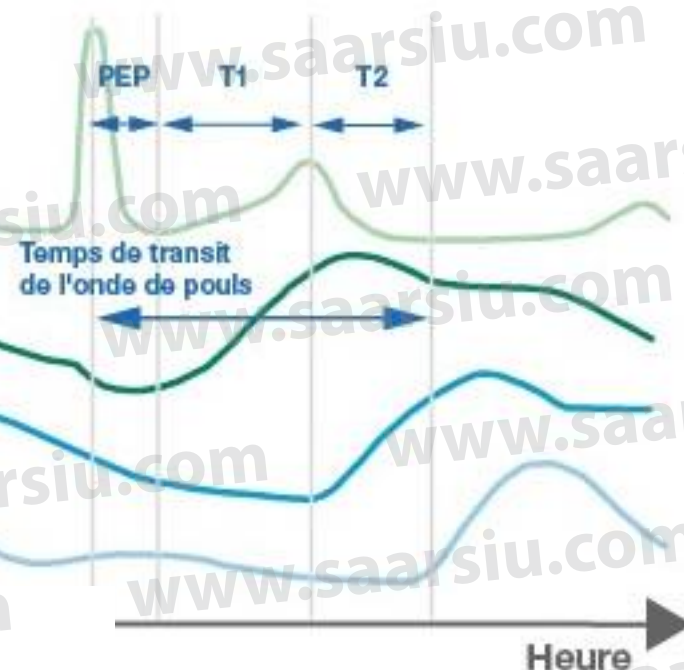
L'indice de prédiction d'hypotension est un nombre sans unité dérivé d'une trace de forme d'onde de pression artérielle, le risque d'hypotension dans un avenir proche augmente(3mn, 5mn et 10mn)

From: Predicting vital sign deterioration with artificial intelligence or machine learning





ECG
Pression de la racine aortique
Pression artérielle radiale
Onde de l'oxymètre de pouls



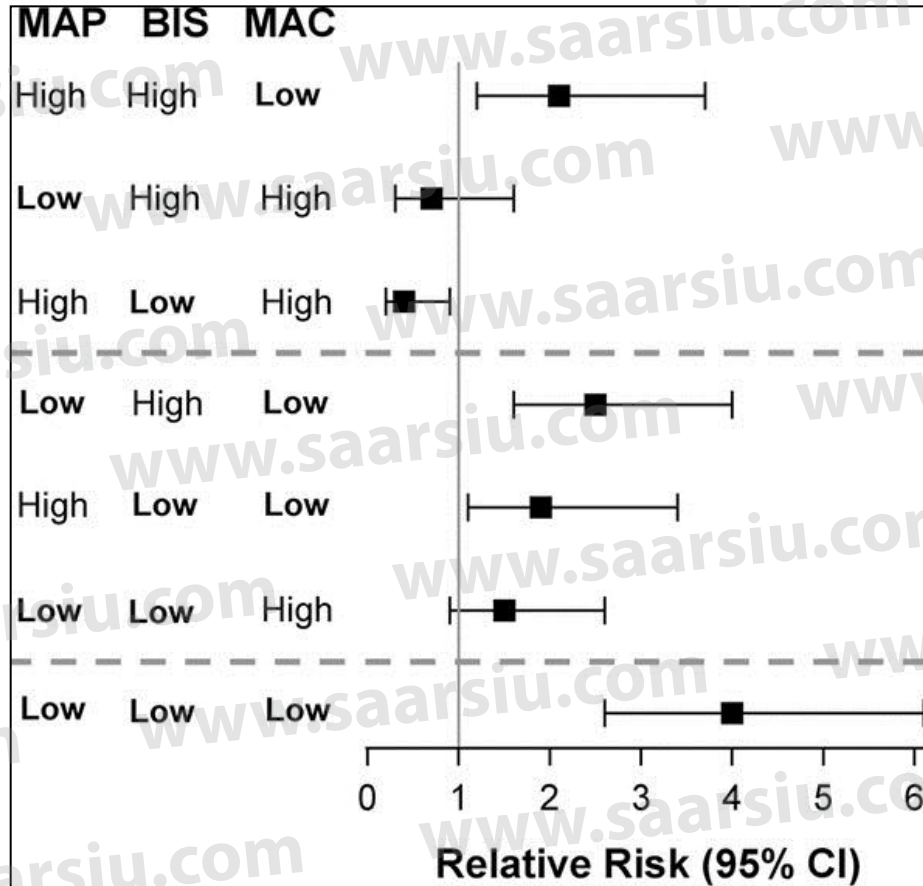


Anesthesiology Volume 116(6), June 2012, p 1176-1178

Hospital Stay and Mortality Are Increased in Patients Having a "Triple Low" of Low Blood Pressure, Low Bispectral Index, and Low Minimum Alveolar Concentration of Volatile Anesthesia

Sessler, Daniel I. M.D.^{*}; Sigl, Jeffrey C. Ph.D.⁺; Kelley, Scott D. M.D.⁺⁺; Chamoun, Nassib G. M.S.^[S]; Manberg, Paul J. Ph.D.^{||}; Saager, Leif M.D.[#]; Kurz, Andrea M.D.^{**}; Greenwald, Scott Ph.D.⁺

Fig. 1



Hospital Stay and Mortality Are Increased in Patients Having a "Triple Low" of Low Blood Pressure, Low Bispectral Index, and Low Minimum Alveolar Concentration of Volatile Anesthesia.

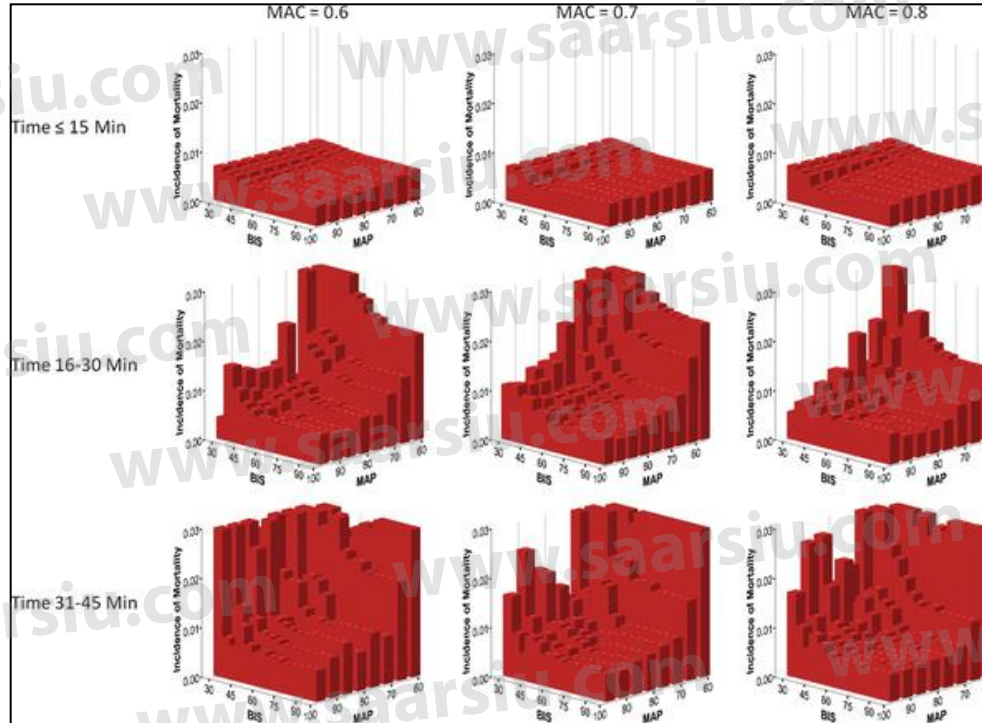
Sessler, Daniel; Sigl, Jeffrey; Kelley, Scott; Chamoun, Nassib; Manberg, Paul; Saager, Leif; Kurz, Andrea; Greenwald, Scott

Anesthesiology. 116(6):1195-1203, June 2012.

DOI : 10.1097/ALN.0b013e31825683dc

Fig. 1. The authors defined a reference population consisting of patients whose individual mean arterial pressure (MAP), Bispectral Index (BIS), and minimum alveolar concentration (MAC) fractions from the beginning to end of anesthesia were within one SD of the average. The remaining patients were classified into nonoverlapping groups characterized by whether average MAP, BIS, and MAC values were greater or less than the average for each variable. State categories were defined relative to average for each variable. The relative risks and 95% confidence intervals for all-cause 30-day mortality are shown for the remaining eight categories of individual low and high combinations.

Fig. 2



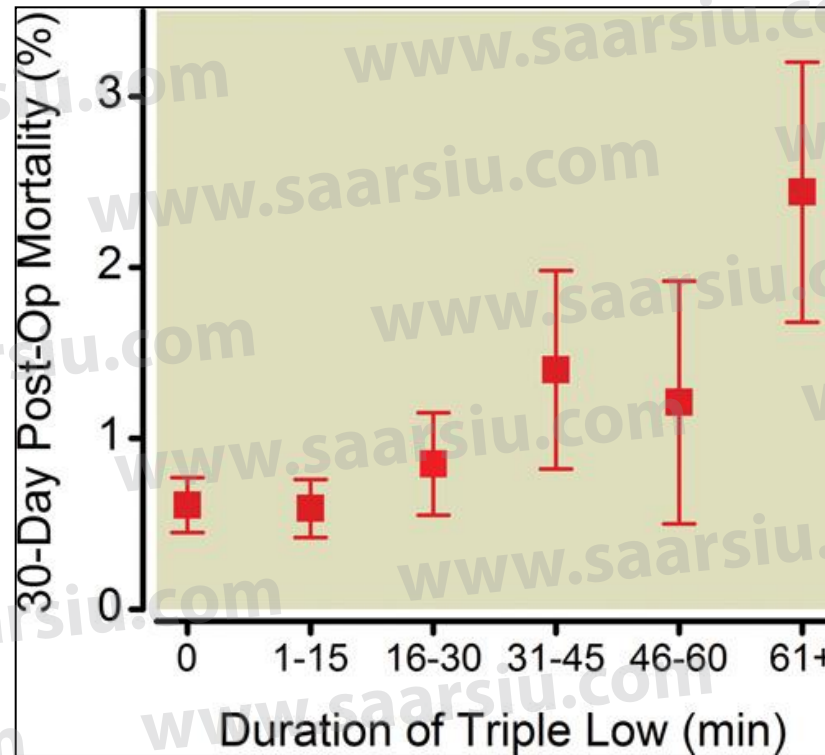
Hospital Stay and Mortality Are Increased in Patients Having a "Triple Low" of Low Blood Pressure, Low Bispectral Index, and Low Minimum Alveolar Concentration of Volatile Anesthesia.

Sessler, Daniel; Sigl, Jeffrey; Kelley, Scott; Chamoun, Nassib; Manberg, Paul; Saager, Leif; Kurz, Andrea; Greenwald, Scott

Anesthesiology. 116(6):1195-1203, June 2012.
DOI : 10.1097/ALN.0b013e31825683dc

Fig. 2 . Thirty-day all-cause mortality as a function of cumulative (not necessarily contiguous) minutes at various thresholds for mean arterial pressure (MAP) and Bispectral Index (BIS) at minimum alveolar concentration (MAC) fraction thresholds of 0.6, 0.7, and 0.8. At each MAC fraction, mortality increased as a function of cumulative duration less than various thresholds (1-15, 16-30, and 31-45 min.) Note the "wall of death" rising at the right and left rear portions of the lower images.

Fig. 3



Hospital Stay and Mortality Are Increased in Patients Having a "Triple Low" of Low Blood Pressure, Low Bispectral Index, and Low Minimum Alveolar Concentration of Volatile Anesthesia.

Sessler, Daniel; Sigl, Jeffrey; Kelley, Scott; Chamoun, Nassib; Manberg, Paul; Saager, Leif; Kurz, Andrea; Greenwald, Scott

Anesthesiology. 116(6):1195-1203, June 2012.

DOI : 10.1097/ALN.0b013e31825683dc

Fig. 3 . Thirty-day all-cause mortality as a function of cumulative (not necessarily contiguous) minutes in a triple low state (mean arterial pressure [MAP] less than 75 mmHg, Bispectral Index less than 45, and minimum alveolar concentration [MAC] fraction less than 0.8). Mortality was significantly increased from baseline (no triple low minutes) when cumulative triple low duration was 31-45 min and when it exceeded 60 min.



Texte intégral PMC: [BMJ Open Respir Res. 2017; 4 \(1\): e000234.](#)

Publié en ligne le 9 novembre 2017 doi: [10.1136 / bmjresp-2017-000234](#)

- **Prédiction de la septicémie dans l'unité de soins intensifs avec des données minimales du dossier de santé électronique: une approche d'apprentissage automatique.**
- [Desautels T](#)¹, [Calvert J](#)¹, [Hoffman J](#)¹, [Jay M](#)¹, [Kerem Y](#)^{2, 3}, [Shieh L](#)⁴, [Shimabukuro D](#)⁵, [Chettipally U](#)^{6, 7}, [Feldman MD](#)⁸, [Barton C](#)⁷, [Wales DJ](#)⁹, [Das R](#)¹.
- **Effet d'un algorithme de prédiction de la septicémie sévère basé sur l'apprentissage automatique sur la survie des patients et la durée du séjour à l'hôpital: un essai clinique randomisé**

Texte intégral PMC: [JMIR Med Inform. 2016 juillet-septembre; 4 \(3\): e28.](#)

Publié en ligne le 30 septembre 2016 doi: [10.2196 / medinform.5909](#)

► [Copyright / License](#)

[Demander l'autorisation de réutiliser](#)

<< Précédent Figure 1 Suivant >>

Figure 1

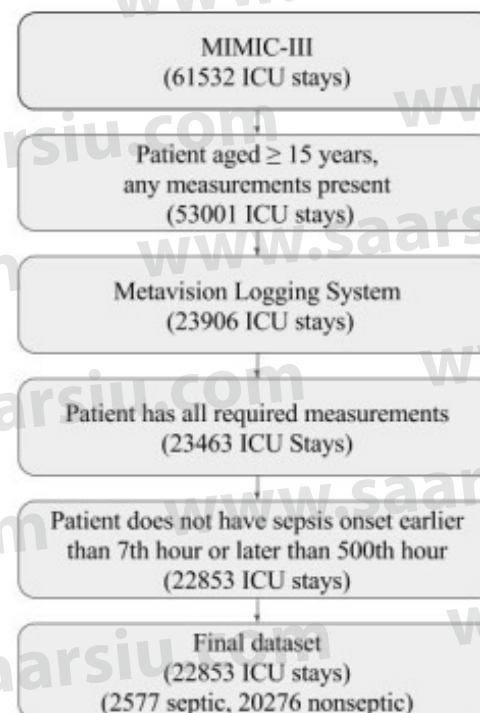


Diagramme d'inclusion. Tous les séjours en unité de soins intensifs (USI) répondant aux critères d'inclusion séquentielle décrits ci-dessus sont inclus dans les ensembles de formation et de test. L'ensemble de données final a une prévalence de septicémie de 11,3%. MIMIC-III: Surveillance intelligente multiparamétrique en soins intensifs version III.

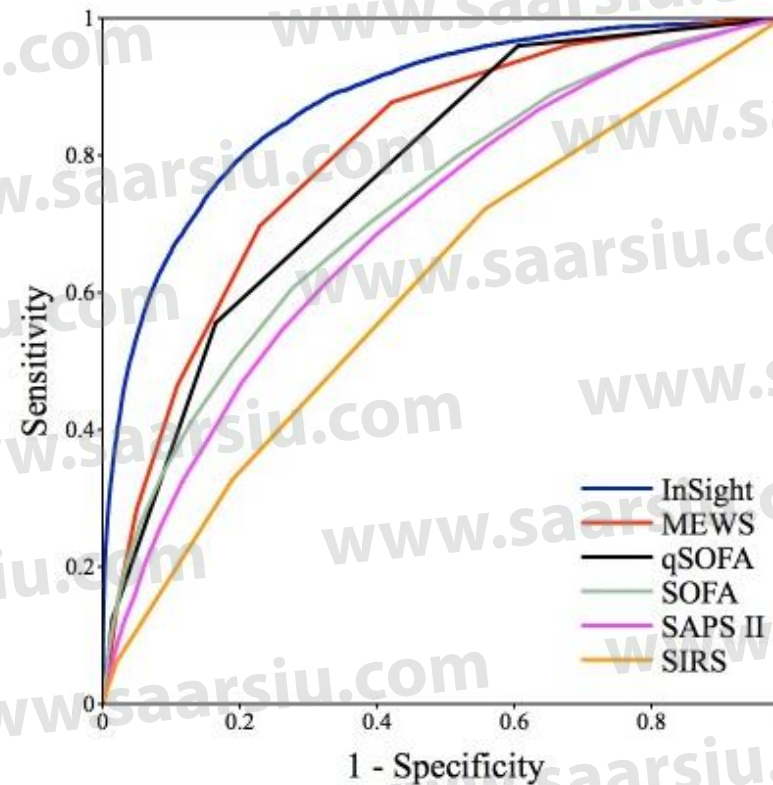
Texte intégral PMC: [JMIR Med Inform. 2016 juillet-septembre; 4 \(3\): e28.](#)

Publié en ligne le 30 septembre 2016 doi: [10.2196 / medinform.5909](#)

[Copyright / License](#) [Demander l'autorisation de réutiliser](#)

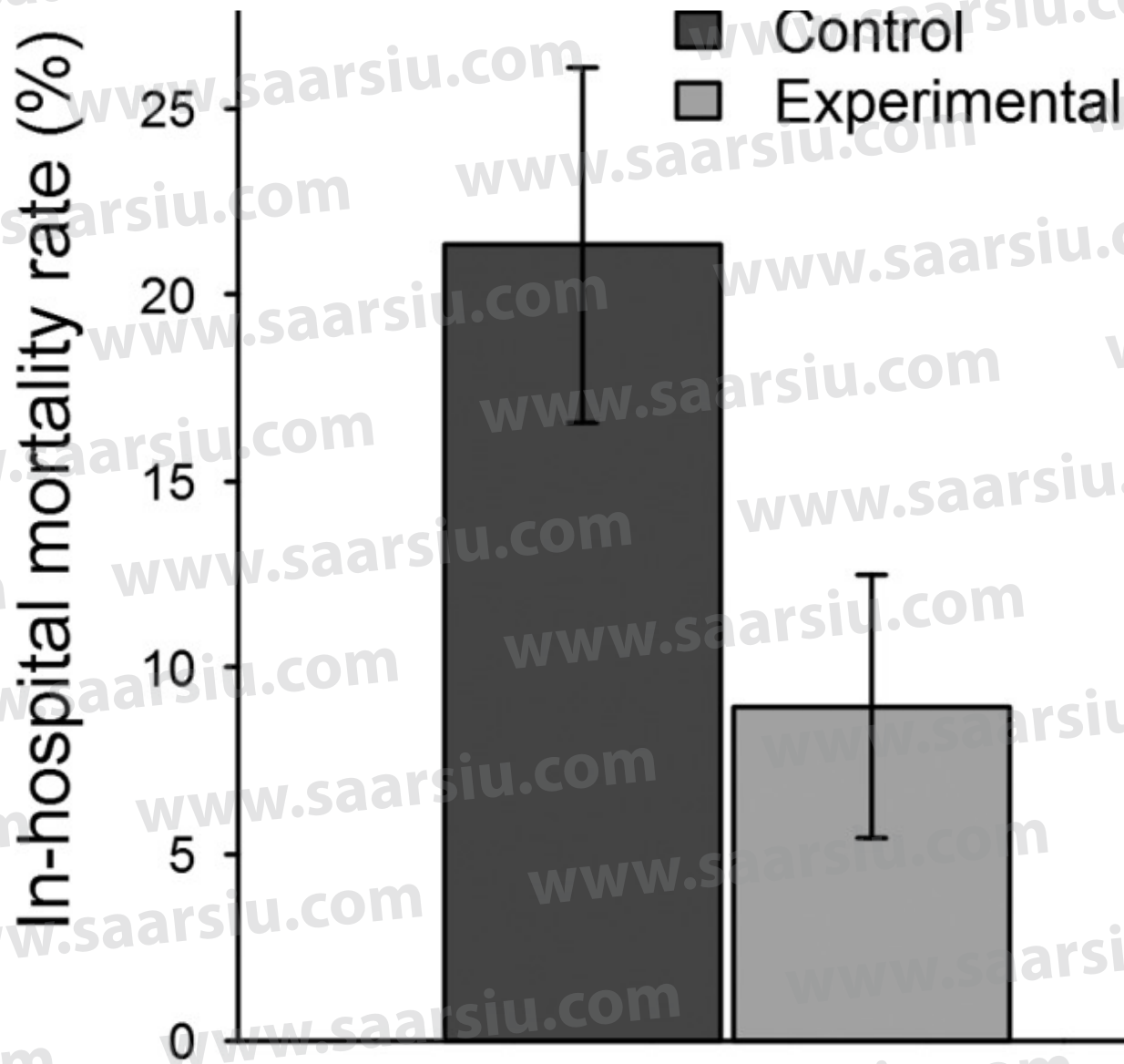
[<< Précédent](#) [Figure 3](#) [Suivant >>](#)

figure 3



Courbes caractéristiques de fonctionnement du récepteur pour *InSight* par rapport aux méthodes concurrentes au moment du début. MEWS: Score d'alerte précoce modifié; SOFA: évaluation séquentielle (liée à la septicémie) de la défaillance d'un organe; qSOFA: SOFA rapide; SAPS II: score de physiologie aigüe simplifié II; SIRS: syndrome de réponse

figure 3



[Ouvrir dans une fenêtre séparée](#)

Réduction du taux de mortalité à l'hôpital lors de l'utilisation de l'algorithme d'apprentissage automatique. Les barres d'erreur représentent une erreur standard au-dessus et en dessous du taux de mortalité hospitalier moyen.



Anesthesiology

Numéro : Volume 132(2), February 2020, p 379-394

- **Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations**

- Hashimoto, Daniel A. M.D., M.S.; Witkowski, Elan M.D., M.P.H.; Gao, Lei M.D.; Meireles, Ozanan M.D.; Rosman, Guy Ph.D.

six thèmes d'applications de l'intelligence artificielle en anesthésiologie:

1. la surveillance de la profondeur de l'anesthésie
2. le contrôle de l'anesthésie
3. la prévision des événements et des risques
4. Guidage échographique
5. gestion de la douleur
6. logistique de la salle d'opération



DIAPOSITIVE: système d'identification automatique du niveau de la colonne vertébrale utilisant un réseau de neurones à convolution profonde

Conclusion

Un système d'apprentissage automatique est présenté qui identifie avec succès les niveaux vertébraux lombaires. La petite étude sur des sujets humains a démontré des performances en temps réel. Un affichage en réalité augmentée basé sur la projection a été utilisé pour montrer le niveau vertébral directement sur le sujet adjacent au site de ponction.



Anesthesiology

Numéro : Volume 132(2), February 2020, p 379-394

- **Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations**

- Hashimoto, Daniel A. M.D., M.S.; Witkowski, Elan M.D., M.P.H.; Gao, Lei M.D.; Meireles, Ozanan M.D.; Rosman, Guy Ph.D.

six thèmes d'applications de l'intelligence artificielle en anesthésiologie:

1. la surveillance de la profondeur de l'anesthésie
2. le contrôle de l'anesthésie
3. la prévision des événements et des risques
4. guidage échographie
5. gestion de la douleur
6. logistique de la salle d'opération



[Journal of Clinical Monitoring and Computing](#)

December 2013, Volume 27, [Issue 6](#), pp 659–668 | [Cite as](#)

Monitoring the nociception level: a multi-parameter approach

[Ben-Israel N](#)¹, [Kliger M](#), [Zuckerman G](#), [Katz Y](#), [Edry R](#).

- fréquence cardiaque
- la variabilité de la fréquence cardiaque (puissance de la bande 0,15-0,4 Hz),
- l'amplitude des ondes du pléthysmographe
- le niveau de conductance cutanée
- le nombre de fluctuations de conductance cutanée



[International Workshop on Soft Computing Models in Industrial and Environmental Applications](#)

[International Conference on European Transnational Education](#)

[Computational Intelligence in Security for Information Systems Conference](#)

SOCO 2017, ICEUTE 2017, CISIS 2017: [International Joint Conference SOCO'17-CISIS'17-ICEUTE'17 León, Spain, September 6-8, 2017, Proceedings](#) pp 461-470 | [Cite as](#)

A Machine Learning Based System for Analgesic Drug Delivery

- Un système basé sur l'apprentissage automatique pour l'administration de médicaments analgésiques
- un système intelligent qui prend des décisions sur la perfusion de médicament en fonction de l'évolution de moniteur d'analgésie, le signal d'Analgesia Nociception Index (ANI)



Anesthesiology

Numéro : Volume 132(2), February 2020, p 379-394

- **Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations**

- Hashimoto, Daniel A. M.D., M.S.; Witkowski, Elan M.D., M.P.H.; Gao, Lei M.D.; Meireles, Ozanan M.D.; Rosman, Guy Ph.D.

six thèmes d'applications de l'intelligence artificielle en anesthésiologie:

1. la surveillance de la profondeur de l'anesthésie
2. le contrôle de l'anesthésie
3. la prévision des événements et des risques
4. guidage échographie
5. gestion de la douleur
6. logistique de la salle d'opération



International Journal of Production Economics

Supports open access

Articles in press

Latest issue

Article collections

All issues

Utilisation d'un processus KDD pour prévoir la durée de la chirurgie

Using a KDD process to forecast the duration of surgery
Author links open overlay

panel [C.Combes^a](#) [N.Meskens^b](#) [C.Rivat^c](#) [J.-P.Vandamme^b](#)

- un réseau neuronal pour **prédire la durée d'une opération** en fonction de l'équipe , type d'opération
- antécédents médicaux pertinents d'un patient
- l'expérience du chirurgien
- l'expérience du personnel
- le type l'anesthésie et l'expérience de l'anesthésiste
- les facteurs liés aux patients et les comorbidités

• TADAA: Towards Automated Detection of Anaesthetic Activity (TADAA: Vers une détection automatisée de l'activité anesthésique)

- B. R. Houliston; D. T. Parry; A. F. Merry.

AURA Laboratory, School of Computing & Mathematical Sciences, Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand;
Department of Anaesthesiology, Faculty of Medicine, University of Auckland, Auckland, New Zealand

- CONTEXTE L'analyse des tâches est une méthode de recherche précieuse pour mieux **comprendre l'activité des anesthésistes en salle d'opération**. Il peut également aider à identifier les chemins d'erreur potentiels vers des événements indésirables, améliorant finalement la sécurité



Fig. 1 The Anaesthetic Triangle, bounded by (1) the drug trolley, (2) the anaesthetic machine, and (3) the patient



Virtual Medicine: Telemedicine for the Anesthesiologist.

Nathan, Naveen

Anesthesia & Analgesia. 130(2):271, February 2020.

DOI : 10.1213/ANE.0000000000004598

Figure. No caption available.

CONCLUSION

- les anesthésistes doivent développer les connaissances et la formation pour faire confiance aux modèles d'intelligence artificielle
- Les anesthésistes devraient continuer à travailler en partenariat avec des scientifiques et des ingénieurs pour fournir leur précieux aperçu clinique du développement de l'intelligence artificielle afin de garantir que la technologie sera cliniquement applicable