

Indications et heure de la coronarographie après un arrêt cardiaque extrahospitalier sans cause extracardiaque évidente

Indications and Timing of Coronary Angiography in Survivors of an Out-of-Hospital Cardiac Arrest

C. Spaulding

Reçu le 29 août 2018 ; accepté le 31 octobre 2018
© SRLF et Lavoisier SAS 2018

Résumé Les lésions coronaires instables sont la première cause des arrêts cardiaques extrahospitaliers. L'angioplastie coronaire semble améliorer la survie de ces patients. En l'absence de données randomisées, les recommandations actuelles sont fondées sur des données de registre. Une coronarographie immédiate, dès l'admission du patient, est recommandée s'il existe un sus-décalage du segment ST sur l'électrocardiogramme réalisé après retour d'une activité circulatoire spontanée. Dans les autres cas, il est conseillé de rechercher en premier une cause extracardiaque, notamment par la réalisation d'un scanner cérébral et thoracique. Si aucune cause extracardiaque n'a été retrouvée, la coronarographie doit être réalisée rapidement, moins de deux heures après l'admission. Si une lésion coronaire responsable de l'arrêt peut être identifiée, une angioplastie est réalisée au mieux par voie radiale et en utilisant des endoprothèses actives. Une nouvelle coronarographie à distance peut être indiquée chez les survivants pour réaliser une revascularisation complémentaire ou pour rechercher un spasme coronaire chez les patients dont la première coronarographie était normale.

Mots clés Arrêt cardiaque · Mort subite · Coronarographie · Angioplastie coronaire

Abstract Unstable coronary artery lesions are the main cause of out-of-hospital cardiac arrest. Primary percutaneous coronary intervention seems to improve prognosis. In the absence of randomized trials, current guidelines are based on registry data. An immediate coronary angiogram should

be done at hospital admission for survivors of out-of-hospital cardiac arrest if an electrocardiogram performed after return of spontaneous circulation shows ST segment elevation. In the other cases, it is recommended to search for a non-cardiac cause of arrest by performing a cerebral and thoracic CT scan. If a non-cardiac cause is not the cause of arrest, a coronary angiogram should be performed emergently, less than two hours after hospital admission. If a culprit lesion is found, primary percutaneous coronary intervention should be performed at best using a radial approach and drug eluting stents. In survivors, a deferred coronary angiogram may be indicated to treat non-culprit lesions or to perform a provocative test for coronary spasm in patients with a normal coronary angiogram at the first procedure.

Keywords Cardiac arrest · Sudden cardiac death · Percutaneous coronary intervention

Introduction

La mort subite, ou arrêt cardiaque extrahospitalier (ACEH), est un problème de santé publique dont l'incidence est de 1/1 000 dans la population générale. Le pronostic reste effroyable, avec une mortalité de plus de 95 %.

En 1997, une étude française a suggéré l'intérêt de réaliser une coronarographie précoce chez les survivants d'un ACEH sans cause extracardiaque évidente [1]. Depuis, de nombreux registres ont validé ces résultats, et le cardiologue interventionnel a désormais un rôle majeur dans la prise en charge hospitalière des survivants d'un ACEH. Dans cette revue, nous analyserons la fréquence et les types de lésions coronaires rencontrés dans ce contexte, avant de conclure sur les indications et l'heure de la coronarographie.

C. Spaulding (✉)

Inserm U 970, département de cardiologie,
hôpital européen Georges-Pompidou,
centre expert de la mort subite,
Assistance publique-Hôpitaux de Paris,
université Paris-Descartes, 20, rue Leblanc,
F-75015 Paris, France
e-mail : christian.spaulding@aphp.fr

Quelle est la fréquence des lésions coronaires chez les survivants d'un ACEH ?

Si l'on cherche à déterminer la pertinence et l'urgence de la coronarographie dans la prise en charge de l'ACEH, il faut avant tout connaître la fréquence de la coronaropathie dans la mort subite extrahospitalière. Or, jusqu'en 1997, la fréquence des lésions coronaires responsables d'un arrêt cardiaque était mal connue. Pour répondre à cette question, une étude prospective a été réalisée de façon conjointe par le Samu de Paris et les services de cardiologie et de réanimation médicale du CHU Cochin [1]. Entre septembre 1994 et août 1996, 1 762 appels pour « mort subite » ont été reçus au Samu de Paris. Une réanimation n'a pas été entreprise en raison d'un délai trop important entre l'arrêt et l'arrivée des premiers secours, ou d'une pathologie préexistante grave dans 910 cas. La réanimation a permis le retour d'une activité hémodynamique satisfaisante et un transport à l'hôpital de 186 patients. Cent un patients ont été exclus en raison d'une cause extracardiaque d'arrêt (traumatisme neurologique, respiratoire, etc.) ou d'un âge supérieur à 75 ans ; 85 patients ont donc été inclus dans l'étude (soit 4,8 % des patients).

Les patients étaient admis directement en salle de cathétérisme cardiaque pour coronarographie. La réanimation a été poursuivie de façon conjointe pendant la réalisation de la coronarographie par les équipes du Samu de Paris et de réanimation médicale de l'hôpital Cochin. Les patients étaient ensuite transférés en réanimation médicale.

Une occlusion coronaire récente fut trouvée chez 40 patients (48 %) ; une angioplastie de désocclusion fut tentée chez 37 et couronnée de succès chez 28 patients. Vingt patients présentaient des lésions coronaires significatives sans occlusion récente, et une lésion « instable » a été retrouvée chez 18 d'entre eux. Deux patients à coronaires normales présentaient un rétrécissement aortique serré. À la fin de la coronarographie, la cause de l'arrêt restait inconnue chez 22 patients, dont 15 avaient des coronaires normales et 7 des lésions non significatives.

Les données cliniques et paracliniques recueillies en réanimation ont permis de diagnostiquer la cause de l'arrêt chez 13 des 22 patients sans cause retrouvée lors de la coronarographie : spasme coronaire ($n = 4$) cardiomyopathie non obstructive dilatée ($n = 6$), hémorragie méningée ($n = 2$), pneumopathie à pneumocoque ($n = 1$). Un défibrillateur implantable fut posé chez deux patients à coronaires normales en raison du déclenchement de tachycardies ventriculaires polymorphes au cours d'explorations électrophysiologiques. Aucune cause n'a été retrouvée chez sept patients décédés en moyenne deux jours après l'arrêt. Trente-deux patients sur 84 (38 %) ont survécu à la phase hospitalière, dont 30 sans séquelles neurologiques majeures.

Cette étude a donc montré la fréquence élevée des lésions coronaires aiguës comme cause d'ACEH. Ces données furent confirmées par les mêmes équipes dans une étude à plus grande échelle, publiée en 2010 [2], 714 patients victimes d'un ACEH ayant repris une activité hémodynamique satisfaisante ont été inclus ; 279 présentaient une cause évidente extracardiaque d'arrêt. Une coronarographie immédiate, dès l'admission, a été réalisée chez 435 patients. Au moins une lésion coronaire significative a été retrouvée chez 304 patients (69 %).

« Des lésions coronaires présumées responsables de l'ACEH sont retrouvées dans environ deux tiers des coronarographies réalisées dès l'admission chez des survivants d'un ACEH. »

Peut-on prédire l'existence de lésions coronaires chez les survivants d'un ACEH en utilisant l'électrocardiogramme ?

Chez les patients conscients, l'occlusion d'une artère coronaire s'accompagne dans la majorité des cas par des modifications de l'électrocardiogramme (ECG) [sus- ou sous-décalage du segment ST]. Dans l'arrêt cardiaque, l'interprétation de l'ECG est plus difficile en raison d'anomalies de la repolarisation secondaire aux chocs électriques délivrés pour remettre les patients en rythme sinusal. En analysant les ECG des survivants d'un ACEH qui ont eu une coronarographie immédiate, Dumas et al. ont montré qu'un sus-décalage du segment ST était présent chez 31 % des survivants d'un ACEH, sans cause extracardiaque évidente, et était associé à la présence de lésions coronaires dans 96 % des cas [2]. Une angioplastie coronaire a été réalisée chez 74 % des patients. À l'inverse, chez les 69 % des patients qui ne présentaient pas de sus-décalage du segment ST, une lésion coronaire n'a été retrouvée que dans 58 % des cas, et une angioplastie coronaire a été pratiquée dans 26 % des cas. Une étude rétrospective réalisée par l'équipe de l'hôpital Lariboisière a retrouvé des résultats similaires : l'existence d'un sus- ou sous-décalage du segment ST ou d'un élargissement du QRS ou d'un bloc de branche gauche a une valeur prédictive négative de 100 % et une valeur prédictive positive de 52 % pour la présence de lésions coronaires [3]. À l'inverse, Kim et al. ont retrouvé chez 19,8 % des survivants d'un ACEH avec un sus-décalage du segment ST une hémorragie cérébro-méningée [4].

« Chez les survivants d'un ACEH sans cause extracardiaque évidente d'arrêt, un sus-décalage du segment ST sur l'ECG réalisé après le retour à une activité hémodynamique satisfaisante est le plus souvent associé à des lésions coronaires conduisant à une angioplastie coronaire. En l'absence de sus-décalage, la fréquence

des lésions coronaires est moins importante, et une angioplastie coronaire n'est réalisée que dans un quart des cas. »

Le dosage de la troponine peut-il aider à sélectionner les patients ?

Geri et al. ont étudié la valeur prédictive de la troponine ultrasensible T pour prédire l'existence de lésions coronaires chez les survivants d'un ACEH [5]. La troponine est élevée dans la majorité des cas, les valeurs prédictives négative et positive ne sont pas suffisamment fiables pour en faire un outil de décision thérapeutique pour réaliser une coronarographie en urgence.

« Le dosage de la troponine ne permet pas de sélectionner les survivants d'un ACEH pour une coronarographie. »

La réalisation d'une coronarographie suivie si nécessaire d'une angioplastie améliore-t-elle le pronostic des survivants d'un ACEH ?

Dans la série parisienne publiée en 1997 sur 84 patients [1] avec réalisation d'une coronarographie systématique chez les survivants d'un ACEH sans cause extracardiaque évidente, une angioplastie avait été réalisée en cas d'occlusion coronaire récente ou de lésion instable. Une analyse multivariée retrouvait une meilleure survie chez les patients ayant eu une angioplastie avec succès. Dumas et al. [2] retrouvent les mêmes résultats dans une série plus importante. Fait important, le bénéfice de l'angioplastie sur la mortalité apparaît avec ou sans présence d'un sus-décalage du segment ST sur l'ECG réalisé lors du retour à une activité hémodynamique satisfaisante. Le bénéfice de l'angioplastie coronaire chez les survivants d'un ACEH est maintenu à long terme [6,7].

Ces éléments plaident en faveur de la réalisation d'une coronarographie immédiate chez les survivants d'un ACEH sans cause extracardiaque de l'arrêt. Cependant, ces données sont fondées sur des registres. Des études randomisées sont en cours, comparant une attitude conservatrice (pas de réalisation de coronarographie, ou retardée en cas d'absence de sus-décalage du segment ST) à une attitude invasive avec réalisation d'une coronarographie immédiate [8–12].

Quand faut-il faire la coronarographie chez les survivants d'un ACEH ?

L'absence d'études randomisées rend difficile l'élaboration de recommandations sur l'heure de la coronarographie chez les survivants d'un ACEH. Un consensus a été élaboré par le groupe de cardiologie interventionnelle de la Société euro-

péenne de cardiologie [13]. Il se fonde sur les données existantes de registre et sur l'avis des experts.

Leurs propositions sont résumées dans la figure 1. De façon schématique :

- en cas de sus-décalage systématisé du segment ST sur un ECG réalisé après un retour en rythme sinusal, il est recommandé d'admettre directement le patient en salle de cathétérisme pour la réalisation d'une coronarographie immédiate. En effet, la probabilité de trouver une lésion coronaire responsable de l'arrêt est importante, et la coronarographie peut être suivie si nécessaire par une angioplastie ;
- en l'absence de sus-décalage du segment ST, la probabilité de retrouver une lésion coronaire présumée responsable de l'arrêt est moindre. Il est recommandé de rechercher rapidement (moins de deux heures) une cause extracardiaque à l'arrêt par la réalisation d'examen complémentaires, en particulier un scanner cérébral et thoracique. Si aucune cause extracardiaque n'est retrouvée, il est recommandé de réaliser une coronarographie rapidement, moins de deux heures après l'admission du patient ;
- bien qu'il soit difficile de prédire la récupération neurologique des survivants d'un ACEH, la décision de réaliser une coronarographie peut être modulée par la présence de facteurs prédictifs de décès ou de survie avec séquelles neurologiques importantes : âge avancé, absence de témoin de l'arrêt, délai important entre l'arrêt et le début d'une réanimation, asystolie.

« Chez les survivants d'un ACEH sans cause extracardiaque évidente d'arrêt, la coronarographie doit être réalisée dès l'admission du patient si un ECG réalisé après le retour d'une circulation spontanée montre un sus-décalage du segment ST. Dans les autres cas, il est recommandé de réaliser la coronarographie rapidement, dans les deux heures suivant l'admission du patient, après avoir éliminé une cause extracardiaque d'arrêt, au besoin par la réalisation d'un scanner cérébral et thoracique. La décision de réaliser une coronarographie peut être modulée par l'existence d'éléments pronostiques péjoratifs pour la survie sans séquelle neurologique. »

Quelles sont les modalités de l'angioplastie coronaire chez les survivants d'un ACEH ?

Les modalités de l'angioplastie coronaire chez les survivants d'un ACEH ont été résumées dans le consensus du groupe de cardiologie interventionnelle de la Société européenne de cardiologie [13]. En synthèse :

- la voie radiale doit être préférée, le plus souvent, le désilet est laissé en place pour la surveillance invasive de la

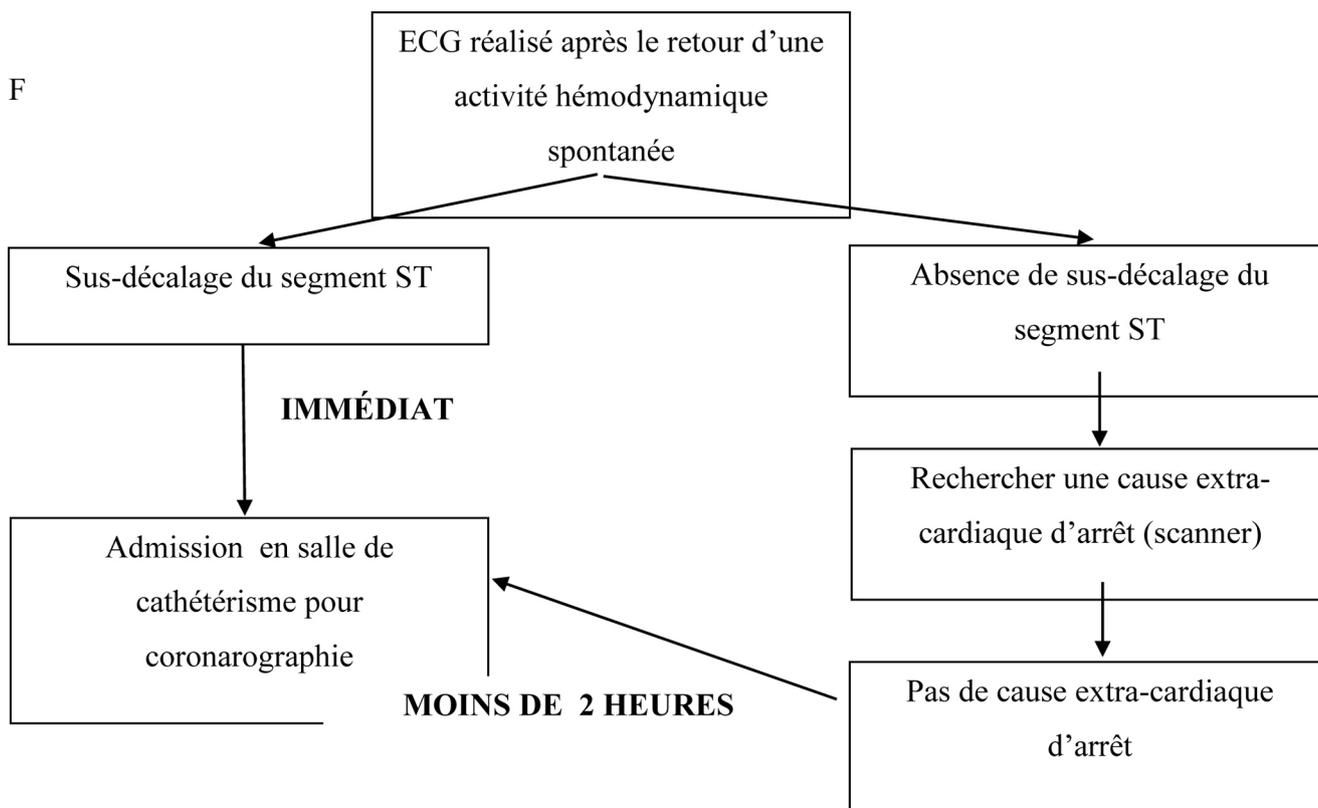


Fig. 1 Algorithme décisionnel pour la réalisation de la coronarographie chez les survivants d'un arrêt cardiaque extrahospitalier

pression artérielle. Cependant, la voie fémorale peut être préférée, notamment en cas de choc associé rendant la ponction radiale difficile et quand la coronarographie sera suivie de l'implantation d'une assistance circulatoire ;

- l'angioplastie coronaire doit être limitée en urgence à l'artère présumée coupable de l'arrêt cardiaque qui doit être clairement définie (artère occluse ou flux ralenti, présence de thrombus). Des études observationnelles ont en effet montré des taux de thrombose de stent élevés après une angioplastie réalisée en urgence chez les survivants d'un ACEH [14]. Ce phénomène peut s'expliquer par un syndrome inflammatoire important contemporain de l'arrêt, une résistance et une mauvaise absorption des antiagrégants plaquettaire. L'intervention doit donc être « minimaliste » en traitant rapidement la lésion responsable et en respectant les lésions chroniques ;
- comme dans toute angioplastie, un stent actif est implanté ;
- une anticoagulation perprocédure est réalisée avec de l'héparine non fractionnée à dose efficace ;
- de l'aspirine doit être administrée par voie intraveineuse avant la procédure. Une double antiagrégation plaquettaire est prescrite après implantation d'une endoprothèse. En absence de données et en raison des risques hémorragiques dans ce contexte, le clopidogrel peut être préféré au tica-

grelor ou au prasugrel. En raison du taux élevé de thrombose de stent, l'administration intraveineuse perprocédure d'inhibiteurs des récepteurs plaquettaire IIb-IIIa peut être discutée, en tenant compte des risques hémorragiques ;

- la procédure est réalisée en présence de l'équipe préhospitalière qui a pris en charge initialement le patient et par l'équipe d'anesthésistes ou de réanimateurs qui va assurer le suivi du patient. Ils assurent une réanimation optimale pendant la procédure : contrôle de la volémie et de la température, ventilation en évitant l'hyperoxie.

La prise en charge par le cardiologue interventionnel des survivants d'un arrêt cardiaque ne se résume pas à la procédure initiale : le dialogue est permanent entre réanimateurs et cardiologues. Si le patient survit, une revascularisation complémentaire peut être réalisée sur les lésions non responsables de l'arrêt. En cas de première coronarographie normale, une deuxième coronarographie doit être programmée à distance, avec réalisation d'un test au Methergin[®] pour rechercher un spasme coronaire qui est une cause souvent méconnue d'ACEH [15].

« La coronarographie est réalisée par voie radiale et permet de déterminer la lésion coronaire supposée responsable de l'ACEH. L'angioplastie est réalisée uniquement sur la lésion coupable en utilisant des stents

actifs sous couvert d'héparine et une double antiagrégation plaquettaire. À distance de l'épisode initial, une nouvelle procédure peut être nécessaire soit pour compléter la revascularisation, soit pour rechercher un spasme coronaire par un test au Methergin® chez les patients ayant une coronarographie initiale normale. »

Quelles sont la fréquence et les modalités de prise en charge du choc chez les survivants d'un ACEH ?

Un choc survient chez environ un tiers des survivants d'un ACEH [16,17]. Son étiologie est mixte, associant une vasodilatation liée à la libération de cytokines et une dysfonction cardiaque. Il peut être présent dès l'admission, mais survient le plus souvent environ 6 à 12 heures après l'admission.

Peu de données sont disponibles sur le traitement du choc chez les survivants d'un ACEH. Les décisions thérapeutiques sont d'autant plus complexes que le choc survient précocement, à un moment où il est difficile de prédire l'évolution neurologique. La mise en place d'une assistance mécanique (Impella ou ECMO [*extracorporeal membrane oxygenation*]) peut être discutée dans des centres expérimentés. La poursuite de l'assistance sera décidée selon l'évolution neurologique et hémodynamique.

Que faire en cas d'arrêt cardiaque réfractaire ?

L'arrêt cardiaque réfractaire est défini par la non-reprise d'une circulation spontanée malgré une réanimation efficace pendant au moins 20 minutes. Devant cette situation dramatique, la mise en place d'une assistance cardiaque veinoartérielle de type ECMO a été proposée. La mise en place rapide avec une circulation assurée par l'ECMO en moins de 60 minutes après l'arrêt est indispensable pour espérer une survie. Cette technique ne peut donc être envisagée que dans des villes où les temps de transport sont courts, où il existe une structure préhospitalière efficace et au moins un centre disposant d'assistance cardiaque. Dans la plupart des villes disposant de ce type d'infrastructure, le patient est transporté le plus rapidement possible à l'hôpital. L'ECMO est implantée soit dans un centre d'urgence, soit en salle de cathétérisme, avec réalisation d'une coronarographie dans la foulée. Certains centres rapportent des taux de survie de 42 % chez des patients sélectionnés [18]. Ce type de prise en charge est cependant limité par les délais de transport en milieu urbain. Depuis 2011, le Samu de Paris évalue la mise en place préhospitalière de l'ECMO. L'ECMO est implantée sur le lieu de l'arrêt par des médecins formés à une technique d'implantation chirurgicale. Le patient est ensuite transporté en salle de cathétérisme pour la réalisation d'une coronarographie suivie si nécessaire par une angioplastie. La sélection des patients et la mise en place d'un protocole permettant la cir-

culatation sous ECMO en moins de 60 minutes ont permis d'atteindre un taux de survie de 38 % [19]. Des études randomisées sont actuellement en cours dans l'arrêt cardiaque réfractaire pour déterminer l'intérêt de l'ECMO soit en pré-hospitalier, soit en intrahospitalier [20].

« L'arrêt cardiaque réfractaire est défini par l'absence de reprise d'une activité circulatoire spontanée au bout de 20 minutes de réanimation efficace. Des registres suggèrent l'intérêt d'une assistance cardiaque de type ECMO chez des patients sélectionnés par des équipes entraînées. Cette assistance est le plus souvent implantée dès l'admission du patient en milieu hospitalier. Une étude réalisée par le Samu de Paris a démontré la faisabilité de l'implantation en préhospitalier. Des études randomisées sont en cours pour déterminer la place de l'ECMO dans l'arrêt cardiaque réfractaire. »

Conclusion

La découverte de la fréquence de l'occlusion coronaire aiguë ou des lésions coronaires instables comme causes d'un ACEH et le rôle bénéfique de l'angioplastie coronaire ont permis d'inclure entièrement le cardiologue interventionnel dans la prise en charge hospitalière des survivants d'un ACEH. Nos données sont essentiellement fondées sur des registres, et des études randomisées sont en cours pour mieux déterminer les stratégies thérapeutiques. Même si la coronarographie et l'angioplastie contribuent à une meilleure prise en charge, le pronostic de l'ACEH reste encore dominé par la rapidité et l'efficacité des premiers gestes de réanimation et par la défibrillation précoce.

Liens d'intérêts : l'auteur déclare ne pas avoir de lien d'intérêt.

Références

1. Spaulding CM, Joly LM, Rosenberg A, Monchi M, Weber SN, Dhainaut JF, Carli P, (1997) Immediate coronary angiography in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 336: 1629–1633
2. Dumas F, Cariou A, Manzo-Silberman S, Grimaldi D, Vivien B, Rosencher J, Empana JP, Carli P, Mira JP, Jouven X, Spaulding C, (2010) Immediate percutaneous coronary intervention is associated with better survival after out-of-hospital cardiac arrest. Insights from the PROCAT registry. *Circ Cardiovasc Interv* 3: 200–207
3. Sideris G, Voicu S, Dillinger JG, Stratiev V, Logeart D, Broche C, Vivien B, Brun PY, Deye N, Capan D, Aout M, Megarbane B, Baud FJ, Henry P, (2011) Value of post-resuscitation electrocardiogram in the diagnosis of acute myocardial infarction in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Resuscitation* 82: 1148–1153

4. Kim YG, Min SY, Lee DH, Lee BK, Jeung KW, Lee HJ, Shin J, Ko BS, Ahn S, Nam GB, Lim KS, Kim WY, (2017) The role of post-resuscitation electrocardiogram in patients with ST-segment changes in the immediate post-cardiac arrest period. *JACC Cardiovasc Interv* 5: 451–459
5. Geri G, Mongardon N, Dumas F, Chenevier-Gobeaux C, Varenne O, Jouven X, Vivien B, Mira JP, Empana JP, Spaulding C, Cariou A, (2013) Diagnosis performance of high sensitivity troponin assay in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Int J Cardiol* 169: 449–454
6. Geri G, Dumas F, Bougouin W, Varenne O, Daviaud F, Pène F, Lamhaut L, Chiche JD, Spaulding C, Mira JP, Empana JP, Cariou A, (2015) Immediate percutaneous coronary intervention is associated with improved short- and long-term survival after out-of-hospital cardiac arrest. *Circ Cardiovasc Interv* 8: e002303
7. Sideris G, Voicu S, Yannopoulos D, Dillinger JG, Adjedj J, Deye N, Gueye P, Manzo-Silberman S, Malissin I, Logeart D, Magkoutis N, Capan DD, Makhoulouf S, Megarbane B, Vivien B, Cohen-Solal A, Payen D, Baud FJ, Henry P, (2014) Favourable 5-year postdischarge survival of comatose patients resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest, managed with immediate coronary angiogram on admission. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 3: 183–191
8. Larsen JM, Ravkilde J, (2012) Acute coronary angiography in patients resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest—a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation* 83: 1427–1433
9. EMERGENCY Versus Delayed Coronary Angiogram in Survivors of Out-of-hospital Cardiac Arrest (EMERGE). [ClinicalTrials.gov NCT02876458](https://clinicaltrials.gov/NCT02876458)
10. Early Coronary Angiography Versus Delayed Coronary Angiography (PEARL). [ClinicalTrials.gov NCT02387398](https://clinicaltrials.gov/NCT02387398)
11. Immediate Unselected Coronary Angiography Versus Delayed Triage in Survivors of Out-of-hospital Cardiac Arrest Without ST-segment Elevation (TOMAHAWK). [ClinicalTrials.gov NCT02750462](https://clinicaltrials.gov/NCT02750462)
12. Direct or Subacute Coronary Angiography for Out-of-hospital Cardiac Arrest (DISCO). [ClinicalTrials.gov NCT02309151](https://clinicaltrials.gov/NCT02309151)
13. Noc M, Fajadet J, Lassen JF, Kala P, MacCarthy P, Olivecrona GK, Windecker S, Spaulding C; European Association for Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI); Stent for Life (SFL) Group, (2014) Invasive coronary treatment strategies for out-of-hospital cardiac arrest: a consensus statement from the European association for percutaneous cardiovascular interventions (EAPCI)/stent for life (SFL) groups. *EuroIntervention* 10: 31–37
14. Joffre J, Varenne O, Bougouin W, Rosencher J, Mira JP, Cariou A, (2014) Stent thrombosis: an increased adverse event after angioplasty following resuscitated cardiac arrest. *Resuscitation* 85: 769–773
15. Waldmann V, Bougouin W, Karam N, Narayanan K, Sharifzadehgan A, Spaulding C, Varenne O, Cariou A, Jouven X, Marijon E; Paris-Sudden Death Expertise Center (Paris-SDEC) Investigators, (2018) Coronary vasospasm-related sudden cardiac arrest in the community. *J Am Coll Cardiol* 72: 814–815
16. Laurent I, Monchi M, Chiche JD, Joly LM, Spaulding C, Bourgeois B, Cariou A, Rozenberg A, Carli P, Weber S, Dhainaut JF, (2002) Reversible myocardial dysfunction in survivors of out-of-hospital cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol* 40: 2110–2116
17. Voicu S, Baud FJ, Malissin I, Deye N, Bihry N, Vivien B, Brun PY, Sideris G, Henry P, Megarbane B, (2016) Can mortality due to circulatory failure in comatose out-of-hospital cardiac arrest patients be predicted on admission? A study in a retrospective derivation cohort validated in a prospective cohort. *J Crit Care* 32: 56–62
18. Yannopoulos D, Bartos JA, Raveendran G, Conterato M, Frasccone RJ, Trembley A, John R, Connett J, Benditt DG, Lurie KG, Wilson RF, Aufderheide TP, (2017) Coronary artery disease in patients with out-of-hospital refractory ventricular fibrillation cardiac arrest. *J Am Coll Cardiol* 70: 1109–1117
19. Lamhaut L, Hutin A, Puymirat E, Jouan J, Raphalen JH, Jouffroy R, Jaffry M, Dagron C, An K, Dumas F, Marijon E, Bougouin W, Tourtier JP, Baud F, Jouven X, Danchin N, Spaulding C, Carli P, (2017) A pre-hospital extracorporeal cardio pulmonary resuscitation (ECPR) strategy for treatment of refractory out hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *Resuscitation* 117: 109–117
20. Lamhaut L, A comparative study between a pre-hospital and an in-hospital circulatory support strategy (ECMO) in refractory cardiac arrest (APACAR2) (APACAR2). [ClinicalTrials.gov NCT02527031](https://clinicaltrials.gov/NCT02527031)