


Prévention à court terme de la mort subite d'origine cardiaque

L'intelligence artificielle appliquée à l'électrocardiogramme ambulateur

Laurent Fiorina¹, Eloi Marijon² 

¹ Institut cardiovasculaire Paris Sud, Hôpital privé Jacques Cartier, Massy, France.

² Université Paris Cité, Inserm U970, service de cardiologie, Hôpital européen Georges-Pompidou, Assistance publique-Hôpitaux de Paris, Paris, France. eloi_marijon@yahoo.fr

► La prévention de la mort subite de cause cardiaque demeure, chez l'adulte, un défi majeur de santé publique [1]. Cette difficulté s'explique par la relative rareté des évènements, leur caractère souvent révélateur de la cardiopathie sous-jacente, mais aussi par les limites des outils actuels de stratification du risque. En pratique médicale, la prévention repose encore largement sur l'identification de patients à risque à moyen ou long terme, principalement fondée sur l'altération de la fonction systolique ventriculaire gauche, et sur la mise en place d'un défibrillateur automatique implantable. Ce dispositif est efficace, mais il s'accompagne néanmoins de complications cumulatives dépendantes du temps, ce qui constitue une limitation importante pour un dispositif destiné à être maintenu tout au long de la vie.

L'observation selon laquelle près de la moitié des patients victimes d'un arrêt cardiaque rapportent des symptômes annonciateurs dans les heures ou les jours précédant l'évènement a récemment ouvert la voie à un changement de paradigme, au profit d'une prévention à court terme, ciblant une fenêtre temporelle immédiate précédant le trouble du rythme fatal [2, 3]. Une première étape a consisté à évaluer la capacité à stratifier le risque très précoce chez des patients présentant un infarctus du myocarde (principale cause de mort subite de cause cardiaque chez l'adulte) à partir de critères cliniques simples, accessibles dès le premier contact téléphonique [4, 5]. Les résultats

encourageants de ces travaux ont conduit à formuler une hypothèse plus ambitieuse : serait-il possible, à partir d'un simple signal électrique cardiaque, d'identifier, dans la population générale, les individus susceptibles de développer, dans les minutes, heures ou jours suivants, une arythmie ventriculaire grave ?

C'est à cette question que répond une étude dont les résultats ont été récemment publiés [6]. Les auteurs proposent un modèle d'intelligence artificielle capable de prédire, à partir d'un électrocardiogramme (ECG) ambulateur de 24 heures, la survenue imminente d'un trouble du rythme ventriculaire soutenu. L'étude repose sur une vaste cohorte internationale de plus de 247 000 enregistrements Holter¹ durant 14 jours, collectés dans six pays, incluant 1104 épisodes de tachycardie ventriculaire. En utilisant exclusivement la première journée d'enregistrement comme entrée dans un « réseau de neurones profond », le modèle parvient à prédire les évènements survenant au cours des 13 jours suivants avec une performance élevée (aire sous la courbe ROC² : 0,95 en validation interne et 0,94 en validation externe). Pour une spécificité fixée à 97 %, la sensibilité atteint 70,6 %, avec

des performances encore meilleures pour les épisodes les plus sévères, notamment les tachycardies ventriculaires rapides ou évoluant vers une fibrillation ventriculaire.

Le modèle développé intègre plusieurs niveaux d'information : données démographiques, caractéristiques quantitatives du rythme cardiaque (charge en extrasystoles ventriculaires, variabilité de la fréquence cardiaque), représentation dynamique de la densité de fréquence cardiaque sur 24 heures, ainsi que le signal ECG brut. L'un des apports notables de cette approche réside dans l'utilisation de méthodes d'interprétabilité, permettant d'identifier, dans l'enregistrement ECG, des éléments physiopathologiques plausibles associés au risque rythmique, tels que la fragmentation de l'onde QRS ou l'apparition d'une dépolarisation ventriculaire précoce. Bien que ces observations restent de nature exploratoire, elles indiquent que l'intelligence artificielle pourrait contribuer non seulement à la prédiction des évènements, mais aussi à une meilleure compréhension des mécanismes menant aux arythmies ventriculaires.

L'éditorial accompagnant cette publication salue l'avancée conceptuelle majeure tout en appelant à une prudence nécessaire [7]. La transposition clinique de tels outils prédictifs soulève en effet des questions complexes, tant sur le plan organisationnel qu'éthique : fréquence et modalités des alertes, organisation de la réponse médicale,

¹ Dispositif portable permettant l'enregistrement en continu de l'électrocardiogramme pendant au moins 24 heures.

² La courbe ROC (*receiver operating characteristic*) est une représentation graphique de la relation entre la sensibilité et la spécificité d'un test, calculée pour toutes les valeurs seuils possibles. Elle permet de déterminer et de comparer les performances diagnostiques de plusieurs tests à l'aide des aires sous la courbe.

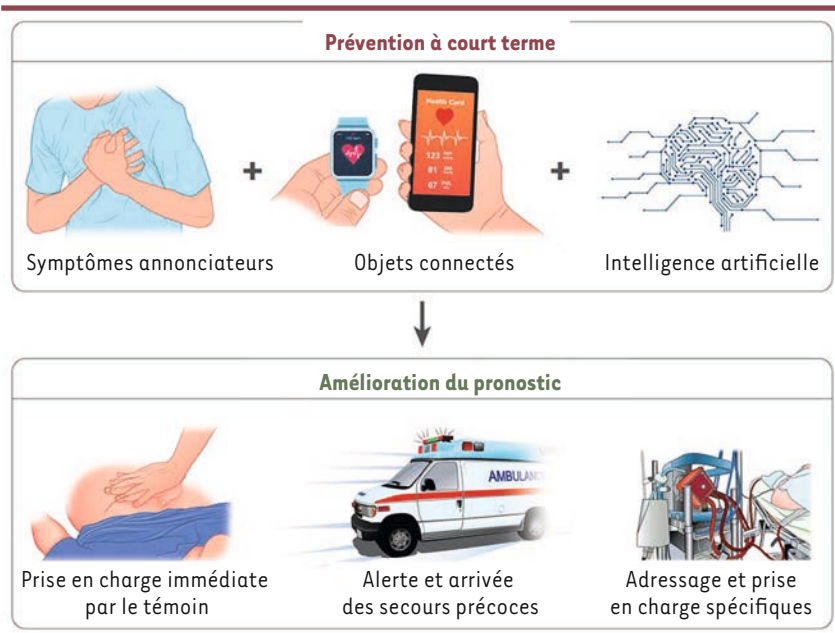


Figure 1. Vers une prévention à court terme de la mort subite de cause cardiaque. L'association des symptômes annonciateurs, des dispositifs connectés et de l'intelligence artificielle ouvre la voie à une prévention à court terme susceptible de réduire, dans un avenir proche, le fardeau de la mort subite de cause cardiaque. Une telle approche pourrait améliorer la capacité de prédiction des événements indésirables, raccourcir les délais de réanimation et d'accès au premier contact médical, et favoriser une orientation plus rapide et mieux adaptée des patients vers le niveau d'expertise de soins requis.

risque d'anxiété anticipatoire chez les patients, et évaluation du rapport coût-efficacité. Par ailleurs, malgré des performances globales élevées, la valeur prédictive positive (*i.e.*, la probabilité que l'évènement survienne après sa prédiction par le modèle) demeure modeste, inférieure à 15 %, reflet de la rareté des évènements ciblés et source potentielle de faux positifs. L'intégration de ce type d'outil dans la pratique médicale nécessitera donc

des essais pragmatiques en conditions réelles. Certains groupes d'individus, comme ceux porteurs de défibrillateurs implantables, pourraient constituer un terrain d'application privilégié, avec l'objectif de réduire les thérapies inappropriées et d'optimiser la prise en charge rythmologique. À plus long terme, l'essor des dispositifs connectés, notamment les montres « intelligentes » capables d'enregistrer un ECG, ouvre la perspective d'une surveillance person-

nalisee et proactive du risque rythmique (Figure 1). Si de nombreuses étapes restent à franchir avant une adoption large, cette approche illustre néanmoins une évolution majeure : le passage progressif d'une prévention statique et à long terme vers une prévention dynamique, ciblée et potentiellement plus efficace, de la mort subite d'origine cardiaque. ♦

Near-term prevention of sudden cardiac death: Artificial intelligence applied to ambulatory ECGs

CONFLITS D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêt.

RÉFÉRENCES

1. Marijon E, Narayanan K, Smith K, et al. The Lancet Commission to reduce the global burden of sudden cardiac death: a call for multidisciplinary action. *Lancet* 2023 ; 402 : 883-936.
2. Marijon E, Uy-Évanado A, Dumas F, et al. Warning symptoms are associated with survival from sudden cardiac arrest. *Ann Intern Med* 2016 ; 164 : 23-9.
3. Marijon E, Garcia R, Narayanan K, et al. Fighting against sudden cardiac death: need for a paradigm shift- Adding near-term prevention and pre-emptive action to long-term prevention. *Eur Heart J* 2022 ; 43 : 1457-64.
4. Karam N, Bataille S, Marijon E, et al. Identifying patients at risk for prehospital sudden cardiac arrest at the early phase of myocardial infarction: The e-MUST study (Évaluation en Médecine d'Urgence des Stratégies Thérapeutiques des infarctus du myocarde). *Circulation* 2016 ; 134 : 2074-83.
5. Narayanan K, Garcia R, Marijon E. Understanding ventricular fibrillation in ST-elevation myocardial infarction: Time to move beyond associations. *Heart Rhythm* 2025 : S1547-5271(25)02740-7.
6. Fiorina L, Carbonati T, Narayanan K, et al. Near-term prediction of sustained ventricular arrhythmias applying artificial intelligence to single-lead ambulatory electrocardiogram. *Eur Heart J* 2025 ; 46 : 1998-2008.
7. Siontis KC, Friedman PA. Predicting imminent ventricular arrhythmias from ambulatory ECG signals: far-reaching or too far to reach? *Eur Heart J* 2025 ; 46 : 2009-11.



Tarifs d'abonnement m/s - 2026
**Abonnez-vous
à médecine/sciences**

> Grâce à m/s, vivez en direct les progrès
des sciences biologiques et médicales

Abonnez-vous sur
www.medecinesciences.org

