



Étude des événements indésirables survenant lors du transport de patients en infarctus du myocarde vers un centre de cardiologie tertiaire

Mémoire

Sylvain Bussièrès

**Maîtrise en épidémiologie – épidémiologie clinique
Maître ès sciences (M. Sc.)**

Québec, Canada

© Sylvain Bussièrès, 2018

Résumé

Au Québec, les patients subissant un infarctus du myocarde avec élévation du segment ST (IAMEST) pris en charge en milieu préhospitalier sont transportés par des techniciens ambulanciers paramédics (TAP) en soins primaires au département d'urgence le plus près, stabilisés puis escortés par une infirmière ou un médecin vers un centre d'hémodynamie. Dans les régions de Chaudière-Appalaches et de Québec, l'Unité de coordination clinique des services préhospitaliers d'urgence (UCCSPU) permet de diagnostiquer l'IAMEST à partir de l'ambulance et de dévier sa trajectoire vers un centre d'intervention coronarienne percutanée (ICP), ce qui réduit les délais de traitement. La description complète du programme de télémédecine de l'UCCSPU fait l'objet du premier article inséré dans ce mémoire. Cependant, les gains de temps de transport vers le centre d'hémodynamie sont contrebalancés par le contact prolongé d'un patient à haut risque d'événements indésirables avec le TAP.

Le premier objectif est d'établir une classification des événements indésirables survenant lors du transport ambulancier des patients en IAMEST vers l'Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Québec (IUCPQ). Le deuxième objectif est d'utiliser cette classification pour déterminer la fréquence des événements indésirables survenant lors du transport de ces patients. Le troisième objectif est de déterminer si le temps de transport a un impact sur la fréquence des événements indésirables. Ces trois objectifs ont été répondus dans une étude rétrospective de 896 patients qui a été soumise au *Canadian Journal of Emergency Medicine*.

La proportion de patients transportés à l'IUCPQ ayant subi un événement clinique majeur et mineur était de 18,5 et 12,2%, respectivement. Aucune association entre le temps de transport et le risque de subir un événement indésirable n'a pu être observée et aucun décès n'a été observé à l'arrivée du centre d'ICP.

Les résultats de notre étude ont permis de démontrer que les TAP en soins primaires peuvent identifier des IAMEST probables et effectuer la déviation de l'ambulance vers un centre d'ICP de façon sécuritaire à l'aide d'un soutien médical à distance. La déviation de l'ambulance vers un centre d'ICP est une stratégie qui pourrait être étendue dans d'autres régions canadiennes où les TAP n'ont pas de formation en soins avancés.

Table des matières

RÉSUMÉ	III
TABLE DES MATIÈRES	IV
LISTE DES TABLEAUX	VI
LISTE DES FIGURES	VII
LISTE DES ABRÉVIATIONS	VIII
REMERCIEMENTS	IX
AVANT-PROPOS	XI
1. INTRODUCTION	1
1.1 MALADIE CARDIOVASCULAIRE ET INFARCTUS DU MYOCARDE	1
1.2 PRISE EN CHARGE DES PATIENTS AVEC IAMEST PAR LES SERVICES PRÉHOSPITALIERS D'URGENCE	2
1.3 UNITÉ DE COORDINATION CLINIQUE DES SERVICES PRÉHOSPITALIERS D'URGENCE (UCCSPU).....	3
1.4 ÉVÉNEMENTS INDÉSIRABLES SURVENANT LORS DU TRANSPORT AMBULANCIER DE PATIENTS AVEC IAMEST	4
2. L'UNITÉ DE COORDINATION CLINIQUE DES SERVICES PRÉHOSPITALIERS D'URGENCE: A CLINICAL TELEMEDICINE PLATFORM THAT IMPROVES PREHOSPITAL AND COMMUNITY HEALTH CARE FOR RURAL CITIZENS	7
2.1 RÉSUMÉ.....	8
2.2 SUMMARY	9
2.3 INTRODUCTION	10
2.4 DESCRIPTION OF UCCSPU PROGRAM AND PRELIMINARY ANALYSES.....	10
2.5 DISCUSSION	14
2.6 CONCLUSION.....	16
2.7 REFERENCES	17
3. OBJECTIFS	23
3.1 OBJECTIF 1 :	23
3.2 OBJECTIF 2 :	23
3.3 OBJECTIF 3 :	23
4. MÉTHODOLOGIE	24
4.1 CLASSIFICATION DES ÉVÉNEMENTS INDÉSIRABLES	24
4.2 DEVIS DE L'ÉTUDE ET POPULATION.....	24
4.3 COLLECTE DE DONNÉES ET VARIABLES.....	24
4.4 ANALYSES STATISTIQUES	26
5. ÉTUDE DES ÉVÉNEMENTS INDÉSIRABLES SURVENANT LORS DU TRANSPORT DE PATIENTS EN INFARCTUS DU MYOCARDE VERS UN CENTRE DE CARDIOLOGIE TERTIAIRE	27
5.1 RÉSUMÉ.....	28
5.2 ABSTRACT.....	29
5.4 METHODS.....	31
5.5 RESULTS.....	33
5.6 DISCUSSION	34
5.7 CONCLUSION.....	36
5.8 REFERENCES	37

7. CONCLUSION	48
8. BIBLIOGRAPHIE.....	49

Liste des tableaux

Tableaux du chapitre 1

Tableau 1. Incidence d'événements indésirables survenant lors du transport ambulancier de patients avec IAMEST	6
---	---

Tableaux du chapitre 5

Box 1. Classification and definitions of clinically important events and minor events occurring during pre-hospital transport of STEMI patients	39
Table 1. Population characteristics	40
Table 2. Frequency of clinically important and minor events	41
Table 3. Ordinal logistic regression of clinically important and minor events	42

Liste des figures

Figures du chapitre 2

Figure 1. The UCCSPU provide online medical support to community health centers and emergency medical technicians. HCC: Health Communication Center; PCI: percutaneous coronary intervention. 20

Figure 2. The Chaudiere-Appalaches region covered by the UCCSPU telemedicine program. The remote STEMI diagnosis was extended to the Quebec city area..... 21

Figure 3. STEMIS diagnosed from the prehospital ECGs transmitted by EMTs between August 2006 and May 2014. STEMIS: ST segment elevation myocardial infarctions; ED: Emergency Department..... 22

Figures du chapitre 5

Figure 1. Consort flow diagram. 44

Liste des abréviations

ACC	American College of Cardiology
ACP	Advanced Care Paramedic
AFib	<i>Atrial fibrillation</i>
AHA	American Heart Association
AMA	American Medical Association
AVPU	<i>Alert, Voice, Pain, Unresponsive</i>
BLS	Basic Life Support
CISSS	Centre Intégré de santé et de services sociaux
CHUS	Centre hospitalier Universitaire de Sherbrooke
CLSC	Centres locaux de services communautaires
DU	Département d'urgence
ECG	électrocardiogramme
EMS	Emergency Medical Services
ICU	intensive care unit
IQR	<i>interquartile range</i>
HDL	L'Hôtel-Dieu de Lévis
HDQ	L'Hôtel-Dieu de Québec
HR	<i>heart rate</i>
IAMEST	infarctus du myocarde avec élévation du segment ST
IUCPQ	Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Quebec
ICP	intervention coronarienne percutanée
LOC	<i>level of consciousness</i>
MSSS	Ministère de la santé et des services sociaux
PCI	Percutaneous coronary intervention
PEA	<i>asystole or pulseless electrical activity</i>
RC	rapport de cote
RCR	réanimation cardiorespiratoire
OLMC	<i>online medical control</i>
SBP	<i>systolic blood pressure</i>
STEMI	<i>segment elevation myocardial infarction</i>
TAP	technicien ambulancier paramédic
UCCSPU	Unité de coordination clinique des services préhospitaliers d'urgence
VT P+	<i>pulseless ventricular tachycardia</i>
VT/VF	<i>ventricular tachycardia/ventricular fibrillation</i>
VT P+	<i>ventricular tachycardia with pulse</i>

Remerciements

Ce mémoire est l'aboutissement d'un travail qui s'est amorcé en 2013 lorsque j'étais professionnel de recherche pour la Chaire de recherche en médecine d'urgence et l'Unité de coordination clinique des services préhospitaliers d'urgence (UCCSPU). Quelques mois après le début de mon contrat, le Dr Richard Fleet m'a offert la possibilité de superviser un projet de maîtrise en épidémiologie clinique et de le financer par une bourse de la Chaire de recherche en médecine d'urgence. Nous avons beaucoup discuté, car tu sais que j'étais hésitant à me relancer dans un projet académique alors que j'avais terminé un long parcours de troisième cycle un an auparavant. Tu m'as cependant convaincu, Richard, ainsi que d'autres collègues, de la valeur ajoutée d'une telle spécialisation à mon profil. J'ai effectivement réalisé par la suite à quel point cette formation faisait une différence aux yeux des employeurs sur le marché du travail. Je te remercie de m'avoir proposé cette maîtrise, et de m'avoir permis de poursuivre mon mandat de professionnel de recherche en parallèle. Cette formation m'apporte déjà des compétences supplémentaires dans les fonctions que j'exerce en évaluation des technologies et des modes d'intervention en santé, et je suis certain que je continuerai d'en bénéficier au cours des prochaines années. Merci également pour ton support et tes encouragements au cours des quatre dernières années. Ce projet fut un peu plus long que prévu en raison de circonstances qui n'ont pas toujours été sous notre contrôle, et tu m'as d'ailleurs souvent offert de changer de sujet d'étude. Malgré les quelques remises en question en cours de route, je suis convaincu aujourd'hui que ce projet méritait d'être mené à terme et que les résultats vont contribuer à améliorer la médecine préhospitalière en région rurale.

Je tiens à vous remercier, Alain Tanguay et Denis Hébert, pour tout le soutien que vous m'avez apporté depuis le début de mon implication à l'UCCSPU en 2013. Vous avez été des mentors précieux à un moment où j'avais encore peu d'expérience en recherche clinique. Avec vous, j'ai énormément appris à propos de la télémédecine et de la prise en charge des patients en infarctus du myocarde en milieu préhospitalier. Votre dévouement à améliorer la qualité et l'accès aux soins est une véritable source d'inspiration. D'ailleurs, il faut souligner les reconnaissances que vous avez obtenues pour la contribution de l'UCCSPU au fil des ans, dont celle pour pratiques exemplaires par Agrément Canada (2011) ainsi que le prix d'excellence du réseau de la santé et des services sociaux (2016), pour n'en nommer que quelques-unes. Ce fut un honneur et un plaisir de travailler avec vous. De plus, sans votre collaboration et votre soutien, je n'aurais pas été en mesure de rédiger les deux articles insérés dans ce mémoire. Merci encore pour tout !

Je tiens également à te remercier, François Bégin, de m'avoir supervisé durant ce projet de recherche qui s'est avéré plus laborieux que nous l'avions estimé au départ en 2014. Si nous avions su à ce moment qu'une collecte exhaustive de données à l'Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec (IUCPQ) serait

nécessaire, cette étude n'aurait peut-être pas vu le jour. Tu m'as cependant convaincu de l'intérêt de cette investigation pour la médecine d'urgence au Canada. Merci pour tout le temps que tu m'as consacré depuis le début de cette collaboration qui m'a beaucoup fait apprendre à propos des aspects à considérer dans le développement d'un protocole de recherche clinique.

J'en profite pour souligner ta contribution à mon projet, Pierre-Alexandre Leblanc, et te remercier pour toutes les heures que tu as consacrées à la vérification et la validation des diagnostics dans notre base de données cliniques. Ta disponibilité et ton expertise furent très appréciées !

En milieu de projet, lorsque nous avons dû procéder à une demande d'éthique à l'IUCPQ, le Dr Jean-Michel Paradis, cardiologue, a gentiment accepté de participer à notre étude. Je te remercie Jean-Michel de tes conseils lors de la collecte de données cliniques et pour tes commentaires très pertinents sur le manuscrit qui a été soumis au Canadian Journal of Emergency Medicine (CJEM).

Lors de la rédaction de ce manuscrit qui représente l'essentiel des résultats de mon mémoire, Stéphane Turcotte, biostatisticien, nous a permis d'améliorer et de clarifier les analyses statistiques. Merci beaucoup Stéphane, ton aide fut grandement appréciée !

J'aimerais également souligner le soutien des membres présents et passés de l'équipe du Dr Fleet, en particulier Julie Maltais-Giguère et Fatoumata Korika Tounkara, qui ont toujours été présentes et disponibles lorsque j'avais besoin d'aide.

Ce projet n'aurait jamais pu voir le jour sans source de financement. J'en profite donc pour remercier la Chaire de recherche en médecine d'urgence ainsi que l'Agence de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches, pour le soutien financier durant la première année de ma maîtrise.

En terminant, j'aimerais souligner le support et les encouragements de ma famille et mes amis. Votre présence dans ma vie a fait une différence au cours de ces années où j'ai dû concilier travail et retour aux études. Merci mille fois !

Avant-propos

Ce mémoire contient deux articles publiés et soumis à des revues médicales avec comité de lecture. Le premier article intitulé *L'Unité de coordination clinique des services préhospitaliers d'urgence: A clinical telemedicine platform that improves prehospital and community health care for rural citizens* dresse un portrait des activités de télémédecine de l'UCCSPU ainsi qu'une présentation préliminaire de résultats clinico-administratifs. Cet article, qui a été publié en 2016 dans la revue *Journal of Telemedicine and Telecare*, a été inclus dans l'introduction à la section 1.3.1. Le deuxième article est intitulé *Clinical adverse events in pre-hospital patients with ST-elevation myocardial infarction transported to a PCI center by basic life support paramedics in a rural region* et constitue le principal objet du présent mémoire, soit le chapitre 4. Ce manuscrit a été soumis à la revue *Canadian journal of emergency medicine* (CJEM) en août 2017. En janvier 2018, l'éditeur de CJEM a invité les auteurs à resoumettre le manuscrit en considérant les questions et commentaires des réviseurs. Le manuscrit révisé a été resoumis à la revue CJEM en mars 2018.

1. Introduction

1.1 Maladie cardiovasculaire et infarctus du myocarde

Les maladies cardiovasculaires graves représentent la deuxième cause de mortalité au Canada [1]. Chaque année, 16 000 personnes meurent d'un infarctus du myocarde et la plupart de ces décès surviennent à l'extérieur de l'hôpital [2]. Ses répercussions économiques représentent environ 18 milliards de dollars, soit 11.6% des coûts de santé au Canada [3]. La maladie cardiovasculaire ischémique comprend un ensemble de conditions allant de l'angine stable à l'infarctus du myocarde [4]. À la base, la physiopathologie des maladies cardiovasculaires est la même, soit une obstruction du flot des artères coronariennes [5, 6]. Bien qu'il puisse y avoir différentes causes de l'obstruction de l'artère, celle-ci est souvent causée par un caillot sanguin formé dans la lumière de l'artère par la rupture d'une plaque de cholestérol [4]. Lors de l'obstruction dynamique, la diminution du flot sanguin réduit l'oxygénation des cellules du myocarde. Des dommages cellulaires peuvent s'en suivre, lesquels seront réversibles dans le cas d'une angine, mais irréversibles dans le cas d'un infarctus du myocarde en l'absence d'intervention dans les quelques heures qui suivent cette occlusion [7]. Dans le cas d'un infarctus du myocarde, la durée de l'ischémie a un impact direct sur la mortalité et la morbidité [8]. Il existe deux types d'infarctus du myocarde, soit avec ou sans élévation du segment ST sur l'électrocardiogramme (ECG). Seuls les infarctus avec élévation du segment ST nécessitent une reperfusion urgente.

Deux types d'intervention sont utilisées pour traiter les infarctus aigu du myocarde avec élévation du segment ST (IAMEST) : l'administration de thrombolytiques et l'angioplastie, aussi appelée intervention coronarienne percutanée (ICP). La thrombolyse permet de lyser le caillot responsable de l'obstruction de l'artère coronaire occluse [9]. Plusieurs médicaments peuvent être utilisés, lesquels emploient les mêmes mécanismes que l'urokinase et de l'activateur tissulaire du plasminogène naturels, soit les protéines de la fibrinolyse qui activent le plasminogène en plasmine [10]. L'efficacité de la thrombolyse, en termes de survie, est supérieure lorsqu'administrée dans les 90 minutes qui suivent l'apparition des symptômes, soit la période durant laquelle l'ischémie cardiaque est facilement réversible si la perfusion des artères coronaires est rétablie [11].

La deuxième méthode, l'ICP, permet de rétablir le flux sanguin grâce à la dilatation mécanique de l'obstruction artérielle. Dans cette intervention non chirurgicale, un cathéter est utilisé pour aller poser un tuteur, mis en place grâce à l'inflation d'un ballonnet, qui maintiendra ouvert le vaisseau sanguin du cœur rétréci. L'ICP aurait une efficacité supérieure pour les patients en choc cardiogénique, un état de défaillance cardiaque majeure [12-15]. Plusieurs études randomisées ont démontré que l'utilisation de l'ICP permettait une réduction nette de la mortalité [16, 17] et de récidence de l'IAMEST [18] par rapport à la thrombolyse. Elle est maintenant reconnue par l'*American Medical Association* et l'*American Heart Association* (AMA/AHA) comme étant la plus optimale si

effectuée en moins de 90 minutes après le premier contact médical [19]. Cette recommandation est basée entre autres sur une étude randomisée de 565 patients qui avait démontré que la mortalité à 30 jours augmentait de 4 à 6,4% lorsque l'angioplastie est effectuée au-delà des 90 minutes suite au premier contact médical [20].

L'accès à un centre d'ICP dans les délais recommandés constitue un défi important pour la population rurale canadienne étant donné le faible nombre de ces centres [21]. Au Québec, l'ICP n'est offerte que dans 13 centres de cardiologie tertiaire [7]. Ainsi, les patients chez qui on diagnostique un infarctus du myocarde dans un centre hospitalier où l'ICP n'est pas offerte doivent être transférés le plus rapidement possible vers un de ces centres tertiaires. Le choix entre la thrombolyse et l'angioplastie doit tenir compte du temps de transfert et l'ICP est seulement préférée si le délai entre le premier contact médical et l'inflation du ballonnet d'angioplastie peut se faire en moins de 90 minutes [12, 22-24].

1.2 Prise en charge des patients avec IAMEST par les services préhospitaliers d'urgence

Au Québec, les patients sont pris en charge par des techniciens ambulanciers paramédics (TAP) en soins primaires, lesquels peuvent effectuer les manœuvres de réanimation cardiorespiratoire (RCR), la ventilation avec un ballon-masque, la défibrillation semi-automatique, l'installation d'un tube pour sécuriser les voies respiratoires et l'administration de cinq médicaments par voies intramusculaires. Selon le protocole émis par le Collège des médecins du Québec [25], les patients présentant un IAMEST doivent être transportés au département d'urgence (DU) le plus près, et ensuite, stabilisés et escortés par une infirmière ou un médecin vers un centre d'hémodynamie si l'angioplastie peut être administrée à l'intérieur de 90 minutes après le premier contact médical [26, 27]. Cette pratique exige cependant la mobilisation de ressources pour des périodes prolongées, surtout dans le cas d'un transfert inter-hospitalier pouvant durer jusqu'à une heure. Une stratégie qui a été mise en place au cours des dernières années consiste à diagnostiquer l'IAMEST à bord de l'ambulance puis de transporter le patient directement vers un centre d'hémodynamie afin d'éviter un détour inutile vers le centre hospitalier le plus proche [28] [29, 30]. Les ECG administrés en milieu préhospitalier sont recommandés par l'*American Heart Association* [AHA] et l'*American College of Cardiology* [ACC] [26, 27], et sont de plus en plus utilisés pour évaluer les patients avec suspicion de syndrome coronaire aigu [27, 31, 32]. Les résultats de l'ECG peuvent être soit transmis à un cardiologue sur appel [33], à une plateforme de télécardiologie [34] ou à un médecin d'urgence [35, 36]. Le diagnostic à distance des IAMEST et l'activation de la salle d'hémodynamie lorsque le patient est en route vers le centre d'ICP réduit les délais de traitements et améliore les indicateurs de santé [37], dont la mortalité [38]. Dans la région de Chaudière-Appalaches, un plateau clinique a été implanté afin de permettre le diagnostic des IAMEST à distance à partir de l'ambulance grâce à l'envoi d'électrocardiogrammes (ECG) par télémétrie [39].

1.3 Unité de coordination clinique des services préhospitaliers d'urgence (UCCSPU)

En 2006, l'Unité de coordination clinique des services préhospitaliers d'urgence (UCCSPU) a été fondée initialement dans le but d'améliorer l'accès à l'ICP pour la population de Chaudière-Appalaches, une vaste région rurale de 15,073 km². Les soins sont administrés par des infirmières et un médecin d'urgence à partir d'une unité clinique située à L'Hôtel-Dieu de Lévis (HDL) du Centre Intégré de santé et de services sociaux (CISSS) de Chaudière-Appalaches. Le diagnostic des IAMEST à distance est la première intervention de télémédecine qui y fut développée. Cette approche a été implantée afin d'améliorer l'accès à un service de cardiologie spécialisé pour une population rurale dont le temps de transport jusqu'au centre hospitalier le plus proche peut dépasser 60 minutes. Les ECG administrés en milieu préhospitalier sont transmis à l'UCCSPU durant le transport et interprétés par un médecin d'urgence. Si un IAMEST est diagnostiqué, les ambulanciers reçoivent l'instruction de dévier le parcours vers un centre tertiaire de cardiologie si l'ICP peut être administré moins de 90 minutes après le premier ECG positif. L'UCCSPU est devenu au fil des ans un programme financé par le ministère de la santé et des services sociaux (MSSS).

Au fil des années, d'autres interventions de soutien médical à distance ont été développées à l'UCCSPU afin d'améliorer l'accès à des soins de qualité. À la suite de l'adoption d'un protocole par le MSSS et le collège des médecins du Québec, les TAP ont maintenant l'autorisation d'administrer un analgésique aux patients souffrants grâce à des prescriptions à distance. Afin de soutenir les infirmières pratiquant dans des centres locaux de services communautaires (CLSC) ne disposant pas de la présence d'un médecin 24/7, l'UCCSPU offre un soutien médical à l'aide d'un système audiovisuel de télémédecine. L'UCCSPU permet également d'optimiser les ressources médicales. Par exemple, des constats de décès à distance ont été implantés afin d'éviter les transports de personnes décédées aux départements d'urgence, ce qui permet de réduire les visites à l'urgence et d'optimiser l'utilisation des services préhospitaliers d'urgence.

Une description plus complète du programme de télémédecine de l'UCCSPU ainsi qu'une présentation préliminaire de résultats clinico-administratifs fait l'objet du chapitre 2.

1.4 Événements indésirables survenant lors du transport ambulancier de patients avec IAMEST

Depuis l'implantation de l'UCCSPU dans les régions de Chaudière-Appalaches et de Québec, le diagnostic de patients avec IAMEST à partir de l'ambulance permet de traiter un plus grand nombre de patients avec l'ICP tout en respectant les délais recommandés. Cependant, les gains de temps de transport vers le centre d'hémodynamie sont contrebalancés par un contact prolongé du TAP avec le patient souffrant d'un IAMEST, lequel est à haut risque d'évènements indésirables (hypotension, désaturation, perte de conscience, arythmies, etc.). À l'aide d'une revue rapide effectuée à partir de Pubmed (voir stratégie dans l'Appendice A de la section 5), six études dans la littérature ont rapporté l'incidence d'évènements indésirables survenant lors du transport ambulancier de patients avec IAMEST dans trois pays.

La première étude rapporte le transport de 487 patients avec IAMEST transportés vers un hôpital sans salle d'hémodynamie, puis avec transfert vers un centre d'ICP, ou directement vers un centre d'ICP en Ontario entre 2008 et 2009 [40]. On y a recensé 59 (12,1%) cas d'hypotension, 6 cas (1,2%) de tachycardie ventriculaire/fibrillation ventriculaire et 60 cas (12,3%) de bradycardie sinusale. La proportion globale des événements indésirables était de 27%.

Dans la deuxième étude ontarienne, Cantor et al. [41] ont évalué la faisabilité du diagnostic des IAMEST en préhospitalier par des TAP en soins primaires dans un projet pilote. Bien que les auteurs aient mesuré les complications survenant lors du transport (hypotension, arythmie, etc), ils n'ont pas défini de valeur numérique pour ces événements indésirables. Parmi les 134 patients avec suspicion de IAMEST transportés en ambulance, dont 106 ont été confirmés, un patient a subi une fibrillation auriculaire rapide (*rapid atrial flutter*) qui a nécessité une cardioversion une fois rendu à la salle d'hémodynamie, un patient a subi une fibrillation ventriculaire et cinq ont souffert d'hypotension, pour un total de 7 événements indésirables (5%).

Dans une troisième étude a été effectuée en Ontario, 89 patients avec IAMEST étaient transportés au centre hospitalier sans ICP vers un centre d'ICP, avec rendez-vous optionnel avec un TAP de niveau avancé. Trois patients (3%) ont subi une fibrillation ventriculaire durant le transport [42].

L'objectif d'une autre étude effectuée en Ontario était d'évaluer un protocole de diagnostic à distance de patients avec IAMEST avec transport direct vers un centre d'ICP [43]. Dans ce protocole, les TAP devaient demander un rendez-vous avec un TAP en soins avancés afin de pouvoir transporter les patients instables (pouls < 50 ou ≥ 120/min, tension artérielle systolique < 80 mmHg ou assistance respiratoire requise). Au total, 361 patients avec IAMEST ont été transportés, dont 129 avec rendez-vous avec un TAP en soins avancés. En plus des 119

patients instables, 8 patients stables ont subi un arrêt cardiaque lors de la prise en charge des TAP, totalisant une fréquence de 35% d'événements indésirables dans cette cohorte.

Dans une étude effectuée en Espagne [44], les auteurs ont déterminé le portrait clinique de 2528 patients avec IAMEST transportés par ambulance entre 2006 et 2009 [45]. De ces patients, 213 cas de fibrillation ventriculaire (8,4%), 147 cas de bradycardie (5,8%), 354 cas d'hypotension (13,5%) et 61 cas de bloc de branche de niveau 3 (2,4%) et 52 décès en cours de transport (2,1%) ont été rapportés. Au total, 32,2% des patients transportés ont subi un événement indésirable.

La dernière étude, qui s'est déroulée au Danemark entre 2003 et 2005 [46], avait comme objectif secondaire de déterminer la sécurité de transport ambulancier de patients avec IAMEST vers un centre d'ICP. Des 565 patients suspectés d'avoir un IAMEST, 168 (30%) ont été confirmés lors du transport à la suite de l'envoi d'ECG au cardiologue de garde. Lors du transport vers l'hôpital, 7 cas (4%) de fibrillation ventriculaire (dont 6 qui ont été défibrillés avec succès), 3 (2%) de tachycardie ventriculaire et un décès (0,6%) ont été répertoriés, pour une fréquence de 6,2% d'événements indésirables.

L'ensemble des événements rapportés dans les études est présentée dans le tableau 1. Parmi les six études ayant rapporté des événements indésirables survenant lors du transport ambulancier de patients avec IAMEST, des définitions opérationnelles d'événements indésirables survenant en milieu préhospitalier ont été rapportées dans une seule étude [40]. Globalement, la fréquence des événements indésirables survenant lors du transport ambulancier de patients avec IAMEST variait de 3 à 35%. Cependant, les résultats obtenus dans cette revue de littérature démontrent que les événements ne sont pas rapportés de façon homogène et de façon systématique d'une étude à l'autre. Par conséquent, la fréquence globale des événements indésirables rapportés pourrait être sous-estimée. Finalement, aucune de ces études n'a établi de niveaux de gravité pour les événements indésirables. L'impact de la durée de transport ambulancier sur les événements cliniques n'a pas non plus été évalué.

Tableau 1. Incidence d'événements indésirables survenant lors du transport ambulancier de patients avec IAMEST

Événement indésirable (%)	Ryan et al. (n = 342) [40]	Cantor et al. (n = 134) [41]	Ross et al. * (n = 89) [42]	Kwong et al. (n = 361) [43]	Rosell-Ortiz et al. (n = 2528) [44]	Sejersten et al. (n = 168) [46]
Hypotension	15,2	5	NR	NR	13,5	NR
FV/TV	1,8	1	3	3	8,4	4
Bradycardie	16,7	NR	NR	NR	5,8	NR
Bloc de branche de niveau 2-3	NR	NR	NR	NR	2,4	NR
TV	NR	NR	NR	NR	NR	2
Fibrillation auriculaire rapide	NR	1	NR	NR	NR	NR
Décès	NR	0	0	0	2,1	0,6
Fréquence globale	27	5	3	35	32,2	6,6

NR : non rapporté; FV/TV : fibrillation ventriculaire/tachycardie ventriculaire sans pouls; TV : tachycardie ventriculaire;

*Dans l'étude de Ross et al, des patients ont souffert d'une hypotension, bradycardie et tachycardie ventriculaire, mais aucune fréquence précise n'a été fournie pour ces diagnostics.

2. L'Unité de coordination clinique des services préhospitaliers d'urgence: A clinical telemedicine platform that improves prehospital and community health care for rural citizens

Title

L'Unité de coordination clinique des services préhospitaliers d'urgence: a clinical telemedicine platform that improves prehospital and community health care for rural citizens

Authors

Sylvain Bussi eres¹⁻², Alain Tanguay¹, Denise H ebert¹ and Richard Fleet²

1. UCCSPU

Centre int egr e de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches (CISSS-CA) (CHAU Hôtel-Dieu de Lévis)

143, rue Wolfe

Lévis (Québec) G6V 3Z1

Telephone: (418) 835-7121, extension 1737

2. Research Chair in Emergency Medicine

Centre int egr e de santé et de services sociaux de Chaudière-Appalaches (CISSS-CA)
(CHAU Hôtel-Dieu de Lévis)

143, Wolfe Street, Lévis (QC), G6V 3Z1

Canada

(418) 835-7121, extension 3173

Corresponding author: Alain Tanguay, MD, UCCSPU, CSSS Alphonse-Desjardins (CHAU Hôtel-Dieu de Lévis),
143, rue Wolfe, Lévis (Québec) G6V 3Z1 Canada

2.1 Résumé

L'accès aux soins de santé dans les régions rurales canadiennes est un défi. L'Unité de Coordination Clinique des Services Préhospitaliers d'urgence (UCCSPU) est un programme de télémédecine qui a été implanté au Centre de santé et de services sociaux (CSSS) Alphonse-Desjardins afin d'améliorer les soins de santé dans les régions de Chaudière-Appalaches et de Québec. Les soins de santé sont administrés à distance par des infirmières et un médecin afin d'améliorer, dans un premier temps, l'accès aux soins de santé de cette population majoritairement rurale. Dans ce but, les techniciens ambulanciers paramédics (TAP) en soins primaires et les infirmières de l'UCCSPU reçoivent une formation complémentaire en dehors de leurs champs de compétences habituels. Les ECG administrés à partir de l'ambulance permettent de diagnostiquer les IAMEST à distance sans passer par le centre hospitalier le plus proche. Les ambulanciers bénéficient du soutien médical afin de surveiller la situation clinique de ces patients lors du transport vers le centre tertiaire de cardiologie. De plus, les TAP en soins primaires peuvent également recevoir l'autorisation d'administrer un analgésique opioïde aux patients souffrants grâce à des prescriptions à distance. L'UCCSPU offre également à des infirmières de CLSC ne bénéficiant pas de la présence d'un médecin 24/7 un soutien médical par système audiovisuel. Dans un deuxième temps, l'UCCSPU permet d'optimiser les ressources médicales. À cet effet, des constats de décès à distance ont été implantés afin d'éviter le transport ambulancier de personnes décédées vers les départements d'urgence. Cette intervention permet de réduire les visites à l'urgence et d'augmenter la disponibilité des ambulances et des TAP pour d'autres interventions. Cet article dresse un portrait du programme de télémédecine de l'UCCSPU et présente des résultats clinico-administratifs préliminaires.

2.2 Summary

Access to health care in Canada's rural areas is a challenge. The *Unité de Coordination Clinique des Services Préhospitaliers d'urgence* is a telemedicine program designed to improve health care in the Chaudière-Appalaches and Quebec City regions. Remote medical services are provided by nurses and by an emergency physician based in a clinical unit at the Alphonse-Desjardins Community Health and Social Services Center. The interventions were developed to meet two primary objectives. The first objective is to enhance access to quality health care. To this end, Basic Life Support paramedics and nurses were taught interventions outside of their usual field of expertise. Prehospital electrocardiograms were used to remotely diagnose ST segment elevation myocardial infarction and to monitor patients who were *en route* by ambulance to the nearest catheterization facility or emergency department. Basic Life Support paramedics received extended medical authorization that allowed them to provide opioid analgesia via telemedicine physician orders. Nurses from community health centers without physician coverage were able to request medical assistance via a video telemedicine system. The second objective is to optimize medical resources. To this end, remote death certifications were implemented to avoid unnecessary transport of deceased persons to emergency departments. This intervention decreased overall emergency department visits and permitted better use of ambulances and paramedics for emergencies. This paper describes the telemedicine program and presents preliminary clinical and administrative results.

Keywords

Prehospital, emergency medical services, electrocardiogram, rural, telehealth, nurse, Basic Life Support paramedics, STEMI, UCCSPU, percutaneous coronary intervention, pain management, opioid; fentanyl, community health centers, remote death certification, remote assistance.

2.3 Introduction

Approximately 20% of the Canadian population lives in rural areas. Members of the rural population are older and in poorer health than are urban citizens¹, but the former have reduced access to specialized care, advanced imaging, intensive care units (ICUs), and trauma centers ². Many community health centers do not have local 24/7 access to a physician, and are operated solely by nurses during some shifts. Further, the rural population relies on Emergency Medical Services (EMS), which are limited by long travel distances and few vehicles in service^{3,4}. Such reduced hospital and prehospital services pose a threat to rural health care.

The Chaudiere-Appalaches region of Quebec is primarily rural. The population of 418,704 is sparsely distributed across a vast area of 15,073 km². A telemedicine program was implemented at the Alphonse-Desjardins Community Health and Social Services Center (a university-affiliated hospital) to improve emergency health care for Chaudiere-Appalaches citizens. The *Unité de Coordination Clinique des Services Préhospitaliers d'Urgence* (UCCSPU) [Emergency Prehospital Services Clinical Coordination Unit] provides online medical support to emergency medical technicians (EMTs) and nurses in the Chaudiere-Appalaches and Quebec City regions (See Figure 1). A nurse and an emergency physician are available 24/7. The specially trained nurses work in a designated telehealth room. The unit improves access to quality health care and optimizes resources in two ways. First, EMTs and nurses from community health centers learn interventions that are typically beyond their expertise. Second, the use of the UCCSPU decreases the use of health care resources. The following sections describe the UCCSPU program.

2.4 Description of UCCSPU program and preliminary analyses

In the province of Quebec, EMS are primarily provided by Basic Life Support (BLS) paramedics. BLS paramedics are authorized to perform cardiopulmonary resuscitation, bag-valve-mask ventilation, semiautomatic defibrillation, and tracheal intubation, and to administer five medications: aspirin, nitroglycerin, salbutamol, epinephrine, and glucagon. They are not authorized to use venous access. With the help of UCCSPU, BLS from the Chaudiere-Appalaches and Quebec City regions were authorized to extend beyond their usual protocols and administer additional doses of the medications listed above. They received advice and guidance from UCCSPU nurses as needed. Four remote interventions were developed between 2006 and 2011, with the objective of supporting BLS paramedics and providing online support to rural nurses. These health care practitioners received theoretical and practical training (three days for paramedics and two weeks for nurses) to perform the interventions that were beyond their scope of professional training. For each episode of care provided with the help of UCCSPU, a nurse collected the data on selected variables relevant to each of the four remote services

and stored them in a database. The preliminary analyses presented in this paper were performed on data extracted from this database. The four UCCSPU interventions were implemented one after another once their clinical validity was confirmed. Therefore, they were not planned *a priori*, but rather developed as the unexpected possibilities were discovered over time.

Prehospital STEMI diagnosis

The prehospital diagnosis of ST segment elevation myocardial infarctions (STEMIs) patients was the main creative idea and clinical justification behind the UCCSPU implementation and was thus the first intervention to be fully operated. The first objective of this clinical platform was to improve access to percutaneous coronary intervention (PCI) in a rural population sparsely distributed across a vast area. UCCSPU staff members have been using prehospital ECGs to remotely diagnose STEMIs since July 2006. The procedure is as follows: the UCCSPU nurse activates the catheterization laboratory, and the ambulance bypasses the nearest ED if the primary percutaneous coronary intervention (PCI) can be performed within 90 minutes from first medical contact (American Heart Association/American College of Cardiology- AHA/ACA)⁵. If PCI cannot be performed within 90 minutes, or if the patient is terminally ill, the ambulance heads to the nearest ED. The AHA/ACA recommendation of 90 minutes cannot be applied everywhere in the sizeable Chaudiere-Appalaches region. Prehospital ECGs were therefore implemented to reduce the interval between EMS arrival and reperfusion by eliminating the stop at a non-PCI hospital. We published a more detailed description of the prehospital STEMI diagnosis procedure elsewhere⁶.

EMTs conduct a 12-lead ECG with the Mobimed telemetry Ortivus system⁷ when one or more of the following criteria are met: chest pain, dyspnea, palpitations, diaphoresis, electrization, syncope, major bleeding, stroke, hypotension, weakness, and trauma in an individual over 65 years old. A new ECG is transmitted by modem every two minutes to the UCCSPU at Alphonse-Desjardins (an academic hospital). The receiving nurse interprets the ECG; if an ST segment elevation is suspected, the nurse calls the emergency physician for validation of the diagnosis. If STEMI is confirmed, the nurse calls the cardiologist on duty at one of the three catheterization laboratories: Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Quebec (IUCPQ), the Quebec City Hôtel-Dieu Hospital (HDQ) or the Sherbrooke University Hospital Center (CHUS) (See Figure 2). Choice of PCI center is designed to allow the ambulance to reach the hospital within 60 minutes of STEMI diagnosis; average time from PCI center arrival to reperfusion is 32 minutes⁸. The first medical contact (defined as the first positive ECG) to balloon recommendation of ≤ 90 minutes is therefore respected. EMTs are advised to bypass the nearest ED and head directly to the designated PCI center.

Of the 53,000 ECGs transmitted by EMTs between August 2006 and May 2014, 1,009 STEMI were diagnosed. 75% (757 STEMI) were directly transferred to a cardiac catheterization laboratory. The remaining 25% (252 STEMI) were transported to the nearest ED because they did not meet the criteria for PCI, i.e., first medical contact to balloon time greater than 90 minutes, contraindication to PCI, instability, or terminal illness. As shown in Figure 3, 99% of patients transported to a PCI center arrived in under 60 minutes after STEMI diagnosis. These results were confirmed in a 208 patients sample study that assessed if the UCCSPU STEMI system could achieve the recommended 90-min interval benchmark for PCI⁶.

Pain management with opioids

The purpose of this intervention was to provide analgesia during long ambulance transportations. This idea came along during the early stages of the UCCSPU implementation and was thus initially planned for STEMI patients. A pilot project initiated in July 2010 allows EMTs to administer opioid analgesia for pain during ambulance transport. Health Canada agreed to allow BLS paramedics to request and administer doses of subcutaneous fentanyl with a physician's prescription.

UCCSPU physicians remotely prescribe fentanyl if the following criteria are met: age ≥ 14 and severe pain defined as $\geq 7/10$ on the 11-point verbal numeric rating scale (VNRS)⁹. The exclusion criteria are bradycardia (<50 beats per minute), hypotension (systolic blood pressure < 100 mm Hg), slow respiratory rate (<12 /minute), fentanyl allergy and P or U score on the AVPU scale. EMTs administer patients subcutaneous doses packaged at 50 $\mu\text{g}/\text{ml}$ for an overall concentration of 1.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$. There is a two-dose maximum and 50 μg limit for patients over 70 years old. VNRS are recorded at baseline, prior to each dose of analgesia, and at destination. Repeat doses are available. Clinically significant pain relief is defined as a minimum reduction of three points on the VNRS. Fentanyl doses are kept in a security safe in the ambulance. This protocol was adopted by the Quebec Ministry of Health and Social Services and by the Quebec College of Physicians.

From July 2010 to May 2014, EMTs made 2,135 requests to the UCCSPU for fentanyl doses. UCCSPU physicians approved 1,940 (91%) of the requested doses. Pain reduction was calculated from a sample of 298 care reports. Degree of relief from pain was associated with transport duration: 30% (82/273) of patients transported in 15 minutes, 40% (57/141) of patients transported in 30 minutes, and 46% (24/52) of patients who were still in transport after 45 minutes reported clinically significant pain relief¹⁰. No adverse events (systolic

blood pressure < 90 mmHg, O₂ saturation < 90%, allergic reaction, or Ramsay scale ≥ 4) were recorded. This intervention has only been implemented in the Chaudiere-Appalaches region to date.

Remote assistance to community health centers

Community health centers that do not offer 24/7 access to a physician made a request to UCCSPU to receive remote assistance if needed when no doctor is on duty. The UCCSPU has been providing online assistance to nurses from three rural community health centers since the end of the year 2010. The local community health centers (CLSC) are located 93 kilometers (St-Jean-Port-Joli), 141 kilometers (St-Pamphile) and 68 kilometers (Île-aux-grues, accessible by ferry) from the UCCSPU (See Figure 2). Nurses who need to stabilize a patient can request medical assistance from a UCCSPU physician over a two-way audio/video system. Nurses completed additional training to be able to administer thrombolysis and perform cardioversion. As soon as patients' symptoms are stabilized, they are transferred by ambulance to the nearest ED.

From December 2010 to May 2014, 86 calls were received from rural community service centers. The cases included thoracic pain (44), palpitations (8), dyspnea (7), abdominal pain (6), various traumas (3), two STEMI patients and one received fibrinolysis prescribed by the emergency physician and 16 cases of other minor complaints.

Remote death certification

The remote death certification service was strongly suggested by the provincial direction of pre-hospital emergency services. The aim behind the implementation of this intervention was to save EMTs travel time and ED resources by avoiding the transportation of deceased persons to hospital. The EMT on the scene attests that the patient is in cardiac arrest without possible intervention, and communicates the data to the UCCSPU nurse. The physician on duty prepares a death certificate if the following inclusion criteria are met: a) death due to a natural case (likely cause of death is known), and b) funeral home previously designated by the family. The nurse calls the funeral home and the home takes over responsibility for the deceased. When there is doubt concerning cause of death, or suspected violent or obscure cause, the coroner on duty is contacted and subsequently takes responsibility for the corpse. In the case of road fatalities, remote death certificates may be suitable in isolated and low traffic areas, or if the road is closed for an extended period. This protocol was

approved by the Quebec Ministry of Health and Social Services, the Coroner's Office, and the Quebec College of Physicians.

From April 11, 2011 to May 2014, the UCCSPU accepted 1440 (80%) of 1799 EMT requests for remote death certifications. Of the 1440 deaths, 944 were from natural causes and the corpse was transported to a funeral home; 496 were investigated by a coroner. The remaining 359 requested death certificates were rejected either because the inclusion criteria were not met or because the UCCSPU medical team was overloaded. The corpses that were not approved for remote certification were transported to hospital for on-site certification.

The remote death certification program saves EMTs money and operation time. EMTs now spend an estimated 50 minutes completing the death certification protocol (average time calculated from a sample of 185 death certificates); prior to the remote death certification program, time of call to return to service point took EMTs an average of 121 minutes. That is, the use of remote death certifications saves an average of 71 minutes in the sample used, and the difference between the two groups was statistically significant (t-test; $p < 0.0001$). Further analyses will allow to determine the EMTs travel time saved for all death certifications.

2.5 Discussion

The UCCSPU provides online medical support to EMTs and nurses in the Chaudiere-Appalaches and Quebec City regions. Although telemedicine units are being implemented worldwide, UCCSPU is the first to offer a combination of services that includes STEMI diagnosis, death certifications, fentanyl prescription, and nurse assistance.

Improved access to quality health care

When the UCCSPU was created in 2006, STEMI patients were identified as a vulnerable population most likely to benefit from a rapid prehospital telemedicine system. Prehospital ECGs are now used to evaluate patients with suspected acute coronary syndrome¹¹⁻¹³. ECG results are then transmitted for interpretation to either a call cardiologist¹⁴, a telecardiology "hub"¹⁵, or an ED physician^{16, 17}. Remote STEMI diagnoses, and activation of the catheterization laboratory while patients are *en route* to hospital reduces treatment delays and improves clinical outcomes¹⁸. Despite the significant size of the Chaudiere-Appalaches territory, remote diagnosis allows medical personnel to respect the first medical contact to balloon recommendation time for 99% of patients.

A novel protocol developed by the UCCSPU authorizes BLS paramedics from the Chaudiere-Appalaches region to safely relieve patients' pain with subcutaneous fentanyl doses; this is the first time such authorization was given in Quebec. Prehospital pain management with opioids is now common¹⁹. While morphine is the best choice when long-lasting pain relief is desired, fentanyl's quick onset and relatively brief effect is appropriate for emergency care²⁰. In this study, a greater proportion of patients (46%) with long transportation times (45 minutes) than patients with short (15 minutes) transportation times (30%) reported pain reduction ≥ 3 points. Pain reduction can make a significant difference in a rural context where transportation can take up to 60 minutes. Average prehospital pain reduction with fentanyl reported in the literature is 2.5 to 4.8²¹⁻²⁶; our results are at the lower end of this average. To our knowledge, this is the first study to report subcutaneous fentanyl administration in a prehospital setting; the most commonly used form is intranasal²⁷. Further investigations are needed to determine whether or not mode of administration has an impact on the analgesic effect. In the future, the UCCSPU plans to extend authorization for fentanyl administration to the pediatric population and to optimize the protocol for the geriatric population.

A second telemedicine solution developed to improve health care for rural citizens involved online assistance for nurses at community service centers. This telemedicine application was demonstrated to greatly benefit communities with no 24/7 physician coverage. Telehealth systems developed to support rural nurses have been successfully implemented in several areas²⁸⁻³⁰.

Saved medical resources

To our knowledge, the UCCSPU is the first telemedicine system to report remote death certifications. The objective behind this creative idea was to save healthcare resources. A preliminary study has already demonstrated that this intervention saves over 60 minutes per patient for EMTs; paramedics are therefore more immediately available for other calls, and fewer ED resources are used. Maximizing time and use of ED resources are key issues in a rural context where the limited ambulance fleet travel significant distances. Remote death certification avoids unnecessary transportation of deceased persons to the ED, which in turn reduces overall ED visits, burden on staff and maximizes the use of ambulances and paramedics for emergencies. Further studies will determine the extent of savings in terms of time and money.

Lessons learned

In order to succeed into the development of telemedicine interventions such as UCCSPU services, several key elements should be considered. The only clinical activities that are worth using telemedicine service are those

with an added value for the patient, i.e. the right treatment for the right patient at the right time. A strong medical leadership with volunteer physicians interested by remote medical interventions is another important element. All the involved healthcare practitioners should be informed of the changes made to the regular operations. It is also important to obtain endorsement of health decision-makers on local, regional and national levels for management and funding. In the case of UCCSPU, co-management involving medical and nurse staff was a successful model and should be considered in the implementation of a similar clinical telemedicine platform.

Limitations

This paper describes the telemedicine program and presents preliminary analyses of four remote interventions added one after another. Because the data were collected for clinical administrative purposes, results are at risk of non-differential information bias. Selection bias could also have been introduced in the results due to the small sample sizes used. Due to the preliminary nature of the analyses, it has not been possible to measure the impact of this program yet. More detailed data and analysis will be presented in future publications.

2.6 Conclusion

The UCCSPU is a telemedicine program that improves health care in the Chaudiere-Appalaches and Quebec City regions. Remote health applications were implemented with special staff training, and with significant benefit to a primarily rural population. The UCCSPU is planning to expand its services to the entire province of Quebec, with the exception of the city of Montreal, where EMS are regulated by an independent corporation (Urgences-Santé).

Acknowledgements

We would like to thank François Bégin for revision and suggestions. The UCCSPU creation was made possible thanks to the 2002-2004 fundraising campaign, which allowed to buy the required equipment. We therefore would like to thank all donors for their generous support. We also would like to thank the Chaudiere-Appalaches Health and Social Services Agency and the Quebec Ministry of Health and Social Services, who have provided annual funding to the UCCSPU programme since 2005, which allows to pay the salaries of nurses.

Conflicts of interest

We declare no conflicts of interest.

2.7 References

1. Canadian Institute for Health Information. https://secure.cihi.ca/free_products/rural_canadians_2006_report_e.pdf. Date accessed:
2. Hameed S, Schuurman N, Razek T, et al. Access to trauma systems in Canada. *J Trauma*. 2010; 69: 1350-61.
3. Gonzalez RP, Cummings G, Mulekar M and Rodning CB. Increased mortality in rural vehicular trauma: identifying contributing factors through data linkage. *J Trauma*. 2006; 61: 404-9.
4. Grossman DC, Kim A, Macdonald SC, Klein P, Copass MK and Maier RV. Urban-rural differences in prehospital care of major trauma. *J Trauma*. 1997; 42: 723-9.
5. O'Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2013; 127: 529-55.
6. Tanguay A, Dallaire R, Hebert D, Bégin F and Fleet R. Rural Patient Access to Primary Percutaneous Coronary Intervention Centers is Improved by a Novel Integrated Telemedicine Prehospital System. *The Journal of emergency medicine*. 2015.
7. Ortivus Mobimed Smart. <http://www.ortivus.com/en/solutions/mobimed-smart/>. Date accessed: October 12, 2015.
8. Plourde G, Abdelaal E, Bataille Y, et al. Effect on door-to-balloon time of immediate transradial percutaneous coronary intervention on culprit lesion in ST-elevation myocardial infarction compared to diagnostic angiography followed by primary percutaneous coronary intervention. *The American journal of cardiology*. 2013; 111: 836-40.
9. Williamson A and Hoggart B. Pain: a review of three commonly used pain rating scales. *Journal of clinical nursing*. 2005; 14: 798-804.
10. Fournier F, Bégin F, Tanguay A, Hébert D, Foldes-Busque G and Fleet R. Subcutaneous fentanyl administration: a safe and novel approach to pain relief by BLS-EMT *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 2015; 19: 140-77.
11. O'Connor RE, Brady W, Brooks SC, et al. Part 10: acute coronary syndromes: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*. 2010; 122: S787-817.
12. Ting HH, Krumholz HM, Bradley EH, et al. Implementation and integration of prehospital ECGs into systems of care for acute coronary syndrome: a scientific statement from the American Heart Association Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research, Emergency Cardiovascular Care

Committee, Council on Cardiovascular Nursing, and Council on Clinical Cardiology. *Circulation*. 2008; 118: 1066-79.

13. Welsh RC, Travers A, Huynh T, Cantor WJ and Canadian Cardiovascular Society Working G. Canadian Cardiovascular Society Working Group: Providing a perspective on the 2007 focused update of the American College of Cardiology and American Heart Association 2004 guidelines for the management of ST elevation myocardial infarction. *The Canadian journal of cardiology*. 2009; 25: 25-32.

14. Sanchez-Ross M, Oghladian G, Maher J, et al. The STAT-MI (ST-Segment Analysis Using Wireless Technology in Acute Myocardial Infarction) trial improves outcomes. *JACC Cardiovascular interventions*. 2011; 4: 222-7.

15. Brunetti ND, De Gennaro L, Dellegrottaglie G, Amoroso D, Antonelli G and Di Biase M. A regional prehospital electrocardiogram network with a single telecardiology "hub" for public emergency medical service: technical requirements, logistics, manpower, and preliminary results. *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association*. 2011; 17: 727-33.

16. Farshid A, Allada C, Chandrasekhar J, et al. Shorter Ischaemic Time and Improved Survival with Pre-hospital STEMI Diagnosis and Direct Transfer for Primary PCI. *Heart, lung & circulation*. 2014.

17. Rao A, Kardouh Y, Darda S, et al. Impact of the prehospital ECG on door-to-balloon time in ST elevation myocardial infarction. *Catheterization and cardiovascular interventions : official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. 2010; 75: 174-8.

18. Le May MR, Dionne R, Maloney J and Poirier P. The role of paramedics in a primary PCI program for ST-elevation myocardial infarction. *Progress in cardiovascular diseases*. 2010; 53: 183-7.

19. Dijkstra BM, Berben SA, van Dongen RT and Schoonhoven L. Review on pharmacological pain management in trauma patients in (pre-hospital) emergency medicine in the Netherlands. *European journal of pain*. 2014; 18: 3-19.

20. Braude D and Richards M. Appeal for fentanyl prehospital use. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 2004; 8: 441-2.

21. Johnston S, Wilkes GJ, Thompson JA, Ziman M and Brightwell R. Inhaled methoxyflurane and intranasal fentanyl for prehospital management of visceral pain in an Australian ambulance service. *Emergency medicine journal : EMJ*. 2011; 28: 57-63.

22. Karlsen AP, Pedersen DM, Trautner S, Dahl JB and Hansen MS. Safety of intranasal fentanyl in the out-of-hospital setting: a prospective observational study. *Annals of emergency medicine*. 2014; 63: 699-703.

23. Middleton PM, Simpson PM, Sinclair G, Dobbins TA, Math B and Bendall JC. Effectiveness of morphine, fentanyl, and methoxyflurane in the prehospital setting. *Prehospital emergency care : official journal*

of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors. 2010; 14: 439-47.

24. Rickard C, O'Meara P, McGrail M, Garner D, McLean A and Le Lievre P. A randomized controlled trial of intranasal fentanyl vs intravenous morphine for analgesia in the prehospital setting. *The American journal of emergency medicine*. 2007; 25: 911-7.

25. Smith MD, Wang Y, Cudnik M, Smith DA, Pakiela J and Emerman CL. The effectiveness and adverse events of morphine versus fentanyl on a physician-staffed helicopter. *The Journal of emergency medicine*. 2012; 43: 69-75.

26. Wedmore IS, Kotwal RS, McManus JG, et al. Safety and efficacy of oral transmucosal fentanyl citrate for prehospital pain control on the battlefield. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2012; 73: S490-5.

27. Hansen MS and Dahl JB. Limited evidence for intranasal fentanyl in the emergency department and the prehospital setting--a systematic review. *Danish medical journal*. 2013; 60: A4563.

28. Clegg A, Brown T, Engels D, Griffin P and Simonds D. Telemedicine in a rural community hospital for remote wound care consultations. *Journal of wound, ostomy, and continence nursing : official publication of The Wound, Ostomy and Continence Nurses Society / WOCN*. 2011; 38: 301-4.

29. Henderson K. TelEmergency: distance emergency care in rural emergency departments using nurse practitioners. *Journal of emergency nursing: JEN : official publication of the Emergency Department Nurses Association*. 2006; 32: 388-93.

30. Young TL and Ireson C. Effectiveness of school-based telehealth care in urban and rural elementary schools. *Pediatrics*. 2003; 112: 1088-94.

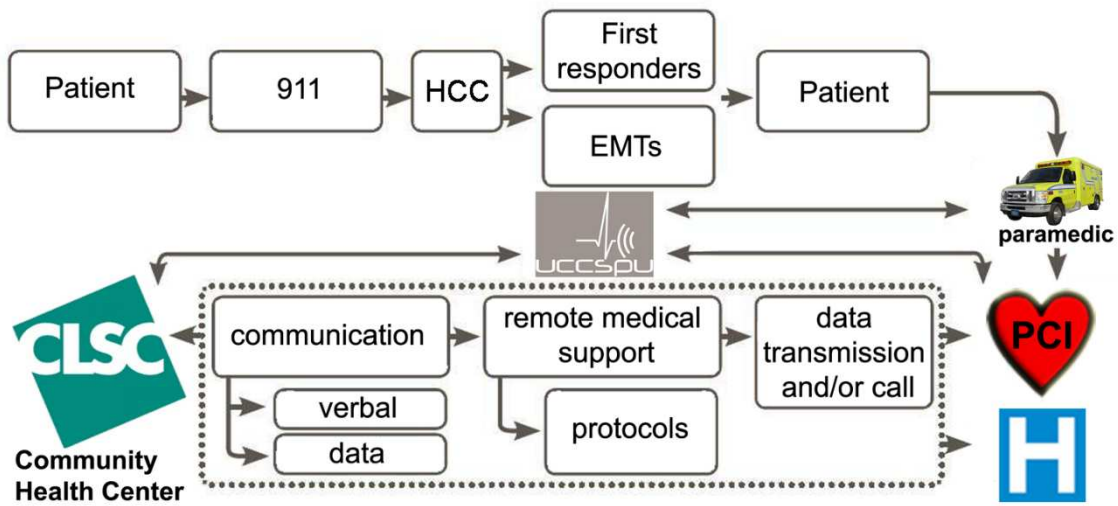


Figure 1. The UCCSPU provide online medical support to community health centers and emergency medical technicians. HCC: Health Communication Center; PCI: percutaneous coronary intervention.

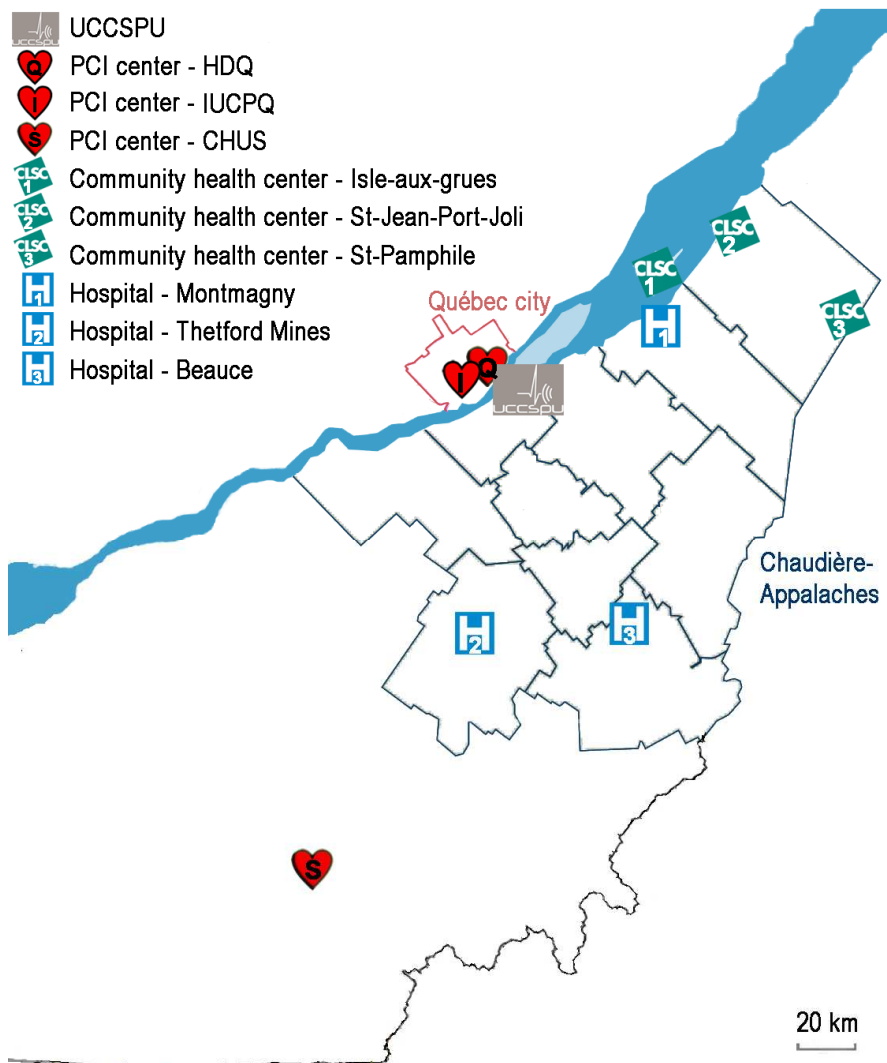


Figure 2. The Chaudière-Appalaches region covered by the UCCSPU telemedicine program. The remote STEMI diagnosis was extended to the Quebec city area.

UCCSPU: *Unité de Coordination Clinique des Services Préhospitaliers d'Urgence*; PCI: percutaneous coronary intervention; HDQ: Quebec City Hôtel-Dieu Hospital; IUCPQ: Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Quebec; CHUS: Sherbrooke University Hospital Center; CLSC : *Centres locaux de services communautaires*.

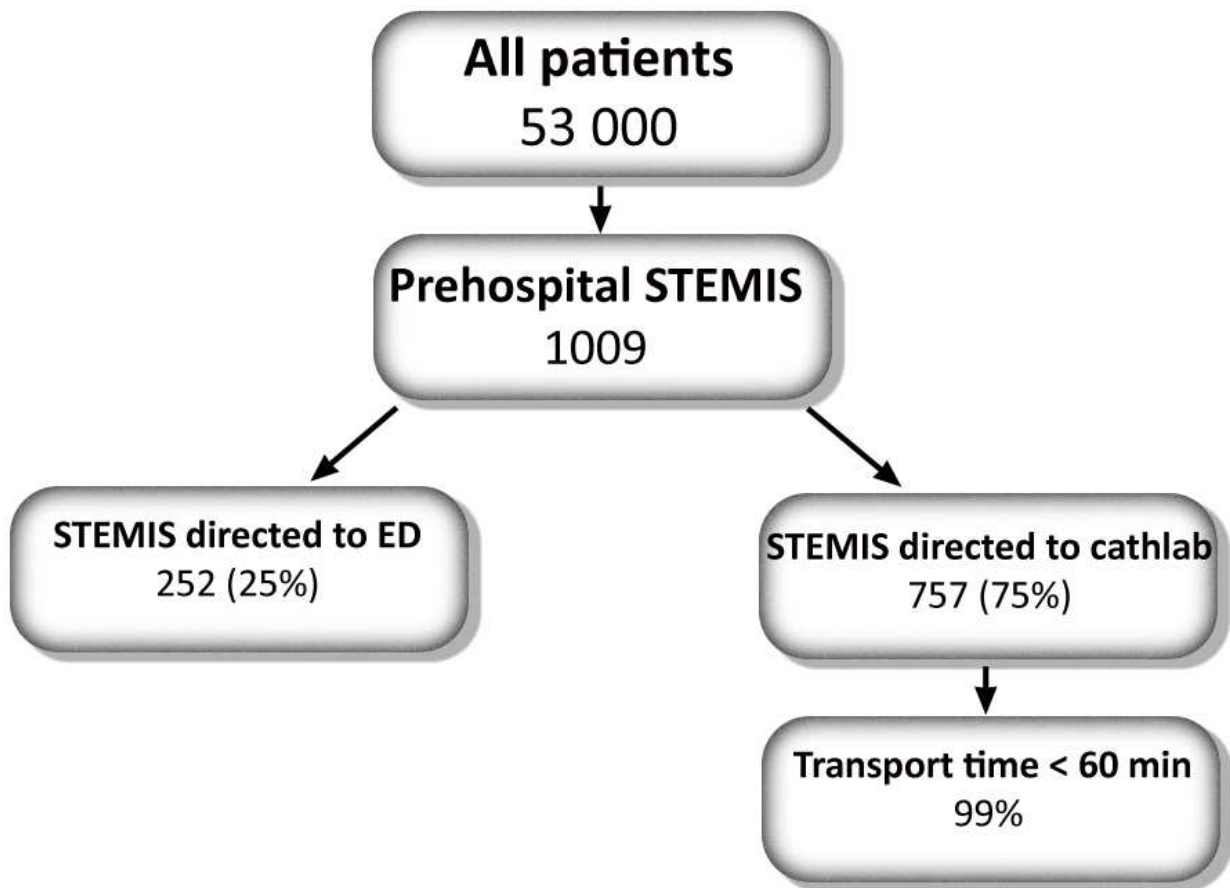


Figure 3. STEMIS diagnosed from the prehospital ECGs transmitted by EMTs between August 2006 and May 2014. STEMIS: ST segment elevation myocardial infarctions; ED: Emergency Department.

3. Objectifs

3.1 Objectif 1 : Le premier objectif est d'établir une classification des événements indésirables survenant lors du transport ambulancier des patients avec IAMEST selon un niveau de gravité mineur et majeur en se basant sur une recherche de la littérature scientifique ainsi qu'un consensus d'experts.

3.2 Objectif 2 : Le deuxième objectif est d'utiliser la classification établie à l'objectif 1 pour déterminer la fréquence des événements indésirables survenant lors du transport de patients avec IAMEST dans les régions de Chaudière-Appalaches et de Québec.

3.3 Objectif 3 : Le troisième et dernier objectif est de déterminer si le temps de transport a un impact sur la fréquence des événements indésirables.

Ces trois objectifs font l'objet d'une publication présentée à la section 4. Les résultats permettront de déterminer si le transport de patients avec IAMEST vers un centre d'hémodynamie par des TAP en soins primaires est sécuritaire.

4. Méthodologie

4.1 Classification des événements indésirables

Tel que mentionné à la section 1.4, une revue de littérature a été effectuée dans le but de classer les événements indésirables survenant en milieu préhospitalier en niveaux « important » et « mineur » (voir Annexe A de la section 5 pour la stratégie de recherche). À l'intérieur d'une rencontre, en se basant sur les études identifiées à l'aide de cette recherche documentaire, les experts de notre groupe de recherche ont établi par consensus des définitions opérationnelles d'événements indésirables à partir de la tension artérielle (TA), la fréquence cardiaque (FC), l'état de conscience et les arythmies. Pour chaque patient ayant subi un événement, les ECG ont été révisés par un résident en médecine d'urgence, Pierre-Alexandre Leblanc, afin de déterminer l'arythmie spécifique. Les experts ont convenu que deux événements cliniques mineurs ou plus devraient être considérés comme un événement clinique majeur.

4.2 Devis de l'étude et population

Cette étude observationnelle est basée sur une cohorte rétrospective utilisant des données clinico-administratives. Les patients éligibles sont tous les patients transportés en ambulance dans les régions de Chaudière-Appalaches et de Québec qui ont bénéficié d'un épisode de soins pour IAMEST dans le cadre d'un transport direct ou d'une déviation vers l'Institut Universitaire de Cardiologie et de Pneumologie de Québec - Université Laval (IUCPQ-UL). Les patients avec démence, sous dialyse ou instables avec nécessité d'intervention médicale immédiate ont été exclus de la cohorte. Ce projet multicentrique a été approuvé par les comités d'éthique de la recherche du Centre intégré de santé et de services sociaux (CISSS) Chaudière-Appalaches et de l'IUCPQ-UL.

4.3 Collecte de données et variables

Les TAP administrent un ECG au patient si au moins un de ces critères d'inclusion est répondu : douleur thoracique, dyspnée, palpitations cardiaques, diaphorèse, électrocution, syncope, saignements majeurs, accident vasculaire cérébral, hypotension, faiblesse ou patient de 65 ans et plus victime d'un traumatisme. Dans la région de Chaudière-Appalaches, les ECG sont enregistrés de façon automatique à toutes les deux minutes à l'aide du système Ortivus (Danderyd, Suède), et reçoivent un soutien médical à distance durant le transport vers le centre de cardiologie lorsqu'un IAMEST est confirmé. Dans la région de Québec, les TAP doivent

transmettre l'ECG à l'UCCSPU avant le départ de l'ambulance avec le système médical Zoll (Chelmsford, MA) et ne bénéficient pas du soutien médical.

Lorsque le patient avec IAMEST est diagnostiqué à distance grâce à l'UCCSPU, un épisode de soins est ouvert dans un logiciel qui permet d'y entrer les données cliniques du patient. Les ECG sont transférés au logiciel depuis l'ambulance grâce à un système de télémétrie et les données cliniques sont communiquées à l'infirmière de garde à l'aide d'un téléphone cellulaire. L'infirmière fait une première interprétation de chaque ECG. Si un IAMEST est suspecté, elle consulte le médecin d'urgence sur place. Si l'infarctus est confirmé, l'UCCSPU indique aux TAP de transférer le patient directement vers le centre d'hémodynamie le plus proche : l'IUCPQ-UL ou le Centre hospitalier Universitaire de Sherbrooke (CHUS) (voir la figure 2 de la section 1.3.1), si l'intervalle entre le premier ECG positif et l'arrivée au centre d'ICP est ≤ 60 minutes. Cette règle a été établie afin de respecter les recommandations de l'AHA/ACC d'administrer l'ICP à l'intérieur de 90 minutes [26, 27], considérant que le temps moyen entre l'arrivée au centre d'ICP et l'inflation du ballonnet d'angioplastie est de 30 minutes [47].

Les données cliniques sont dénominalisées dans la base. Les variables enregistrées incluent : sexe, âge, territoire de l'infarctus, centre hospitalier receveur initial, centre hospitalier de la réorientation (s'il y a lieu), score de douleur, site de douleurs et symptômes, fréquence respiratoire, saturation en oxygène, pouls, tension artérielle, état de conscience (AVPU), événements indésirables et distance à parcourir pour se rendre au centre hospitalier. Le temps de transport a été calculé à partir du départ de l'ambulance du site de l'intervention jusqu'à l'arrivée à l'IUCPQ-UL. Durant la période de l'étude, un total de 52 infirmières ont entré des données cliniques dans la base après chaque épisode de soin.

Lors de l'analyse préliminaire des données enregistrées dans la base de données cliniques de l'UCCSPU, il a été constaté que plusieurs données étaient manquantes dans un certain nombre de dossiers de patients. Ainsi, afin de compléter les données manquantes et d'améliorer la validité des données existantes, les rapports d'intervention préhospitalière (AS-803) et ont été consultés à partir du logiciel CrystalNet à l'IUCPQ-UL. Étant donné que ce logiciel ne permet pas d'exporter un ensemble de données cliniques sur demande, chaque rapport a dû être consulté et extrait manuellement à l'aide d'une feuille d'extraction que j'ai développée avec la collaboration du Dr François Bégin, médecin d'urgence à l'HDL.

4.4 Analyses statistiques

L'association entre la durée du transport ambulancier des patients avec IAMEST et les événements indésirables a été étudiée à l'aide d'un modèle de régression logistique multivarié ordinal. La variable indépendante, soit le temps de transport, a été classée en trois niveaux: 0-14, 15-29 and >30 min. Ces durées de transport représentent des transports courts, moyens et longs dans les régions de Chaudière-Appalaches et de Québec. La variable dépendante a également été classée en trois niveaux, soit aucun événement, un événement mineur et un ou plusieurs événements majeurs. Le groupe d'expert a déterminé que deux événements mineurs distincts devaient être considérés comme un événement majeur selon cette classification. Les rapports de cote (RC) ont été ajustés pour le sexe et l'âge, et ont également été présentés sous une forme non ajustée. L'âge a été classifié selon les espaces interquartiles.

5. Étude des événements indésirables survenant lors du transport de patients en infarctus du myocarde vers un centre de cardiologie tertiaire

Manuscript title: Clinical adverse events in prehospital patients with ST-elevation myocardial infarction transported to a PCI centre by basic life support paramedics in a rural region

Author names and affiliations: Sylvain Bussi eres, PhD¹; François Bégin, MD¹; Pierre-Alexandre Leblanc, MD¹; Alain Tanguay, MD, MSc¹; Jean-Michel Paradis, MD²; Denise Hébert, BSc¹; Richard Fleet, MD, PhD¹

¹UCCSPU, CISSS de Chaudière-Appalaches (CHAU Hôtel-Dieu de Lévis), 143 rue Wolfe, Lévis, QC, G6V 3Z1. Telephone: (418) 835-7121, extension 1737

²Institut universitaire de cardiologie et de pneumologie de Québec (IUCPQ), 2725 Chemin Ste-Foy, Québec City, QC, G1V 4G5.

Corresponding author: Dr. Richard Fleet, Chaire de recherche en médecine d'urgence Universit  Laval-CHAU Hôtel Dieu de Lévis, 143 Rue Wolfe, Lévis Québec, G6V 3Z1. Telephone: (418) 835-7121, extension 3173.

Keywords : pre-hospital, myocardial infarction, STEMI, clinical adverse event, rural, basic life support paramedic, percutaneous coronary intervention (PCI) centre

Word count: 3238 words

Running header: Clinical adverse events in pre-hospital STEMI patients transported to a PCI centre by BLS paramedics

Conflicts of interest: None

Financial support: Fonds de la Chaire de Recherche en Médecine d'urgence Université Laval-CISSS Chaudières- Appalaches

5.1 Résumé

Objectifs: En milieu rural, les hôpitaux ont des ressources limitées et font appel aux techniciens ambulanciers paramédics (TAP) en soins primaires pour les transferts inter-hospitaliers. À l'heure actuelle, aucune étude n'a permis de déterminer si les patients avec infarctus aigu du myocarde avec élévation du segment ST (IAMEST) transportés sur de longues distances sont à risque d'événements indésirables. L'objectif de cette étude est de déterminer la fréquence des événements cliniques indésirables survenant lors du transport de patients avec IAMEST dans une région rurale par des TAP en soins primaires et d'évaluer l'impact de la durée de transport sur la survenue de ces événements.

Méthodes: Nous avons effectué une analyse rétrospective de 880 patients avec IAMEST transportés vers un centre d'intervention coronarienne percutanée (ICP). Les TAP ont administré des ECG de façon continue et effectué un suivi des signes vitaux des patients lors du transport. En se basant sur une revue de la littérature, un consensus d'experts formé des auteurs a établi une classification des événements indésirables en deux niveaux : important et mineur. Un modèle de régression logistique multivarié a été utilisé afin d'évaluer l'association entre la durée du temps de transport (0-14, 15-29, ≥ 30 min) et la fréquence des événements cliniques indésirables.

Résultats: La proportion de patients ayant subi un événement clinique majeur et mineur était de 18,5 et 12,2%, respectivement. Les événements cliniques majeurs les plus fréquents étaient la l'hypotension sévère (6,1%) et la tachycardie ventriculaire / fibrillation ventriculaire (TV/FV; 5,1%). Aucune association entre le temps de transport et le risque de subir un événement indésirable n'a pu être observée ($p=0,19$). Aucun décès n'a été observé à l'arrivée du centre d'ICP.

Conclusion: Dans cette étude de patients avec IAMEST transportés en ambulance dans une région rurale, les événements cliniques indésirables sont courants (30,7%). Cependant, la durée de transport n'est pas associée avec l'occurrence des événements cliniques chez ces patients.

5.2 Abstract

Objectives: It remains unclear whether ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) patients transported by ambulance over long distances are at risk for clinical adverse events. We sought to determine the frequency of clinical adverse events in a rural population of STEMI patients and to evaluate the impact of transport time on the occurrence of these events in the presence of BLS paramedics.

Methods: We performed a health records review of 880 consecutive STEMI patients transported to a percutaneous coronary intervention (PCI) centre. Patients had continuous electrocardiogram (ECG) and vital sign monitoring during transport. A classification of clinically important and minor adverse events was established based on a literature search and expert consensus. A multivariate ordinal logistic regression model was used to study the association between transport time (0-14, 15-29, ≥ 30 min) with the occurrence of overall clinical adverse events.

Results: Clinically important and minor events were experienced by 18.5% and 12.2% of STEMI patients, respectively. The most frequent clinically important events observed were severe hypotension (6.1%) and ventricular tachycardia /ventricular fibrillation (VT/VF; 5.1%). Transport time was not associated with higher risk of experiencing clinical adverse events ($p=0.19$). No deaths were recorded during prehospital transport.

Conclusions: In our study of rural STEMI patients, clinical adverse events were common (30.7%). However, transport time was not associated with the occurrence of adverse clinical events in these patients.

5.3 Introduction

Approximately 16,000 Canadians die from myocardial infarction every year, and most of these deaths occur outside the hospital <1>. Primary percutaneous coronary intervention (PCI) has been shown to be superior to fibrinolytic therapy in ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) patients when performed in a timely manner <2>. The use of prehospital electrocardiograms (ECGs) can reduce treatment delays and improve clinical outcomes <3>, and are recommended for early STEMI diagnosis <4>. Prehospital ECGs can be transmitted to an emergency department (ED) physician for interpretation while paramedics are on the scene or during transport <5, 6>. When a STEMI is diagnosed, the current recommendation is to activate the PCI centre while in transport if the PCI can be performed within 90 minutes from first medical contact (American Heart Association [AHA]/American College of Cardiology [ACC]) <4, 7>. While it is known that suspected STEMI patients are at risk for clinical adverse events during transport, it is unclear how often these events occur and which complications are most common. Four previous Canadian studies have investigated complications in STEMI patients transported by paramedics, with conflicting results. In the two first studies, complications occurred sporadically in 7/134 patients (5%) <8> and 3/89 patients (3%) <9>, while being common in the two others, i.e. 27% <10> and 35% <11>. Neither of these studies distinguished between high risk (i.e., clinically important) and low risk (i.e., clinically minor) adverse events. Furthermore, it is unknown whether longer ambulance transport times (which are often the case in rural areas) are associated with the frequency of clinical adverse events <12>.

In the Chaudière-Appalaches and Québec City regions of Canada, an integrated STEMI program has been used to remotely manage suspected STEMI patients since July 2006 <13>, and consistently achieves the recommended 90-minute interval benchmark for PCI <14>. There are four non-PCI hospitals in the Chaudière-Appalaches region, and the farthest from the PCI centre is St-Georges hospital (98 km). Prior to this program, STEMI patients were transported to the nearest hospital, stabilized, and escorted by nurse or physician to the PCI centre, following the protocol of the Québec College of Physicians <15>. With implementation of the STEMI program, paramedics are able to wirelessly transmit a prehospital 12-lead ECG to an ED physician at a regional online medical control (OLMC) centre for interpretation. A confirmed STEMI diagnosis results in the regional OLMC contacting an interventional cardiologist at a PCI facility who then decides whether to activate the cardiac catheterization laboratory (CCL) and receive the patient. Since this system involves bypassing the nearest ED, potentially unstable STEMI patients are transported by Basic Life Support (BLS) paramedics (equivalent to primary care paramedics [PCPs]) for longer periods of time without nursing or physician supervision in person. The scope of practice required of EMS providers to safely manage STEMI patients in the out-of-hospital environment is an issue that has been raised before <10>. In Canada, BLS paramedics have a limited scope of practice that includes cardiopulmonary resuscitation, bag-valve-mask ventilation, semiautomatic defibrillation,

and esophageal tracheal airway with Combitube. They are only allowed to administer five medications (aspirin, nitroglycerin, salbutamol, epinephrine, glucagon). In the province of Québec, BLS paramedics are not authorized to install or administer intravenous (IV) medication or fluids, but this particular scope of practice is variable across Canada.

The objectives of this study were 1) to establish a clinically relevant classification of complications in STEMI patients based on evidence from the existing literature; 2) to use this classification to determine the frequency of clinical adverse events among suspected STEMI patients in the Chaudière-Appalaches and Québec City regions; and 3) to assess the association between transport time and the development of clinically important and minor adverse events in this population.

5.4 Methods

Study design

We performed a health records review of all remotely diagnosed STEMI patients transported directly by ambulance to the tertiary cardiology centre for PCI (IUCPQ-UL) between January 2007 and June 2016. Patients with dementia, dialysis, or instability who required immediate medical care were excluded. This project was approved by the ethics review board of the Centre intégré de santé et de services sociaux (CISSS) Chaudière-Appalaches and the Québec Heart and Lung Institute – Laval University (IUCPQ-UL), Québec, Canada.

Data collection

According to the Unité de coordination clinique des services préhospitaliers d'urgence (UCCSPU) protocol, the interval time between a first positive ECG and arrival at the PCI centre should be ≤ 60 minutes, and the mean interval between arrival at the PCI centre and balloon inflation in the CCL is 30 minutes <14>. A detailed description of the prehospital STEMI remote diagnosis procedure and non-PCI hospital bypass has been published previously <13>.

Automated continuous ECGs were performed every 2 minutes in the Chaudière-Appalaches region using the Ortivus system (Danderyd, Sweden), and BLS paramedics received online medical support allowing for identification of new STEMI cases during transport and rapid rerouting to PCI centres. In the Québec City area, BLS paramedics had to transmit the ECG to UCCSPU before ambulance departure at the pick-up location using the Zoll medical system (Chelmsford, MA) and could not benefit from online medical support. During ambulance transport, paramedics verbally communicated clinical data to the UCCSPU nurse including age, sex, oxygen saturation, pulse, arterial blood pressure, level of consciousness according to Alert, Voice, Pain, Unresponsive

(AVPU) scale, distance to hospital, and any deaths that occurred during prehospital transport. Transport time was defined as the duration between departure from the pick-up location and arrival at the hospital. The nurse on duty entered all data in the UCCSPU clinical database after each episode of care. Each nurse received training on data entry. Over the study period, a total of 52 nurses entered clinical data provided by BLS paramedics. Due to missing data in the database, SB used a data extraction sheet containing the UCCSPU clinical data to validate data or complete the missing information for each patient using information from the ambulance paper reports of patients transported to the PCI centre.

Classification of clinical adverse events

A literature review was performed in order to classify adverse events in the prehospital setting as either “clinically important” or “clinically minor” (see strategy in Appendix A). Based on relevant studies identified through this search, emergency physicians (FB, PAL, AT and RF) and the registered nurse (DH) from the research team used clinical criteria to determine operational definitions of adverse events for systolic blood pressure (SBP), heart rate (HR), state of consciousness, and arrhythmias. The experts agreed with these definitions by consensus in a meeting. For every patient who experienced an event, the ECG was reviewed by PAL to determine the specific arrhythmia that occurred. The experts agreed that two or more different clinically minor events should be considered equivalent to one clinically important event.

Comprehensive definitions for prehospital clinical events in STEMI patients were found in one study <10>. Based on this limited literature, operational definitions were determined and classified as either “clinically important” or “clinically minor” events for hypotension, bradycardia, desaturation, ventricular tachycardia with pulse (VT P+), altered level of consciousness (altered LOC) and pulse for atrial fibrillation (AFib). This classification scheme is shown in Box 1. We considered AFib pulse with HR > 120 bpm, AV Block (Mobitz 2 and high degree AV block), VT P+, pulseless ventricular tachycardia/ventricular fibrillation (VT/VF), and asystole or pulseless electrical activity (PEA) to be clinically important events.

Statistical analysis

Patient demographic and clinical characteristics were reported using descriptive statistics. The association between transport time, age, and sex with the occurrence of clinically important events was assessed with a multivariate ordinal logistic regression model. The dependent variable was stratified into three levels according to clinical events defined in Box 1: no event, 1 clinically minor event, or ≥ 1 clinically important events. Patients who experienced two or more different clinically minor events were placed in the clinically important events group. Clinically minor events occurring to the patients suffering from clinically important events were not reported. Transport time (independent variable) was classified into three levels (0-14 min, 15-29 min, ≥ 30 min),

representing the length of short, medium and long transport runs in the Chaudière-Appalaches and Québec City regions. Age was classified according to the interquartile ranges. Unadjusted and adjusted odds ratios (OR) were reported for all independent variables. All statistical analyses were conducted using SAS University Edition <16>.

5.5 Results

Patient characteristics

A total of 1114 STEMI patients were eligible for transportation to PCI centre between 2007 and 2016 (Figure 1). 86 patients were not included in our cohort because they were transported to the nearest non-PCI centre for non-medical reasons (48), or because they required immediate medical care (38). The non-medical reasons were borderline STEMI diagnosis (20), unjustified BLS paramedic decision (9), dementia (5), very old age (4), decision made by the emergency physician (4), late ECG transmission (2), trauma (1), blocked road (2) and palliative care (1). For the remaining 38 patients who experienced a total of 40 clinically important events, the nurse suggested the BLS paramedic to transport the patient to the nearest non-PCI centre for instability reasons: severe hypotension (SBP <80 mmHg; 14), Mobitz 2 and high degree AV block (12), VF without spontaneous return to alert (8), altered level of consciousness at P or U (3), pulmonary embolism (2) and AFib > 120 (1). Two of these patients suffered from 2 and 3 different clinically minor events. As a result, 880 STEMI patients were transported by ambulance to the IUCPQ. Characteristics of the study population are described in Table 1. STEMI patients were predominantly male (73.9%) with a mean age of 65 ± 13 years. Most patients were from the rural Chaudière-Appalaches, Portneuf and Baie-Saint-Paul regions (80%). Among these patients, 230 (21.1%) were routed directly to the IUCPQ, while 650 patients (73.9%) were diverted to the IUCPQ after remote interpretation of the prehospital ECG by an ED physician at the regional OLMC centre. Overall, first positive ECG to balloon inflation was performed within 90 minutes from their initial positive ECG for 816 patients (97%), considering that the transportation time was available for 841 patients. The 10th and 90th percentiles for transport times were 7 and 51 minutes respectively, and the longest transport lasted 100 minutes.

Clinical adverse events

Of the 880 STEMI patients transported by BLS paramedics, 18.5% (163/880) experienced 197 clinically important events and 12.2% (107/880) experienced 115 clinically minor events during transport (Table 2). Overall, 30.7% (270/880) of patients suffered a clinical adverse event. The most common clinically important events were severe hypotension (SBP <80 mmHg; 5.8%), VT/VF (5.1%), altered LOC (P or U) (3.3%), VT P+ (2.4%) and AV Block (2.6%). The clinically minor events observed most frequently were mild bradycardia (HR 40-49 bpm; 5.3%), mild hypotension (SBP 80-89 mmHg; 4.8%) and mild desaturation (80-89%; 0.8%). All

patients suffering from VT/VF were successfully resuscitated with semi-automated defibrillation. There were no deaths recorded during prehospital transport. Overall, 40 (4.5%) patients suffered ≥ 2 clinically important events; 32 (3.6%) patients experienced two clinically important events, while seven (0.8%) and one (0.1%) suffered from three and four events, respectively.

In order to assess the impact of transportation time, age, and sex on the incidence of clinically important and minor events, a multiple ordinal logistic regression was performed (Table 3). The model initially included a comorbidity variable, which took into account patients suffering from ≥ 2 clinically important events. However, since the number of patients who suffered from two or more clinically important events (40 patients) was too small and resulted in an unstable OR, the variable for comorbidity was removed from the model. Transport time was not associated with clinical events (global p-value= 0.19). Age 74-97 was found to be statistically significant at the 0.05 level when controlling for transportation time and sex ($p=0.03$).

5.6 Discussion

In this study, we classified clinical adverse events in STEMI patients as either important or minor, based on expert opinion and the published literature. The occurrence of these adverse events was common in our study population with 30.7% of STEMI patients experiencing at least one event during transport, with more than half of the events being classified as clinically important. Furthermore, we observed that STEMI patients with longer transport times to the PCI centre did not experience more clinical events compared to patients with shorter transport times. However, clinical events were more frequent in the older age group (74-97), which could mean that these patients are more at risk from clinical events, regardless of the transportation time. To date, this is the largest observational study of clinical events experienced by STEMI patients being transported by ambulance in Canada. Our findings demonstrate that rural STEMI patients can be safely transported by BLS paramedics over long ambulance runs (≥ 30 min).

Prehospital diagnosis of STEMI and direct transport to a PCI centre while bypassing non-PCI hospitals is a well-established strategy for reducing patient contact-to-balloon times <17-19>. While most studies have focused on the accuracy of prehospital diagnosis and the duration of transport to PCI, the safety of prolonged transport of rural STEMI patients by BLS paramedics has not been adequately evaluated. To our knowledge, four Canadian studies performed in Ontario have described adverse events occurring during prehospital transport of STEMI patients in urban and suburban settings. A pilot study conducted by Cantor et al. in Ontario concluded that suspected STEMI patients could be safely and effectively transported directly to primary PCI by paramedics without advanced care training <8>. In this study, one of 134 patients developed a rapid atrial flutter during transport that required Advanced Care Paramedic (ACP) skills, one patient had VF and five patients had

transient hypotension, for a total of 7 (5%) clinical adverse events <8>. In the second study, which was conducted by Ryan et al., 487 STEMI patients were transported by ACPs to a PCI centre or to a non-PCI ED with interfacility transfer to a PCI laboratory <10>. The authors reported an overall clinical event rate of 27%, which is higher than the clinically important events rate we reported (18.5%). In the third study, STEMI patients were transported by PCPs to either the closest non-PCI centre or to a PCI centre, with an optional ACP rendezvous. Three patients (3%) experienced a clinically important event (VF) in the prehospital setting <9>. In the fourth study, 361 STEMI patients were transported by PCPs to a PCI centre <11>. In a STEMI bypass guideline that was implemented, PCPs have to request an en route ACP-rendezvous to be authorized to transport unstable patients (HR<50 or ≥ 120 , SBP < 80 mmHg, or ventilation required). In addition to the 119 unstable patients, 8 stable patients experienced a cardiac arrest under the care of the paramedics, which represented an overall clinical event rate of 35%.

In our cohort, the most common clinically important events were severe hypotension (5.8%) and VT/VF (5.1%). All patients were successfully resuscitated prior to arrival at the PCI centre, suggesting that extended transport of mainly rural STEMI patients can be managed by BLS paramedics. It is unlikely that most of the clinical events we observed in our study would have been managed differently by ACPs, with the possible exception of advanced interventions such as external pacemakers for patients with Mobitz 2 and complete AV Block or high degree AV block (n = 23), IV fluids for with severe hypotension (n = 51), or manual cardioversion for patients with VT P+ (n = 21). However, it is unknown whether the benefits of these advanced interventions would offset the potential harm that may occur with delayed transport to the PCI centre. Thus, we believe that STEMI patients benefit more from timely PCI access rather than from a broader range of prehospital interventions.

In Canada, access to primary PCI within recommended timeframes is variable; approximately 64% of patients aged 40 and older are ambulance transported to a PCI facility within 60 minutes <20>. In rural areas, this access depends to a large extent on the capacity to acquire a prehospital 12-lead ECG. When a STEMI is diagnosed, bypass of the nearest ED requires potentially unstable STEMI patients to be transported by BLS paramedics for longer periods of time without nursing or physician supervision in person. The results from our study demonstrate that longer transport times for rural patients do not increase the risk of clinical adverse events. Therefore, our study reports that prehospital STEMI triage for primary PCI should be extended to regions that have few or no paramedics with advanced care training, a conclusion that was also drawn by Cantor et al. <8>.

In the absence of STEMI regional programs, the standard of care remains having the patient transported to the nearest non-PCI hospital followed by interfacility transfer to a PCI centre. There is considerable variability in EMS systems across Canada with respect to training, scope of practice, management, private versus public

financing, air medevac capacity, and other factors related to prehospital care. STEMI patients are usually transported to the nearest hospital by paramedics that may not have access to ECG interpretation services in the ambulance. In many provinces, the transfer of STEMI patients to a PCI hospital requires an in-hospital acute care nurse or physician. For rural hospitals with limited resources, this may significantly limit the ability of health care providers at the facility to respond to other medical conditions requiring emergency care <4>. However, this population is more likely to have longer ischemic time, may be more unstable and need different interventions. As a consequence, our data should not be used to conclude that interfacility transport of STEMI patients by PCPs without a medical escort is safe. A study should be performed to determine the safety of interfacility transports by PCPs with this subset of patients.

Strengths and limitations

This study is subject to the known limitations of health records review, which is subject to non-differential information bias. For 38 patients (4.3%) who experienced a total of 40 clinically important events, the nurse had suggested that BLS paramedic transport the patient to the nearest non-PCI centre for instability reasons, which may have introduced a selection bias. Although the treatments administered by BLS paramedics were captured in the ambulance reports, we were unable to use these data in the analysis due to a large amount of missing values. In addition, continuous monitoring of patient vital signs and ECGs was not available for those patients transported in the Québec City region. There was the potential for misclassification of arrhythmia types due to only one observer reviewing the ECGs. Hospital-based outcomes could not be linked with prehospital data for this study. Despite these limitations, this study also has a number of strengths. The clinical data extracted from a medico-administrative database was validated with ambulance reports to improve data validity. Additionally, this study represents the largest investigation of clinical adverse events in a Canadian cohort of STEMI patients transported by ambulance.

5.7 Conclusion

In conclusion, our study demonstrates that transport time is not associated with clinical adverse events in rural STEMI patients who are transported by BLS paramedics. Although clinical events were common, there were no deaths recorded during prehospital transport. Further research is needed to determine long-term outcomes in patients who experience clinically important events during ambulance transport. Nevertheless, the results from our study indicate that prehospital STEMI diagnosis by BLS paramedics followed by triage for primary PCI is safe.

Acknowledgements

We would like to thank Stéphane Turcotte for his assistance with statistical analysis for this study.

5.8 References

1. Statistics Canada (Health Statistics Division). Mortality, summary list of causes 2009. Ottawa: Minister of Industry; 2012.
2. de Boer SP, Barnes EH, Westerhout CM, et al. High-risk patients with ST-elevation myocardial infarction derive greatest absolute benefit from primary percutaneous coronary intervention: results from the Primary Coronary Angioplasty Trialist versus thrombolysis (PCAT)-2 collaboration. *American heart journal*. 2011;161(3):500-7 e1.
3. Le May MR, Dionne R, Maloney J, et al. The role of paramedics in a primary PCI program for ST-elevation myocardial infarction. *Progress in cardiovascular diseases*. 2010;53(3):183-7.
4. Welsh RC, Travers A, Huynh T, et al. Canadian Cardiovascular Society Working Group: Providing a perspective on the 2007 focused update of the American College of Cardiology and American Heart Association 2004 guidelines for the management of ST elevation myocardial infarction. *The Canadian journal of cardiology*. 2009;25(1):25-32.
5. Farshid A, Allada C, Chandrasekhar J, et al. Shorter Ischaemic Time and Improved Survival with Pre-hospital STEMI Diagnosis and Direct Transfer for Primary PCI. *Heart, lung & circulation*. 2014;24(3):234-40.
6. Rao A, Kardouh Y, Darda S, et al. Impact of the prehospital ECG on door-to-balloon time in ST elevation myocardial infarction. *Catheterization and cardiovascular interventions : official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. 2010;75(2):174-8.
7. Armstrong PW, Bogaty P, Buller CE, et al. The 2004 ACC/AHA Guidelines: a perspective and adaptation for Canada by the Canadian Cardiovascular Society Working Group. *The Canadian journal of cardiology*. 2004;20(11):1075-9.
8. Cantor WJ, Hoogeveen P, Robert A, et al. Prehospital diagnosis and triage of ST-elevation myocardial infarction by paramedics without advanced care training. *American heart journal*. 2012;164(2):201-6.
9. Ross G, Alsayed T, Turner L, et al. Assessment of the safety and effectiveness of emergency department STEMI bypass by defibrillation-only emergency medical technicians/primary care paramedics. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 2015;19(2):191-201.
10. Ryan D, Craig AM, Turner L, et al. Clinical events and treatment in prehospital patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors*. 2013;17(2):181-6.
11. Kwong JL, Ross G, Turner L, et al. Evaluation of a primary care paramedic STEMI bypass guideline. *Cjem*. 2017:1-7.
12. Bosco C, Oandasan I. Review of Family Medicine Within Rural and Remote Canada: Education, Practice, and Policy. Mississauga, ON: College of Family Physicians of Canada; 2016.
13. Bussieres S, Tanguay A, Hebert D, et al. Unite de Coordination Clinique des Services Prehospitaliers d'Urgence: A clinical telemedicine platform that improves prehospital and community health care for rural citizens. *Journal of telemedicine and telecare*. 2017;23(1):188-94.
14. Tanguay A, Dallaire R, Hebert D, et al. Rural Patient Access to Primary Percutaneous Coronary Intervention Centers is Improved by a Novel Integrated Telemedicine Prehospital System. *The Journal of emergency medicine*. 2015.
15. Collège des médecins du Québec (CMQ). Complémentarité des services d'urgence : prise en charge des patients. Guide d'exercice. Montréal, Qc.1998.
16. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA 2017.

17. Camp-Rogers T, Dante S, Kontos MC, et al. The impact of prehospital activation of the cardiac catheterization team on time to treatment for patients presenting with ST-segment-elevation myocardial infarction. *The American journal of emergency medicine*. 2011;29(9):1117-24.
18. Diercks DB, Kontos MC, Chen AY, et al. Utilization and impact of pre-hospital electrocardiograms for patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction: data from the NCDR (National Cardiovascular Data Registry) ACTION (Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network) Registry. *Journal of the American College of Cardiology*. 2009;53(2):161-6.
19. Fosbol EL, Granger CB, Jollis JG, et al. The impact of a statewide pre-hospital STEMI strategy to bypass hospitals without percutaneous coronary intervention capability on treatment times. *Circulation*. 2013;127(5):604-12.
20. Patel AB, Tu JV, Waters NM, et al. Access to primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction in Canada: a geographic analysis. *Open medicine : a peer-reviewed, independent, open-access journal*. 2010;4(1):e13-21.

Box 1. Classification and definitions of clinically important events and minor events occurring during prehospital transport of STEMI patients

Event	Classification	
	Clinically important	Clinically minor
Hypotension	SBP <80 mmHg	SBP = 80-89 mmHg
Bradycardia	HR < 40 bpm	HR = 40-49 bpm
Desaturation	O ₂ < 80%	O ₂ = 80-89%
Atrial Fibrillation (AFib)	HR > 120 bpm	HR ≤ 120 bpm
Altered level of consciousness (Altered LOC)	with AVPU at painful (P) or unresponsive (U)	with AVPU at verbal (V)
Ventricular tachycardia with a pulse (VT P+)	HR >120 bpm	X
AV Block (Mobitz 2 and complete AV Block or High degree AV block)	✓	X
Ventricular tachycardia/ventricular fibrillation (VT/VF)	✓	X
Asystole or pulseless electrical activity (PEA)	✓	X
At least two clinically minor events	✓	X

Table 1. Population characteristics

Characteristic	Total
Patients, n	880
Age (mean, SD)	65 (13)
Male, n (%)	650 (73.9)
SBP (mmHg, SD)	122.9 (29.6)
HR (bpm, SD)	76.5 (24.4)
Saturation (% , SD)	96.4 (7.9)
First medical contact to PCI arrival time (min)	
0 – 14, n	336
15-29, n	229
≥ 30, n	276
Median [IQR]	20 [11-36]
Range	1 - 100
10 th percentile	7
90 th percentile	51
Mean (SD)	24.5 (17.3)
Number of patients transported > 60 min (%)	25 (3)

Note: Transportation time was only available for 841 patients.

SD = standard deviation; SBP = systolic blood pressure; HR = heart rate; IQR = interquartile range

Table 2. Frequency of clinically important and minor events

	STEMI patients (n = 880)
All clinical events (important and minor)	312
Number of patients (%)	270 (30.7)
Clinically important events, n	212
Number of patients (%)	163 (18.5)
Severe hypotension (SBP <80 mmHg)	51 (5.8)
VT/VF	45 (5.1)
Altered LOC (P or U)	29 (3.3)
Mobitz 2 and high degree AV block	23 (2.6)
Ventricular tachycardia with a pulse (VT P+)	21 (2.4)
Severe bradycardia (HR < 40 bpm)	14 (1.6)
Asystole/pulseless electrical activity	4 (0.45)
Severe desaturation (<80%)	5 (0.57)
AFib ≥ 120	3 (0.34)
Two minor events	17
Death on arrival at PCI centre	0
Clinically minor events, n	107
Number of patients (%)	107 (12.2)
Mild bradycardia (HR = 40-49 bpm)	46 (5.3)
Mild hypotension (SBP = 80-89 mmHg)	42 (4.8)
Mild desaturation (80-89%)	7 (0.8)
AFib <120	12 (1.48)
AVPU (V)	0 (0)

AFib = atrial fibrillation; Altered LOC = altered level of consciousness; AVPU = Alert, Voice, Pain, Unresponsive; HR = heart rate; PCI = percutaneous coronary intervention; SBP = systolic blood pressure; STEMI = ST-elevation myocardial infarction; VT/VF = Ventricular tachycardia/ventricular fibrillation; VT P+ = Ventricular tachycardia with a pulse.

Note: Some patients experienced more than one clinical event.

Table 3. Ordinal logistic regression of clinically important and minor events

Variable	Unadjusted analysis		Adjusted analysis	
	OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value
Transportation time				
0-14 min	Reference		Reference	
15-29 min	1.07 (0.75-1.52)	0.70	1.08 (0.76-1.55)	0.65
≥ 30 min	0.79 (0.56-1.12)	0.18	0.78 (0.55-1.10)	0.15
Male	1.12 (0.81-1.57)	0.49	1.23 (0.86-1.75)	0.25
Age				
22-56	Reference		Reference	
57-64	1.36 (0.91-2.04)	0.14	1.37 (0.91-2.06)	0.14
65-73	1.36 (0.89-2.06)	0.15	1.39 (0.91-2.13)	0.13
74-97	1.57 (1.05-2.34)	0.028	1.66 (1.09-2.55)	0.02

OR = odd ratio; CI = confidence interval

Appendix A.

Literature search to identify definitions used in prehospital setting for clinical adverse events (PubMed)

ST-segment elevation myocardial infarction [tiab] OR Myocardial infarction [tiab] OR Myocardial infarction [MeSH]

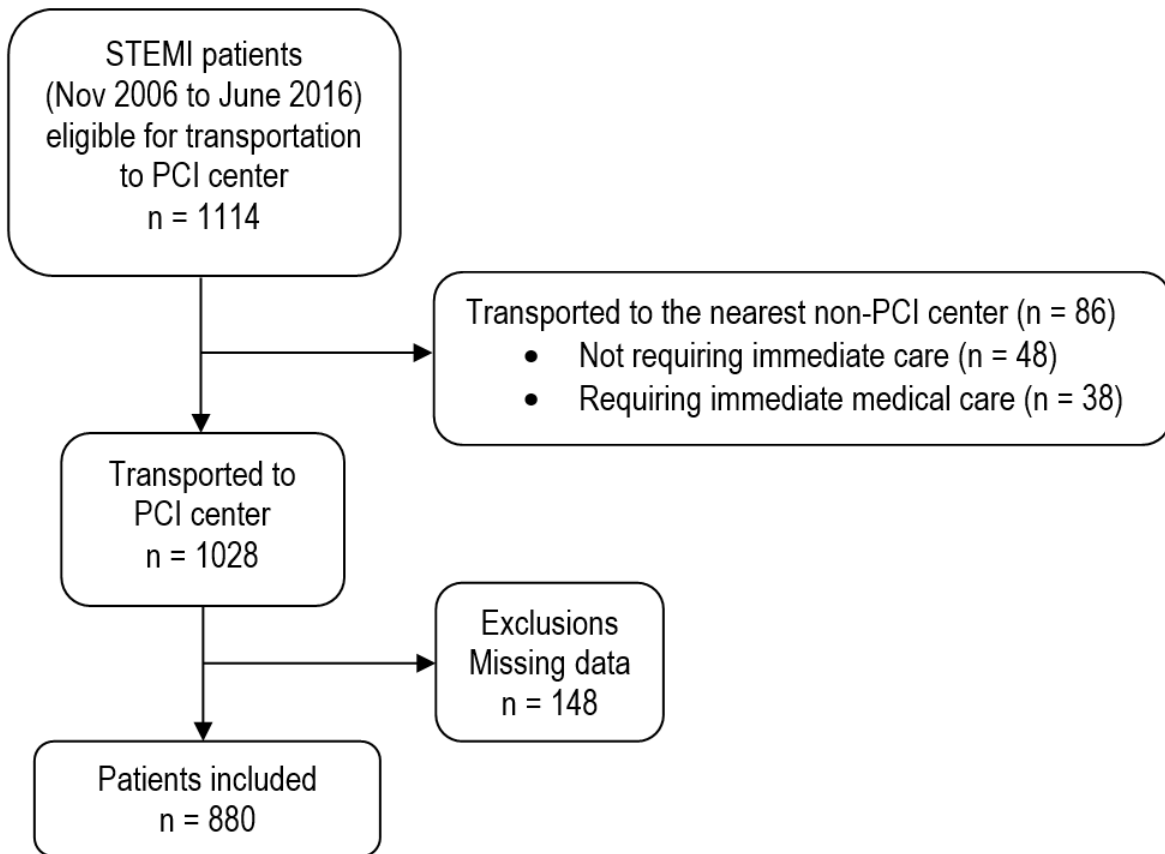
AND

Clinical event [tiab] OR bradycardia [tiab] OR bradycardia [MeSH] OR hypotension [tiab] OR hypotension [MeSH] OR desaturation [tiab] OR "altered level of consciousness" OR tachycardia [tiab] OR tachycardia [MeSH] OR Arrhythmias, Cardiac [MeSH] OR cardiac arrest [tiab] OR cardiac arrest [MeSH] OR death [tiab] OR death [MeSH]

AND

prehospital [tiab] OR ambulance [tiab] OR paramedic [tiab] OR emergency medical technician [tiab] OR emergency medical service [tiab] OR Emergency Medical Services [mesh] OR ambulances [mesh] OR Emergency Medical Technicians [mesh]

Figure 1. Consort flow diagram



6. Discussion

Ce mémoire de maîtrise est le résultat d'une démarche scientifique qui a été initiée lorsque j'étais professionnel de recherche à l'UCCSPU en 2013. À ce moment, mon mandat était de soutenir le développement d'une structure de recherche à l'UCCSPU et d'encadrer le développement des travaux actuels et futurs. Ayant l'occasion de lire de nombreux articles à propos de systèmes de télémédecine à travers le monde, j'ai réalisé à quel point le plateau clinique de l'UCCSPU était original par son fonctionnement et les services offerts.

Avant de débiter officiellement ma maîtrise, c'est en discutant avec le Dr Fleet de l'avant-gardisme et de la créativité inspirante de l'UCCSPU que l'idée d'en rédiger un article a surgi. Le moment était parfaitement choisi pour rédiger un manuscrit dressant un portrait des activités cliniques et de recherche en télémédecine, lequel pourrait s'intégrer de façon cohérente dans l'introduction de mon mémoire. Dans l'ensemble, cet article a permis de mettre en évidence l'amélioration de l'accès aux soins de qualité ainsi que les ressources médicales économisées à partir d'exemples de services cliniques opérationnels offerts par l'UCCSPU. Bien que cet article incluait quelques résultats de recherche préliminaires, ceux-ci ne sont que partiels, ce qui explique pourquoi il était davantage approprié d'en faire un sous-chapitre introductif. Cette démarche a cependant été un exercice formateur qui a permis d'identifier des pistes de recherche intéressantes pour l'UCCSPU. Ainsi, des discussions avec le Dr François Bégin ont ultimement fait ressortir la pertinence d'étudier les événements cliniques survenant au cours du transport ambulancier des patients avec IAMEST vers un centre d'ICP. Des préoccupations générales concernant le risque potentiel des longs transports sur l'incidence d'événements cliniques ont également souligné l'importance de mettre sur pied une étude afin d'éclaircir ces questions. Grâce à une bourse de la Chaire de recherche en médecine d'urgence, j'ai pu initier ce projet dans le cadre d'une maîtrise en épidémiologie clinique.

Synthèse des résultats

Après avoir révisé la littérature, une paucité des données concernant les définitions et classifications d'événements indésirables survenant lors du transport ambulancier de patients avec IAMEST a été constatée. Un groupe d'experts constitué des médecins d'urgence et l'infirmière de notre groupe de recherche a ainsi procédé à une classification des événements cliniques en niveau mineur et majeur à partir de la seule étude comprenant des définitions opérationnelles. L'analyse des données de notre cohorte a permis de démontrer que les événements cliniques mineurs et majeurs sont fréquents lors des transports ambulanciers. En effet, 30,7% des patients avec IAMEST ont subi au moins un événement indésirable, dont plus de la moitié ont souffert d'un événement majeur. Les principaux événements cliniques majeurs rapportés étaient l'hypotension sévère (6,1%) et la tachycardie ventriculaire sans pouls / fibrillation ventriculaire (TV/FV) (5,1%). Cependant, les analyses ont démontré que les transports prolongés ne constituent pas un risque pour le patient.

Prise en charge des patients avec IAMEST par des TAP en soins primaires

Le diagnostic des IAMEST en milieu préhospitalier et la déviation de l'ambulance vers un centre d'ICP est une stratégie bien établie qui permet de réduire les délais de traitement [48-50]. Cependant, quatre études canadiennes ont décrit les événements indésirables survenant lors des transports ambulanciers [40-43], et les soins étaient administrés par des TAP de niveau avancé dans une de ces études [40]. Dans notre cohorte de 880 patients, la proportion d'événements indésirables était de 30,7%, une proportion se retrouvant à l'intérieur de l'étendue des fréquences d'événements indésirables rapportés dans les études canadiennes (3 à 35%). Les patients ont subi plusieurs événements cliniques majeurs, dont l'hypotension sévère (6,1%) et la TV/FV (5,1%). Cependant, aucun décès n'a été enregistré. Ces résultats suggèrent donc que les TAP n'ayant pas de formation en soins avancés peuvent transporter des patients avec IAMEST vers un centre d'ICP de façon sécuritaire. La plupart des événements cliniques n'auraient pas été prise en charge de façon différente par des TAP en soins avancés, à l'exception d'interventions telles la cardioversion électrique urgente pour les patients avec bloc AV de niveau élevé, l'administration de fluides intraveineux pour les patients en hypotension, ou la cardioversion manuelle pour les patients ayant une tachycardie ventriculaire avec pouls. Cependant, le bénéfice de ces interventions doit être contrebalancé par le risque d'un délai supplémentaire pour recevoir le traitement d'ICP. Même si notre étude a pu démontrer que le temps de transport n'était pas associé au risque de subir un événement indésirable, nous pensons que les patients bénéficient davantage d'un accès à l'ICP dans les délais recommandés que d'une gamme plus large d'interventions préhospitalières.

Extension dans d'autres régions rurales

Au Canada, l'accès à l'ICP à l'intérieur des délais recommandés est variable; approximativement 64% des patients de 40 ans et plus sont transportés à un centre d'ICP à l'intérieur de 60 minutes [51]. En zone rurale, cet accès dépend grandement de la capacité des TAP d'administrer un ECG à partir de l'ambulance. Notre étude a permis de démontrer que les transports prolongés de patients avec IAMEST n'augmentent pas le risque de subir un événement indésirable. Par conséquent, la déviation de l'ambulance vers un centre d'ICP est une stratégie qui pourrait être étendue dans d'autres régions canadiennes où les TAP n'ont pas de formation en soins avancés.

Transfert interhospitalier

Lorsqu'il n'est pas possible de diagnostiquer un IAMEST à bord de l'ambulance, le standard de soins au Canada est de transporter le patient vers l'hôpital le plus proche. Dans plusieurs provinces, le transfert d'un patient avec IAMEST vers un centre d'ICP nécessite la présence d'une infirmière ou d'un médecin à bord de l'ambulance. Pour les hôpitaux ruraux ayant des ressources limitées, cette pratique nuit à la capacité des cliniciens de l'hôpital de répondre à d'autres situations cliniques nécessitant des soins d'urgence [27]. Cependant, les patients avec

IAMEST nécessitant un transfert interhospitalier peuvent être plus instables et nécessiter des interventions différentes. Par conséquent, les résultats de notre étude ne permettent pas de conclure que le transfert d'un patient avec IAMEST d'un hôpital sans ICP vers un centre d'ICP sans escorte médicale est sécuritaire. Une étude supplémentaire devrait être effectuée afin de déterminer la sécurité du transfert interhospitalier de tels patients en présence de TAP en soins primaires.

Forces et limites

Cette étude constitue la plus grande cohorte canadienne de patients avec IAMEST transportés en ambulance au Canada. De plus, la vérification des données clinico-administratives de la base de données de l'UCCSPU à l'aide de rapports d'intervention ambulancière a permis d'améliorer la validité de nos données cliniques et de limiter le risque de biais d'information. Cependant, étant donné qu'un seul urgentologue a révisé les ECG, la classification des arythmies est sujette à un biais d'information. Notre étude comporte également des limites intrinsèques au devis de recherche rétrospectif. Les événements indésirables survenant à plusieurs reprises n'étaient pas comptabilisés. Il est possible que le nombre réel de patients présentant une désaturation soit sous-rapporté considérant que la majorité des patients recevaient de l'oxygène supplémentaire. Le délai normalement utilisé pour déterminer si un patient est éligible à l'ICP selon les recommandations de l'AMA/AHA est l'estimation du temps entre le premier contact médical et l'arrivée au centre d'ICP. Or, selon le protocole de l'UCCSPU, le temps utilisé pour prendre la décision de dévier ou non l'ambulance vers le centre d'ICP est celui entre le premier ECG positif et l'arrivée au centre hospitalier. Ainsi, certains patients sont traités avec un délai qui dépasse les standards de l'AMA/AHA. De plus, bien que les traitements des TAP fussent disponibles dans les rapports d'intervention ambulancière, ces données n'ont pas pu être utilisées puisqu'aucune validation avec la base de données de l'UCCSPU n'était possible, contrairement aux signes vitaux. Les données extraites des rapports d'intervention ambulancière n'ont pas été validées par une deuxième personne. Il faut également souligner que le suivi en continu des signes vitaux et des ECG n'était pas possible pour les patients transportés dans la région de Québec.

Perspectives

Il serait intéressant d'étudier l'impact de la durée de transport ambulancier sur les événements cliniques indésirables survenant à la suite de l'ICP, à court et à long terme. De plus, l'étude de l'association entre les interventions administrées par les TAP en soins primaires et les événements indésirables serait pertinente à réaliser.

7. Conclusion

Les travaux de ce mémoire de maîtrise ont permis de démontrer que les événements cliniques survenant lors du transport de patients avec IAMEST dans une région rurale sont communs. Cependant, la fréquence de ces événements n'est pas associée avec la durée de transport et aucun décès n'a été enregistré à l'arrivée au centre d'ICP. D'autres investigations seront nécessaires afin d'étudier les indicateurs de santé à plus long terme chez ces patients. Néanmoins, les résultats de notre étude ont permis de démontrer que les TAP n'ayant pas de formation en soins avancés peuvent effectuer le diagnostic des IAMEST et la déviation de l'ambulance vers un centre d'ICP de façon sécuritaire à l'aide d'un soutien médical à distance. Cette stratégie permettant d'utiliser moins de ressources constitue un avantage non négligeable en milieu rural. Une étude supplémentaire devrait être effectuée afin de déterminer les événements cliniques indésirables survenant à la suite de l'ICP, à court et à long terme.

8. Bibliographie

1. Ministre de l'Industrie *Mortalité : liste sommaire des causes 2009*. 2012.
2. Statistics Canada, *Mortality, summary list of causes 2008*. (2011c, October).
3. Wielgosz, A.M., et al., *Le fardeau croissant des maladies cardiovasculaires et des accidents vasculaires cérébraux au Canada*. 2003, Fondation des maladies du coeur: Ottawa.
4. Daigle, J.-M., *Les maladies du coeur et les maladies vasculaires cérébrales : Prévalence, morbidité et mortalité au Québec*. 2006, Institut national de santé publique du Québec.
5. Aufderheide, T., W.J. Brady, and B. Gibler, *Acute ischemic coronary syndromes. Rosen's emergency medicine concepts and clinical practice*. Vol. 2. 2002, St-Louis: Mosby, Inc.,.
6. Holander, J., *Acute coronary syndromes: acute myocardial infarction and unstable angina*, in *Emergency medicine, a comprehensive study guide*, Tintinalli, Editor. 2004.
7. Institut national d'excellence en santé et en services sociaux (INESSS), *Portrait de la prise en charge de l'infarctus aigu du myocarde avec élévation du segment ST au Québec en 2013-2014 : résultats d'une troisième évaluation terrain à l'échelle provinciale*. 2016, INESSS: Québec, QC. p. 33p.
8. Boersma, E., et al., *Early thrombolytic treatment in acute myocardial infarction: reappraisal of the golden hour*. *Lancet*, 1996. **348**(9030): p. 771-5.
9. The GUSTO Angiographic Investigators, *The effects of tissue plasminogen activator, streptokinase, or both on coronary-artery patency, ventricular function, and survival after acute myocardial infarction*. *The GUSTO Angiographic Investigators*. *N Engl J Med*, 1993. **329**(22): p. 1615-22.
10. Bell, W.R., Jr., *Evaluation of thrombolytic agents*. *Drugs*, 1997. **54 Suppl 3**: p. 11-6; discussion 16-7.
11. Stringer, K.A., *TIMI grade flow, mortality, and the GUSTO-III trial*. *Pharmacotherapy*, 1998. **18**(4): p. 699-705.
12. Antman, E.M., et al., *ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction--executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of Patients With Acute Myocardial Infarction)*. *Circulation*, 2004. **110**(5): p. 588-636.
13. Antman, E.M., et al., *ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction--executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of Patients With Acute Myocardial Infarction)*. *Can J Cardiol*, 2004. **20**(10): p. 977-1025.
14. Zahn, R., et al., *Impact of prehospital delay on mortality in patients with acute myocardial infarction treated with primary angioplasty and intravenous thrombolysis*. *Am Heart J*, 2001. **142**(1): p. 105-11.
15. Zahn, R., et al., *Primary percutaneous transluminal coronary angioplasty for acute myocardial infarction in patients not included in randomized studies. Maximal Individual Therapy in Acute Myocardial Infarction (MITRA) Study Group*. *Am J Cardiol*, 1999. **83**(9): p. 1314-9.
16. Weaver, W.D., et al., *Comparison of primary coronary angioplasty and intravenous thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: a quantitative review*. *Jama*, 1997. **278**(23): p. 2093-8.
17. Zahn, R., et al., *Primary angioplasty versus thrombolysis in the treatment of acute myocardial infarction. ALKK Study Group*. *Am J Cardiol*, 1997. **79**(3): p. 264-9.

18. De Luca, G., H. Suryapranata, and P. Marino, *Reperfusion strategies in acute ST-elevation myocardial infarction: an overview of current status*. Prog Cardiovasc Dis, 2008. **50**(5): p. 352-82.
19. O'Gara, P.T., et al., *2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: executive summary: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines*. Circulation, 2013. **127**(4): p. 529-55.
20. Berger, P.B., et al., *Relationship between delay in performing direct coronary angioplasty and early clinical outcome in patients with acute myocardial infarction: results from the global use of strategies to open occluded arteries in Acute Coronary Syndromes (GUSTO-IIb) trial*. Circulation, 1999. **100**(1): p. 14-20.
21. Shavadia, J., et al., *Bridging the gap for nonmetropolitan STEMI patients through implementation of a pharmacoinvasive reperfusion strategy*. Can J Cardiol, 2013. **29**(8): p. 951-9.
22. Andersen, H.R., et al., *A comparison of coronary angioplasty with fibrinolytic therapy in acute myocardial infarction*. N Engl J Med, 2003. **349**(8): p. 733-42.
23. Dalby, M., et al., *Transfer for primary angioplasty versus immediate thrombolysis in acute myocardial infarction: a meta-analysis*. Circulation, 2003. **108**(15): p. 1809-14.
24. Widimsky, P., et al., *Multicentre randomized trial comparing transport to primary angioplasty vs immediate thrombolysis vs combined strategy for patients with acute myocardial infarction presenting to a community hospital without a catheterization laboratory. The PRAGUE study*. Eur Heart J, 2000. **21**(10): p. 823-31.
25. Collège des médecins du Québec (CMQ), *Complémentarité des services d'urgence : prise en charge des patients. Guide d'exercice*. 1998: Montréal, Qc.
26. Armstrong, P.W., et al., *The 2004 ACC/AHA Guidelines: a perspective and adaptation for Canada by the Canadian Cardiovascular Society Working Group*. Can J Cardiol, 2004. **20**(11): p. 1075-9.
27. Welsh, R.C., et al., *Canadian Cardiovascular Society Working Group: Providing a perspective on the 2007 focused update of the American College of Cardiology and American Heart Association 2004 guidelines for the management of ST elevation myocardial infarction*. Can J Cardiol, 2009. **25**(1): p. 25-32.
28. Nallamothu, B.K., E.H. Bradley, and H.M. Krumholz, *Time to treatment in primary percutaneous coronary intervention*. N Engl J Med, 2007. **357**(16): p. 1631-8.
29. Curtis, J.P., et al., *The pre-hospital electrocardiogram and time to reperfusion in patients with acute myocardial infarction, 2000-2002: findings from the National Registry of Myocardial Infarction-4*. J Am Coll Cardiol, 2006. **47**(8): p. 1544-52.
30. Swor, R., et al., *Prehospital 12-lead ECG: efficacy or effectiveness?* Prehosp Emerg Care, 2006. **10**(3): p. 374-7.
31. O'Connor, R.E., et al., *Part 10: acute coronary syndromes: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care*. Circulation, 2010. **122**(18 Suppl 3): p. S787-817.
32. Ting, H.H., et al., *Implementation and integration of prehospital ECGs into systems of care for acute coronary syndrome: a scientific statement from the American Heart Association Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research, Emergency Cardiovascular Care Committee, Council on Cardiovascular Nursing, and Council on Clinical Cardiology*. Circulation, 2008. **118**(10): p. 1066-79.
33. Sanchez-Ross, M., et al., *The STAT-MI (ST-Segment Analysis Using Wireless Technology in Acute Myocardial Infarction) trial improves outcomes*. JACC Cardiovasc Interv, 2011. **4**(2): p. 222-7.
34. Brunetti, N.D., et al., *A regional prehospital electrocardiogram network with a single telecardiology "hub" for public emergency medical service: technical requirements, logistics, manpower, and preliminary results*. Telemed J E Health, 2011. **17**(9): p. 727-33.

35. Farshid, A., et al., *Shorter Ischaemic Time and Improved Survival with Pre-hospital STEMI Diagnosis and Direct Transfer for Primary PCI*. Heart Lung Circ, 2014.
36. Rao, A., et al., *Impact of the prehospital ECG on door-to-balloon time in ST elevation myocardial infarction*. Catheter Cardiovasc Interv, 2010. **75**(2): p. 174-8.
37. Le May, M.R., et al., *The role of paramedics in a primary PCI program for ST-elevation myocardial infarction*. Prog Cardiovasc Dis, 2010. **53**(3): p. 183-7.
38. Nam, J., et al., *Systematic review and meta-analysis of the benefits of out-of-hospital 12-lead ECG and advance notification in ST-segment elevation myocardial infarction patients*. Ann Emerg Med, 2014. **64**(2): p. 176-86, 186 e1-9.
39. Fortin, J.P., et al., *Projet pilote d'intégration de la télémédecine en services préhospitaliers d'urgence, région de la Chaudière-Appalaches «UCCSPU/TÉLÉMÉTRIE». Rapport d'évaluation*. 2011, Agence de la santé et des services sociaux de Chaudière-Appalaches: Québec.
40. Ryan, D., et al., *Clinical events and treatment in prehospital patients with ST-segment elevation myocardial infarction*. Prehosp Emerg Care, 2013. **17**(2): p. 181-6.
41. Cantor, W.J., et al., *Prehospital diagnosis and triage of ST-elevation myocardial infarction by paramedics without advanced care training*. Am Heart J, 2012. **164**(2): p. 201-6.
42. Ross, G., et al., *Assessment of the safety and effectiveness of emergency department STEMI bypass by defibrillation-only emergency medical technicians/primary care paramedics*. Prehosp Emerg Care, 2015. **19**(2): p. 191-201.
43. Kwong, J.L., et al., *Evaluation of a primary care paramedic STEMI bypass guideline*. CJEM, 2017: p. 1-7.
44. Rosell-Ortiz, F., et al., *Initial complications and factors related to prehospital mortality in acute myocardial infarction with ST segment elevation*. Emerg Med J, 2015. **32**(7): p. 559-63.
45. Rosell-Ortiz, F., et al., *Initial complications and factors related to prehospital mortality in acute myocardial infarction with ST segment elevation*. Emerg Med J, 2014.
46. Sejersten, M., et al., *Effect on treatment delay of prehospital teletransmission of 12-lead electrocardiogram to a cardiologist for immediate triage and direct referral of patients with ST-segment elevation acute myocardial infarction to primary percutaneous coronary intervention*. Am J Cardiol, 2008. **101**(7): p. 941-6.
47. Tanguay, A., et al., *Rural Patient Access to Primary Percutaneous Coronary Intervention Centers is Improved by a Novel Integrated Telemedicine Prehospital System*. J Emerg Med, 2015.
48. Camp-Rogers, T., et al., *The impact of prehospital activation of the cardiac catheterization team on time to treatment for patients presenting with ST-segment-elevation myocardial infarction*. Am J Emerg Med, 2011. **29**(9): p. 1117-24.
49. Diercks, D.B., et al., *Utilization and impact of pre-hospital electrocardiograms for patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction: data from the NCDR (National Cardiovascular Data Registry) ACTION (Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network) Registry*. J Am Coll Cardiol, 2009. **53**(2): p. 161-6.
50. Fosbol, E.L., et al., *The impact of a statewide pre-hospital STEMI strategy to bypass hospitals without percutaneous coronary intervention capability on treatment times*. Circulation, 2013. **127**(5): p. 604-12.
51. Patel, A.B., et al., *Access to primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction in Canada: a geographic analysis*. Open Med, 2010. **4**(1): p. e13-21.