

Ecole doctorale Environnements-Santé
Dossier de projet de thèse « Contrat doctoral Etablissements »
ANNEE 2024

TITRE DU PROJET : Évaluation automatisée de la qualité de l'analgésie et de la profondeur de la sédation du patient de réanimation assistée par une intelligence artificielle

1) Renseignements administratifs sur la direction de thèse (1 page maximum) :

Directeur de thèse HDR :

Nom : BESCH

Prénom : Guillaume

Co-directeur de thèse éventuel :

Nom : HAJJAM EL HASSANI

Prénom : Amir

2) Descriptif du projet de thèse (devra inclure les rubriques suivantes) :

Mots clés : Intelligence Artificielle, Apprentissage par renforcement, Aide à la décision, Automatisation sédation, Modélisation, Ingénierie de la connaissance

Nom et label de l'unité de recherche :

Laboratoire SINERGIES – Université de Franche-Comté – Directeur : Professeur Frédéric Auber

Localisation :

Laboratoire SINERGIES – Université de Franche-Comté – UFR Santé, Université de Franche Comté, Besançon
Département d'Anesthésie Réanimation Chirurgicale, Centre Hospitalier Universitaire de Besançon, Besançon

Nom du directeur de thèse :

Professeur Guillaume BESCH, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Nom du co-directeur thèse :

Docteur Amir HAJJAM EL HASSANI, Maître de conférences-HDR

Adresse courriel du contact scientifique : gbesch@chu-besancon.fr

Préciser le domaine de compétence dans la liste ci-dessous :

Informatique, électronique

Santé, médecine humaine, vétérinaire

Connaissances et compétences requises : le candidat ou la candidate retenue doit avoir des connaissances solides en intelligence artificielle et maîtriser les algorithmes d'apprentissage,

la programmation orientée objet, et particulièrement Java. Des aptitudes au travail en équipe, à la prise d'initiative et au travail en autonomie sont nécessaires.

Résumé en français : (limité chacun à 1800 caractères)

L'analgésie et la sédation font partie de la prise en charge quotidienne des patients de réanimation. Une sédation et une analgésie excessives ou insuffisantes sont susceptibles d'augmenter la morbidité et la mortalité de cette population. La variabilité inter- et intra-individuelle des besoins en sédation et en analgésie nécessite une adaptation individualisée pluriquotidienne des doses des médicaments administrés, basée sur l'évaluation horaire effectuée par les équipes infirmières, souvent incompatible avec les autres priorités de soins. Ainsi, sédation et analgésie sont inadéquates pendant plus de 30 à 50% du séjour en réanimation.

L'objectif du travail de thèse est de développer le 1^{er} système d'évaluation continue et autonome de la qualité de l'analgésie et de la profondeur de la sédation, assisté par une intelligence artificielle.

La modélisation et l'exploitation par des algorithmes d'apprentissage de l'enregistrement de l'électromyogramme des muscles de la face et des membres, et des données issues du respirateur et du scope de surveillance (électrocardioscope, pression artérielle) doivent permettre de reproduire l'hétéroévaluation effectuée par les infirmiers à partir de l'analyse de l'expression du visage, des mouvements des membres et de la tolérance de l'assistance respiratoire.

Le travail de thèse consistera à la mise au point d'algorithmes d'intelligence artificielle, et notamment d'apprentissage par renforcement, permettant une modélisation adaptée. Le projet s'intègre dans le cadre de la collaboration initiée en 2019 avec le Docteur Amir HAJJAM EL HASSANI dont l'objet est la médecine prédictive et personnalisée pour l'automatisation de la sédation.

Les bénéfices attendus sont : 1) d'assurer une gestion personnalisée de la sédation et de l'analgésie ; 2) d'alléger la charge en soins infirmiers ; 3) d'améliorer le pronostic des patients de réanimation par une amélioration de la gestion de l'analgésie et de la sédation.

Résumé en anglais:

Intravenous sedation and analgesia are common practices in critically ill patients admitted to the intensive care unit (ICU). An inappropriate level of sedation or analgesia (either excessive or insufficient) is associated with increased morbidity and mortality in this population. The wide intra- and inter-individual variability of the sedative and analgesic dose delivered requires external evaluation of sedation level and pain relief at least every hour by a nurse. This evaluation is often inconsistent with the other care required by the patient's condition. Thus, the level of sedation and analgesia appears to be inadequate for 30 to 50% of the ICU stay.

The aim of this doctoral thesis is to develop a novel device that enables automatic and continuous assessment of the level of sedation and analgesia by replicating nurse hetero-evaluation.

Hetero-evaluation performed by the nurses analyzes facial expression, upper limb movements and compliance with ventilation. Thus, the primary objective of this doctoral thesis will be to develop learning algorithms based on artificial intelligence that model data that will be continuously collected from the electromyographic activity of the muscles of the

face and upper limbs, from the ventilator and from the monitor currently used at the ICU bedside. This doctoral thesis is a part of an active and ongoing collaboration with Doctor Amir HAJJAM EL HASSANI, started in 2019, and investigating predictive and personalized medicine in ICU patients, including the automation of sedation in ICU patients.

The perspectives of the doctoral thesis are: 1) to enable individualized management of sedation and analgesia in ICU patients; 2) to decrease nurse workload related to sedation and analgesia management; 3) to improve the prognosis of ICU patients by optimizing management of sedation and analgesia.

Financement du projet – partie Recherche :

La partie recherche est actuellement financée par la Région BFC dans le cadre du projet Envergure ALISON (181893€ ayant permis, notamment, l'achat des capteurs de mesure de l'activité électromyographique des muscles du visage et des membres, et du matériel informatique nécessaire au projet).

Titre de la thèse

Évaluation automatisée de la qualité de l'analgésie et de la profondeur de la sédation du patient de réanimation assistée par une intelligence artificielle.

Laboratoires d'accueil :

Laboratoire SINERGIES – Université de Franche-Comté

Directeur : Professeur Frédéric Auber

Mots-clefs :

Automatisation de la sédation, Modélisation, Ingénierie de la connaissance, Intelligence Artificielle, Apprentissage par renforcement, Aide à la décision

Descriptif détaillé de la thèse

Contexte

Principe et objectifs

L'analgésie et la sédation font partie de la prise en charge quotidienne de la quasi-totalité des patients admis dans un service de réanimation.

La sédation caractérise l'ensemble des moyens mis en œuvre pour assurer le confort et la sécurité des patients. Elle inclue deux composantes : l'analgésie qui consiste à lutter contre la douleur, et la narcose ou hypnose qui vise à provoquer un coma communément qualifié « d'artificiel ». Les moyens pharmacologiques à disposition associent classiquement un hypnotique et un morphinique.

Que ce soit par excès ou par défaut, une sédation analgésie inadaptée est responsable d'une augmentation de la morbidité et de la mortalité des patients en réanimation.

Une analgésie insuffisante est source de douleur intense dont la conséquence immédiate est de générer un état d'agitation. Cet état d'agitation est à l'origine d'une non-compliance aux soins et peut être à l'origine d'ablation de perfusions, cathéters, ou d'extubation accidentelle (1)(2). Cette dernière est responsable d'une morbidité et d'une mortalité propres importantes en réanimation (3)(4) et concernent 2 à 6% des patients.

Plusieurs études avant/après ont suggéré que la mise en place de protocoles de gestion de la sédation et de l'analgésie dans les services de réanimation pourrait permettre d'optimiser l'administration des analgésiques et des hypnotiques aux besoins réels du patient, et ainsi d'améliorer leur pronostic. Il a été observé une réduction de 30 à 50 % des posologies journalières en hypnotiques, une diminution de la durée de ventilation mécanique, de l'incidence des pneumopathies, de la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital (5)(6)(7).

Recommandations

Les dernières recommandations sur la sédation et l'analgésie en réanimation, publiées dans Critical Care Medicine en 2018, réaffirment l'importance de la prise en charge de la douleur et de l'agitation en réanimation. Il est actuellement recommandé une adaptation pluriquotidienne des posologies de l'agent morphinique et de l'agent hypnotique utilisés. L'objectif est d'adapter l'administration antalgique et sédative aux besoins réels du patient.

Travaux envisagés

Plusieurs études avant/après ont démontré que la mise en place de protocoles de gestion de la sédation et de l'analgésie dans les services de réanimation a permis d'optimiser l'administration des analgésiques et des hypnotiques aux besoins réels du patient, et ainsi d'améliorer leur pronostic. Il a été observé une réduction de 30 à 50 % des posologies journalières en hypnotiques, une diminution de la durée de ventilation mécanique, de l'incidence des pneumopathies, de la durée de séjour en réanimation et à l'hôpital.

Problématique

Actuellement, l'évaluation de la douleur et de la profondeur de la sédation sont réalisées toutes les heures. Cette prise en charge nécessite une implication majeure de l'équipe paramédicale, source d'un investissement en temps très important au détriment des autres éléments de la prise en charge des patients en réanimation.

De plus, l'évaluation reste ponctuelle, cela implique des adaptations thérapeutiques discontinues qui peuvent conduire à des retards de prise en charge.

Malgré l'utilisation d'échelle d'hétéro évaluation validée, l'appréciation du comportement douloureux par le soignant reste subjective.

Ces limitations impliquent le besoin de développer un outil de supervision objective en temps réel de la gestion optimisée de la sédation et de l'analgésie.

Objectifs

L'objectif du travail de thèse est de développer et d'évaluer la validité d'un dispositif médical autonome de supervision en temps réel de la gestion de la sédation et de l'analgésie, chez les patients intubés en réanimation, basé sur l'intelligence artificielle combinée à l'intelligence collective.

Le dispositif exploitera les paramètres physiologiques du patient issus du respirateur, du moniteur de surveillance multiparamétrique ainsi que l'analyse de l'activité musculaire faciale et des membres par EMG. Le développement d'un tel outil offre la perspective :

- de mettre en œuvre un système de suivi en temps réel de la profondeur de la sédation (RASS) et de la qualité de l'analgésie (BPS) des patients avec des remontées d'alertes afin :
 - de personnaliser et d'optimiser la sédation et l'analgésie.
 - d'alléger la charge en soins pour le personnel paramédical.
 - de limiter les évaluations réalisées par le personnel soignant.
- de combiner l'IA et l'intelligence collective pour améliorer l'optimisation et la personnalisation de la sédation et de l'analgésie en réanimation.
- de créer le premier dispositif médical de gestion personnalisée et automatisée de la sédation et de l'analgésie en réanimation.

Le travail de thèse sera basé sur le moteur de la plateforme E-Care développé par l'UTBM dans le cadre du premier projet PIA [8-11] et largement déployé aujourd'hui, notamment à travers la plateforme MyPredi. C'est un moteur générique avec la capacité de prendre en compte toutes sortes de capteurs et d'intégrer à la volée de nouvelles connaissances pour raisonner afin de détecter de manière précoce toute situation anormale.

Ce moteur est opérationnel et interopérable, il nous permettra de nous focaliser sur la modélisation des connaissances et les algorithmes d'intelligence artificielle afin de mettre en œuvre un outil de supervision objective en temps réel de la gestion optimisée de la sédation et de l'analgésie.

Références bibliographiques liées au sujet

1. Jaber S, Chanques G, Altairac C, Sebbane M, Vergne C, Perrigault P-F, et al. A prospective study of agitation in a medical-surgical ICU: incidence, risk factors, and outcomes. *Chest*. 2005 Oct;128(4):2749-57.
2. Woods JC, Mion LC, Connor JT, Viray F, Jahan L, Huber C, et al. Severe agitation among ventilated medical intensive care unit patients: frequency, characteristics, and outcomes. *Intensive Care Med*. 2004 Jun;30(6):1066-72.
3. Chevron V, Ménard JF, Richard JC, Girault C, Leroy J, Bonmarchand G. Unplanned extubation: risk factors of development and predictive criteria for reintubation. *Crit Care Med*. 1998 Jun;26(6):1049-53.
4. De Lassence A, Alberti C, Azoulay E, Le Miere E, Cheval C, Vincent F, et al. Impact of unplanned extubation and reintubation after weaning on nosocomial pneumonia risk in the intensive care unit: a prospective multicenter study. *Anesthesiology*. 2002 Jul;97(1):148-56.
5. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Fangio P, Lacherade J-C, Jabot J, Appéré-De-Vecchi C, et al. Sedation algorithm in critically ill patients without acute brain injury. *Crit Care Med*. 2005 Jan;33(1):120-7.
6. Payen J-F, Bosson J-L, Chanques G, Mantz J, Labarere J, DOLOREA Investigators. Pain assessment is associated with decreased duration of mechanical ventilation in the intensive care unit: a post Hoc analysis of the DOLOREA study. *Anesthesiology*. 2009 Dec;111(6):1308-16.
7. Quenot J-P, Ladoire S, Devoucoux F, Doise J-M, Cailliod R, Cunin N, et al. Effect of a nurse-implemented sedation protocol on the incidence of ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med*. 2007 Sep;35(9):2031-6.
8. A. Hajjam El Hassani "Enhancing eHealth Information Systems for chronic diseases remote monitoring systems", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, ISSN 2158-107X, Volume 3, Issue 8, 2012
9. A. Hajjam El Hassani "E-care : Vers une interopérabilité des ontologies pour le monitoring des maladies chroniques", *GDR STIC-Santé, Université d'été de la e- Santé*, 2012, Castres
10. E. Andres, S. Talha, M. Hajjam, J. Hajjam, S. Erve, A. Hajjam El Hassani "E-care Project: A Promising E-Platform for Optimizing Management of Chronic Heart Failure and Other Chronic Diseases." *In Heart Research Open Journal*, vol. 2(1), pp. 39-45, Openvention Publisher ISSN: 2377- 164X. 2015.
11. E. Andrès, S. Talha, M. Hajjam, A. A. Zulfiqar, J. Hajjam, S. Ervé, A. Hajjam El Hassani "Télémédecine dans le domaine de l'insuffisance cardiaque - État des lieux et focus sur les projets E-care et PRADO INCADO", *Les Tribunes de la santé, SÈVE, n°60 : Santé Digitale*, Editeur groupe Global Media Santé, 2019.