

Université de Montréal

Décès pendant une simulation médicale : Perspectives des apprenants et impacts sur le stress et la performance des réanimateurs

par

Marie-Hélène Lizotte

Programme de sciences biomédicales

Faculté de Médecine

Mémoire présenté à la Faculté de Médecine
en vue de l'obtention du grade de maîtrise
en sciences biomédicales
option éthique clinique pédiatrique

Décembre 2015

©Marie-Hélène Lizotte, 2015

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

**Décès pendant une simulation médicale : Perspectives des apprenants et impacts sur
le stress et la performance des réanimateurs**

Présenté par :

Marie-Hélène Lizotte

A été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Nago Humbert, président-rapporteur

Annie Janvier, directrice de recherche

Marie-Pascale Pomey, membre du jury

Résumé

L'acceptabilité d'un décès lors d'une simulation médicale reste débattue mais il existe peu de données sur la perspective des apprenants.

Des médecins résidents ont effectué une pratique de code et ont rempli un questionnaire pré et post-simulation. Ils ont été exposés à deux scénarios où un bébé naissait sans signe de vie: 1. Nouveau-né ne répondant pas aux manœuvres de réanimation (DCD); 2. Nouveau-né s'améliorant avec une réanimation adéquate (REA). Les performances étaient évaluées à l'aide de la grille standardisée du Programme de Réanimation Néonatale. Le stress objectif (cortisol salivaire) et subjectif a été mesuré après le code. La rétroaction («feedback»), individuelle et en groupe, fut analysée à l'aide de méthodologies qualitatives.

59/62 apprenants ont répondu au questionnaire et 42 ont participé à la simulation. Tous les résidents trouvent les simulations bénéfiques et souhaitent y être exposés davantage.

Le type et l'ordre des scénarios n'ont pas eu d'impact sur la performance. Un seul résident a interrompu les manœuvres de réanimation après 10 minutes d'asystolie, tel que recommandé, et 31% ont poursuivi après 20 minutes.

Les participants trouvaient le scénario DCD plus stressant. Les niveaux de cortisol salivaire ont augmenté après les simulations ($p < 0.001$) et ce, pour les deux scénarios. Cette augmentation était indépendante du scénario ($p = 0.06$) et n'était pas associée à la performance. Les réponses à la question « Comment a été votre expérience? », ont permis d'identifier deux thèmes: 1. Le mannequin ne meurt pas en simulation médicale; 2. Le décès lors de la simulation signifie une réanimation inadéquate.

Le décès lors d'une pratique de code est stressant, mais n'interfère pas avec la performance des soignants. Les apprenants trouvent cet exercice acceptable et bénéfique à leur pratique future.

Mots-clés : Simulation médicale, réanimation, décès, néonatalogie, pédiatrie, soins palliatifs, éducation médicale, stress, cortisol salivaire, Programme de Réanimation Néonatal (PRN)

Abstract

The acceptability of simulated death has been debated by experts, but there is scarce information regarding trainees' perspective.

Pediatric trainees were invited to perform medical simulation, including pre and post questionnaires. Participants were exposed to 2 mock codes of neonates born pulseless. In the RESUSC scenario, the manikin responded to adequate resuscitation; in the DEATH scenario, the manikin remained pulseless. Mock codes were evaluated using the Neonatal Resuscitation Program score sheet. Debriefing was analyzed using qualitative methodology. Salivary cortisol was collected from participants (objective stress).

59/62 trainees answered the questionnaire, and 42 performed mock codes.

All trainees found mock codes beneficial and would appreciate being exposed to more.

Scenario or order of scenario did not affect performance. Only one trainee stopped resuscitation after 10 minutes of asystole, as recommended by clinical guidelines of Neonatal Resuscitation Program (NRP), and 31% had not ceased resuscitation efforts by 20 minutes.

Trainees found the DEATH scenario more stressful than RESUSC. Post-simulation salivary cortisol levels were significantly higher ($p < 0.001$) than before simulation (for both scenario).

This increase was not scenario dependent ($p = 0.06$) nor associated with performance scores.

Trainees all answered the following question during debriefing: "How did this go for you?"

Two themes were identified in their answers: 1. The manikin does not die; 2. Death equals inadequate resuscitation.

The death of the manikin was stressful, but trainees thought this was acceptable and prepared them for their future. Having a mannequin die during simulation does not interfere with their performance.

Keywords : Medical simulation, resuscitation, death, neonatology, pediatrics, palliative care, medical education, stress, salivary cortisol, Neonatal Resuscitation Program (NRP)

Table des matières

Résumé	i
Abstract	ii
Table des matières	iii
Liste des tableaux	iv
Liste des figures	v
Liste des sigles et abréviations utilisés	vi
Remerciements	vii
Introduction	1
Méthode	5
Articles	11
Article 1 : Trainee Perspectives on Manikin Death during Mock Codes.....	11
Article 2: The impact of mock codes on trainees’ stress and performance: a randomized trial.....	23
Discussion	35
Conclusion	40
Bibliographie	41
Annexe I	i
Annexe II	vii
Annexe III	viii

Liste des tableaux

Article 1:

Table I: Participants' Experience With Mock Codes and Clinical Neonatal Resuscitation.....	16
Table II: Trainees' Perspective Regarding Mock Codes.....	17

Article 2:

Table I: University of Montreal Pediatric trainees' (2011-2012) demographics, and past simulation and clinical experience.....	28
Table II: Performance scores of subcomponents of the resuscitation during mock codes.....	29

Liste des figures

Article 2

Figure 1: Trainees' perceived and actual performance 30

Figure 2: Salivary cortisol levels 31

Liste des sigles et abréviations utilisés

AAP : American Academy of Pediatrics

CAAHC : Centre d'apprentissage des attitudes et habiletés cliniques

CHU : Centre hospitalier universitaire

Etc. : Et cætera

dl : décilitre

HSJ : Hôpital Sainte-Justine

kg : kilogrammes

ml : millilitres

NICU: de l'anglais «*Neonatal Intensive Care Unit*»

PALS : de l'anglais «*Pediatric Advanced Life Support*»

pg: picogrammes par millilitre

PRN : Programme de Réanimation Néonatale (équivalent de l'anglais de «NRP» pour «*Neonatal Resuscitation Program*»)

SCP : Société Canadienne de Pédiatrie

µg : microgramme

Remerciements

Je tiens à remercier sincèrement les collaborateurs à ce projet soit les docteurs Véronique Latraverse, Annie Janvier, Ahmed Moussa, Christian Lachance, Claire-Dominique Walker et Keith Barrington. Je veux également souligner l'apport essentiel des résidents en pédiatrie du programme de l'Université de Montréal et du personnel du Centre d'apprentissage des attitudes et habiletés cliniques (CAAHC) du CHU Sainte-Justine à Montréal.

Ce projet a été financé par Annie Janvier, ma directrice de recherche, à l'aide du fonds de démarrage de la Fédération de recherche en santé du Québec (FRQS).

Introduction

La communication interpersonnelle est omniprésente en médecine, de la rencontre entre un médecin et un patient en passant par les relations constantes entre les différents professionnels de la santé. Les dernières décennies ont vu exploser la recherche sur l'importance de cette communication dans la qualité des soins¹, dans la satisfaction des patients² et dans la prévention des erreurs médicales³.

Les soins critiques, en particulier les situations de réanimation, représentent un contexte clinique particulier. En effet, quand la vie ou l'intégrité d'un patient sont gravement menacées, le niveau de stress s'accroît pour toutes les parties en présence : professionnels de la santé, patients et famille. Lorsque la réanimation se termine par un décès, la communication entre ces différents protagonistes peut être particulièrement difficile.

On constate de manière générale que la communication entre les professionnels de la santé et les patients (ou famille) lors de situations critiques a été très peu étudiée en médecine. En particulier, la littérature traitant de la communication pendant ou après une réanimation infructueuse se soldant par un décès est quasi inexistante. Un défi majeur de la communication dans de telles circonstances demeure la difficulté d'étudier celle-ci dans la pratique clinique courante. En effet, ces situations sont imprévisibles et nécessitent une prise en charge immédiate. Le patient se trouve dans un état d'instabilité cardiorespiratoire ou neurologique minant généralement sa capacité à prendre des décisions pour lui-même. La famille est souvent non-disponible ou brusquement plongée dans une situation tragique, où règnent l'inquiétude et l'inconnu. Dans ce contexte, l'obtention d'un consentement pour étudier la communication entre l'équipe médicale et le patient/famille est problématique. Ajoutons à cela qu'il est souvent perçu comme éthiquement non acceptable de filmer ou d'observer pour des fins de recherche les communications lors de ces situations critiques. Il devient donc difficile méthodologiquement d'étudier la communication en réanimation non fructueuse en temps réel. De plus, ces situations sont rares, en particulier dans certaines populations, par exemple en pédiatrie ou en néonatalogie, limitant les recherches dans le

domaine. Il résulte de ces différents enjeux que la communication en réanimation doit souvent être étudiée de manière rétrospective avec toutes les limitations qui en découlent (biais de mémoire, perte au suivi, etc.). En cas de décès après une réanimation, la communication post-événement avec la famille peut être délicate et les discussions avec les soignants teintées par l'émotion ou par la culpabilité ce qui amène des distorsions possibles dans les réponses. De plus, cet angle rétrospectif ne permet pas d'étudier une dimension majeure de la communication soit la sphère non-verbale, pourtant déterminante dans les relations humaines.

L'utilisation de la simulation médicale est une avenue potentielle pour résoudre ces problématiques. Le Congrès Américain définit la simulation médicale comme l'utilisation d'un matériel (comme un mannequin ou un simulateur procédural), de la réalité virtuelle ou d'un patient standardisé pour reproduire des situations ou des environnements de soins, dans le but d'enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et de répéter des processus, des concepts médicaux ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels⁴. Les approches pédagogiques en simulation médicale permettent notamment aux professionnels de la santé de pratiquer des techniques de soins et de réanimation sur un mannequin plutôt que sur de «vrais» patients⁵.

La simulation de situations critiques est utilisée depuis plus de 100 ans dans l'industrie militaire et aéronautique⁶. Son intégration formelle en médecine est cependant plus récente. La majorité des programmes de formation médicale bonifie maintenant leur curriculum avec des simulations⁷, souvent sous la forme de ce qu'on nomme couramment dans les milieux de soins des «pratiques de code» (ou «Mock Codes» dans les centres hospitaliers universitaires anglophones). Ces mises en situation reproduisent des urgences médicales. Les apprenants doivent alors fournir des soins de réanimation sur mannequin sous la supervision d'enseignants d'expérience. Ce type de méthode pédagogique est aussi utilisé à des fins d'évaluation⁸ notamment dans le cadre des examens sommatifs des infirmiers (ières) et des médecins en fin de formation^{9,10}.

La simulation médicale est le plus souvent utilisée pour apprendre ou évaluer des gestes

techniques et des algorithmes de réanimation^{11, 12}. Elle est aussi utilisée pour enseigner des approches de communication : annoncer une mauvaise nouvelle^{13, 14}, obtenir un consentement aux soins¹⁵, fournir des conseils¹⁶. Rarement les scénarios combinent à la fois les habiletés techniques et organisationnelles de réanimation et la communication avec les patients et les familles.

Il existe une controverse majeure au sein des chercheurs et des pédagogues en simulation médicale : devrait-on exposer les professionnels de la santé à une réanimation infructueuse en simulation : ou en d'autres mots devrait-on permettre la « mort » du mannequin? Bien que ce soit un enjeu réel de la pratique médicale, la pertinence éducative d'un décès simulé est contestée¹⁷. Certains auteurs pensent que cela peut compromettre la confiance des apprenants dans le processus d'apprentissage et dans l'environnement sécurisant qu'offre la simulation, en particulier si le décès du mannequin n'est pas divulgué avant l'activité¹⁸. D'autres auteurs vont jusqu'à dire que ce type de simulation est non éthique, qu'il peut être traumatisant au niveau psychologique pour les apprenants et à l'encontre des objectifs pédagogiques^{19, 20}, voire qu'il pourrait entraver les performances des étudiants. Pour l'instant, ces discussions sont uniquement basées sur des avis d'experts et n'intègrent pas la vision des apprenants, principaux bénéficiaires des activités pédagogiques par simulation. Pour étudier de manière approprié et éthiquement acceptable la communication lors de réanimation complexe, incluant une réanimation se soldant par un décès, nous avons dû examiner la question de l'acceptabilité de la mort en simulation médicale. Sans cette première étape, il n'était pas possible d'envisager une recherche sur la communication en réanimation infructueuse. Le but du présent mémoire est de trouver une méthodologie optimale pour étudier la communication lors des décès, et surtout, une approche éthiquement acceptable pour les professionnels de la santé et les enseignés.

Notre intérêt s'est porté en particulier sur la pédiatrie, plus spécifiquement sur les soins aux enfants gravement malades et ce dès la période néonatale. Étant une équipe de chercheurs essentiellement constituée de pédiatres et de néonatalogistes, nous avons concentré nos questions de recherche sur la réanimation néonatale. Ce type de soins à la naissance n'est pas

rare : jusqu'à 10% des naissances s'accompagnent d'un besoin de réanimation, généralement de courte durée. Par conséquent, tous les pédiatres sont exposés à la réanimation néonatale pendant leur formation, et la majorité de ceux-ci couvriront la garde en salle d'accouchement pendant leur pratique. La réanimation néonatale est enseignée en Amérique du Nord à l'aide d'une formation standardisée appelée «Programme de Réanimation Néonatale (PRN)» ou en anglais «*Neonatal Resuscitation Program (NRP)*»²¹. Ce programme est construit sur un curriculum de simulations, basées sur un algorithme technique de réanimation. Les recommandations actuelles du PRN sont d'interrompre les manœuvres de réanimation chez l'enfant qui naît en asystolie (absence de battements cardiaques) et qui le demeure après dix minutes de réanimation active et bien exécutée. Cette recommandation se base sur le risque de graves invalidités neurologiques à long terme²² dans de telles circonstances.

Les objectifs principaux du présent mémoire se résument ainsi :

A- Évaluer l'impact du décès du mannequin en simulation :

1. sur le niveau de stress des apprenants;
2. sur leurs performances.

B- Examiner la perspective des apprenants en ce qui concerne les pratiques de codes, incluant l'acceptabilité du décès lors d'une simulation.

Les objectifs secondaires sont :

a- Déterminer si les résidents respectent la recommandation du PRN d'interrompre la réanimation active après 10 minutes d'asystolie chez le nouveau-né

b- Définir avec les enseignés la manière optimale pour intégrer le décès lors des pratiques de code.

c- Trouver une méthodologie rigoureuse et éthiquement optimale (pour les potentiels sujets de recherche) pour continuer à étudier la communication lors de réanimations complexes.

Méthode

Population et lieu de la recherche

Cette étude a eu lieu à l'hôpital Sainte-Justine à Montréal, Québec, Canada. Ce centre hospitalier universitaire est affilié à l'Université de Montréal et constitue le lieu principal de formation pour les médecins résidents du programme de pédiatrie de cette université. La population étudiée est constituée de médecins résidents dans les programmes de pédiatrie générale, néonatalogie, soins intensifs pédiatriques et urgences pédiatriques de l'Université de Montréal.

Au sein de ces programmes de résidence, les médecins en formation sont soumis régulièrement dans leur curriculum à des pratiques de code (simulations de réanimations néonatales et pédiatriques). Ces activités ont lieu en petits groupes et sont supervisés par des médecins réanimateurs. Depuis février 2011, le CHU Sainte-Justine compte un centre de simulation (le Centre d'apprentissage des attitudes et habiletés cliniques ou CAAHC), facilitant le déroulement des activités de simulation pour les apprenants au sein de notre institution, notamment grâce à des locaux modernes, à du personnel de soutien technique, à l'accès aux enregistrements vidéos et à l'utilisation de mannequins haute fidélité.

L'unité des soins intensifs néonataux du CHU Sainte-Justine est la plus grande unité néonatale au Canada et compte 65 lits. On y enregistre chaque année à peu près 1500 admissions parmi lesquelles environ 125 pour des nouveau-nés pesant moins de 1000 g. Près de 3500 naissances ont lieu annuellement dans cet établissement hospitalier et la moitié de celles-ci sont considérées à risque élevé de complications.

Approbation éthique

Le comité d'éthique de la recherche du CHU Sainte-Justine a approuvé le protocole de recherche (#3012).

Partie questionnaire

Un questionnaire a été créé à l'intention des médecins résidents pour évaluer leurs perspectives sur les pratiques de code. Celui-ci a été construit et amélioré grâce à deux études pilotes (qui incluaient chacune sept médecins résidents). Les questionnaires étaient anonymes afin de préserver la confidentialité des résidents et diminuer les biais potentiels dans leurs réponses.

Chaque questionnaire (voir annexe I) incluait l'obtention d'un consentement écrit et 30 questions divisées en quatre catégories : 1) données démographiques; 2) expériences personnelles sur les pratiques de code néonatales; 3) exposition aux techniques de réanimation en néonatalogie et 4) connaissances sur les pratiques de réanimation du centre hospitalier. La majorité des questions non démographiques (18) se présentaient sous la forme d'échelles de Likert. Les questionnaires ont été complétés entre mars et novembre 2011.

Partie simulation

Les médecins résidents du programme de pédiatrie générale et de néonatalogie de l'Université de Montréal ont été invités à participer à une séance de simulation au CAAHC du CHU Sainte-Justine. Tous les participants aux simulations avaient antérieurement participé à la portion questionnaire de la recherche et fourni un consentement écrit.

Chaque médecin résident était soumis à deux scénarios dont il ignorait au préalable le contenu (les résidents ne savaient pas que, dans l'un des cas, la réanimation serait infructueuse et se solderait par un décès). Bien que les participants étaient pour la plupart déjà familiers avec le centre de simulation, une courte session d'accueil était offerte à chaque résident, c'est-à-dire une révision du fonctionnement du mannequin et du matériel disponible pour la réanimation afin de s'assurer que tous les sujets aient les mêmes connaissances sur leur environnement de travail.

Les participants ont fait les pratiques de codes sur un mannequin haute fidélité contrôlé par ordinateur (SimNewB, Laerdal Medical, Stavanger, Norway²³). Le contrôle informatique du

scénario se faisait par un des chercheurs, placé à l'arrière d'un miroir unidirectionnel. Les scénarios effectués étaient programmés au préalable dans le logiciel informatique du mannequin afin d'assurer une homogénéité et une constante dans le déroulement de la réanimation simulée. Les deux scénarios débutaient de la même manière soit par l'annonce d'une naissance à terme, par césarienne urgente en raison d'une détresse fœtale grave.

Les participants étaient randomisés pour commencer par l'un ou l'autre des deux scénarios suivants (voir annexe II) : 1) réanimation d'un nouveau-né à terme qui naît sans signe de vie (asystolie) et qui le demeure malgré les interventions médicales (scénario appelé «DCD») et 2) réanimation d'un nouveau-né à terme qui naît sans signe de vie mais qui s'améliore et survit suite aux manœuvres de réanimation adéquates du médecin (scénario appelé «REA»). Tous les résidents ont fait les deux cas cliniques et la randomisation touchait seulement l'ordre de réalisation des scénarios. La randomisation se faisait de manière stratifiée selon le niveau de formation du résident. Les scénarios prenaient fin après 20 minutes de réanimation ou si le résident décidait de cesser les manœuvres ou si le rythme cardiaque du mannequin dépassait 120 battements par minute. L'amélioration clinique du mannequin du scénario «REA» survenait quand le résident respectait l'algorithme de réanimation incluant une ventilation en pression positive, une intubation endo-trachéale, un massage cardiaque, une dose d'épinéphrine et l'administration d'une réanimation liquidienne. Dans tous les cas, une infirmière ou une inhalothérapeute, membre de l'équipe de transport néonatal du CHU Sainte-Justine, assistait le résident dans la réanimation, mais avait pour instruction de ne prendre aucune initiative et de n'assurer aucune décision thérapeutique.

L'ensemble des simulations fut enregistré sur bande vidéo avec le consentement des participants. Toutes les vidéos furent révisées par deux médecins (dont au moins un était maître instructeur du programme de réanimation néonatale (PRN)) à l'aide de la grille d'évaluation standardisée et validée des habiletés techniques du PRN²⁴. Une moyenne des deux notes obtenues fut utilisée lors de l'analyse statistique. Lorsque les résultats totaux obtenus par les deux évaluateurs différaient de plus de 10%, un troisième évaluateur visionnait la vidéo et fournissait une note à partir de la grille PRN. Les deux résultats les plus

proches parmi les trois notes étaient conservés (et leur moyenne utilisée dans les analyses). Le moment d'exécution de certains gestes importants dans la réanimation était aussi noté (par exemple : intubation endo-trachéale, début du massage cardiaque, arrêt des manœuvres de réanimation), le tout calculé en minutes post-naissance du mannequin.

Mesures du cortisol salivaire

Le cortisol salivaire a été utilisé chez les participants comme marqueur objectif de leur niveau de stress. Le cortisol salivaire est utilisé comme bio-marqueur du stress psychologique, notamment en recherche et en simulation (dans le domaine médical, en techniques policières et en aéronautique)^{25, 26,27}. Il est bien corrélé à des échelles de mesure subjective du stress (telles que le *Trier Social Stress Test*)^{28, 29}. Contrairement aux dosages sanguins, le cortisol salivaire est un outil simple, non-invasif et sans douleur. Les variations du cortisol salivaire sont étroitement reliées aux réponses de l'axe hypothalamus-hypophyse-surrénales³⁰. Les niveaux de cortisol salivaire sont bien corrélés avec le cortisol libre présent dans le plasma³¹. Le cortisol est influencé par plusieurs facteurs : moment de la journée³², sexe^{33, 34, 35}, grossesse³⁶, cycle menstruel^{35, 36} et médication hormonale comme les contraceptifs oraux^{37, 38}. Une seule mesure aléatoire de cortisol salivaire a peu d'utilité. Ce sont plutôt les variations du cortisol salivaire suite à l'exposition à une situation stressante qui ont une signification clinique³⁹. Suite à l'exposition à un stress, le cortisol salivaire augmente et atteint un pic en 20 minutes^{33, 40}, pour ensuite rejoindre un plateau.

Chaque participant fournissait 3 échantillons de salive pour fin d'analyse. Le premier échantillon se faisait lors d'une journée contrôle (prélèvements effectués pendant la demi-journée académique des résidents de pédiatrie), considéré comme temps 0 (T_0). Un autre prélèvement était fait à l'arrivée au centre de simulation (appelé T1) puis un troisième entre les deux scénarios (appelé T2 ou prélèvement post-simulation). Nous n'avons pas mesuré le cortisol salivaire à la fin du second scénario car le résultat aurait été contaminé par le stress vécu dans le premier scénario (puisque l'élévation du cortisol salivaire atteint un plateau avant de redescendre). Pour les raisons exposées ci-haut, les analyses sur les mesures de cortisol salivaire que nous avons utilisées se basent sur des variations plutôt que sur des

valeurs isolées. De plus, à chaque prélèvement effectué (T_0 , T_1 et T_2), les niveaux de progestérone et d'œstrogène salivaires ont été mesurés pour tous les participants, permettant de faire les ajustements nécessaires pour le cycle menstruel chez nos sujets de sexe féminin ou de détecter des variations hormonales anormales qui auraient rendues nos mesures de cortisol non fiables. Tous les participants féminins ont fourni les informations suivantes avant le prélèvement de leur échantillon: présence de grossesse ou de prise de contraceptifs oraux. Pour éviter toute interférence avec le pic de cortisol matinal normal, les échantillons ont tous été prélevés entre 14h00 et 18h00.

Selon les modalités précisées par le fabricant, les participants ne devaient pas manger, boire ou fumer dans l'heure précédent le prélèvement mais on leur demandait de rincer leur bouche avec de l'eau dix minutes avant de cracher. Un millilitre de salive était récolté pour chaque échantillon via un tube de polyéthylène et ce, sans utilisation de stimulants salivaires.

Tous les échantillons furent congelés et analysés par *Sensitive Enzyme Immunoassay Kit* (Salimetrics, State College, PA, USA) dans le laboratoire du Dr Claire-Dominique Walker à l'Institut universitaire en santé mentale Douglas, à Montréal. Cette équipe a une expertise dans la mesure des concentrations de cortisol salivaire dans des projets de recherche sur le stress. Dr Walker est une collaboratrice pour cette partie de la recherche. Son intérêt de recherche comprend les impacts du stress sur le comportement.

Questionnaires post-simulation et rétroaction («feedback»)

Tous les participants complétaient par écrit un court questionnaire après avoir réalisé les deux scénarios de réanimation (voir annexe III). Ce questionnaire se voulait une autoréflexion sur leur expérience, en particulier sur l'anxiété vécue, la perception de leur performance et leur opinion sur leur participation. Les réponses à ces questions ouvertes furent analysées par deux investigateurs différents en utilisant une analyse thématique. Les discordances furent résolues par consensus⁴¹.

Une fois le questionnaire post-simulation complété, les participants étaient immédiatement rencontrés pour obtenir une séance de rétroaction individuelle sur le déroulement de la

pratique de code. Ils recevaient à ce moment l'instruction de ne pas divulguer le contenu des scénarios à leurs collègues résidents afin d'éviter toute contamination de l'information entre les participants avant la fin de la recherche. On les informait également que pendant un des scénarios, le décès survenait malgré une réanimation adéquate, indépendamment de la qualité des manœuvres de réanimation. À la toute fin du projet, les résidents ont été rencontrés en groupe afin de les remercier de leur collaboration, leur divulguer les résultats du projet et de permettre à chacun de s'exprimer sur son expérience et nous donner des commentaires afin d'optimiser notre méthodologie pour le futur.

Analyses statistiques

Pour la partie questionnaire, les analyses statistiques ont été effectuées en analysant les réponses des 18 questions sous la forme d'échelle de Likert : les réponses « jamais » et « rarement » ont été comptabilisées comme une réponse négative et les réponses « souvent » et « toujours » ont été définies comme étant positives. Par la suite, une analyse χ^2 a été utilisée pour comparer les proportions entre les groupes.

Pour les données de la partie simulation, les analyses furent réalisées sur SPSS (version 20, IBM, New York, USA). L'expérience clinique des apprenants juniors et seniors fut comparée à l'aide de Chi-carré. Les résultats de performances générales aux simulations furent analysés avec le test de t indépendant. Les sous-analyses de performances furent faites avec le test de Friedman. Les niveaux de cortisol salivaire furent analysés par test de t pour échantillons appariés. On utilisa un test t pour échantillons indépendants pour étudier les augmentations de cortisol entre chacun des scénarios. Des corrélations de Spearman furent utilisées pour analyser l'association entre les performances perçues et réelles et entre les variations de cortisol et les performances réelles.

Articles

Article 1 : Trainee Perspectives on Manikin Death during Mock Codes

Marie-Hélène Lizotte, Véronique Latraverse, Ahmed Moussa, Christian Lachance, Keith Barrington et Annie Janvier

Cet article a été publié en juillet 2015 dans la revue PEDIATRICS⁴².

L'autorisation écrite de l'éditeur a été donnée en vue de l'utilisation de cet article dans le présent mémoire. L'approbation verbale et l'accord écrit de tous les co-auteurs de cet article ont également été obtenus.

Apports de Marie-Hélène Lizotte: contribution à la conception et au design du protocole de recherche, analyse et interprétation des données, révision de l'article pour ces éléments clés ainsi que diffusion des résultats.

Apports de Véronique Latraverse : contribution à la conception et au design du protocole de recherche, analyse et interprétation des données, révision de l'article pour ces éléments clés ainsi que diffusion des résultats.

Apports d'Ahmed Moussa : contribution à la conception du projet et à l'analyse et l'interprétation des données, révision de l'article.

Apports de Christian Lachance : contribution à la cueillette et à l'analyse des données ainsi qu'à la révision de l'article.

Apports de Keith Barrington : contribution à l'analyse statistique et à l'interprétation des données ainsi qu'à la révision de l'article.

Apports d'Annie Janvier : contribution à la conception et au design du protocole de recherche, à l'analyse et interprétation des données, rédaction version initiale de l'article.

Introduction

Clinicians in pediatrics are regularly exposed to resuscitation situations. Simulation-based medical education enables providers to hone their resuscitation skills on manikins instead of critically ill patients⁴³. Simulation of life threatening situations has been prevalent in the military and aviation industry for almost 100 years. On the other hand, the integration of medical simulation in training programs is rather recent⁴⁴. Many trainees are now exposed to diverse simulation-based educational activities, including mock codes. During a mock code, a critical scenario is presented and a manikin is resuscitated. Mock codes are also used as evaluation tools. The Neonatal Resuscitation Program (NRP)²¹, supported by the American Academy of Pediatrics (AAP), is the largest formal neonatal resuscitation program in the world. It offers structured resuscitation guidelines, a mock code structure and a mega-code evaluation sheet. In recent years, an increasing amount of practical information has been published regarding optimization of mock codes in pediatrics⁴⁵.

Realism is an important concept in medical simulation: in order for participants to engage in a mock code, a certain “suspension of belief” is necessary. In a recent study, the use of high-fidelity simulators, displaying breathing movements and palpable pulses resulted in improved cognitive performance by pediatric providers⁴⁶. On the other hand, other aspects of realism have been neglected. Indeed, the manikin generally improves when adequate resuscitation is provided, and the manikin rarely dies, whereas in real life, death may still occur despite optimal resuscitation⁴⁷. There is considerable controversy over whether to allow the manikin to die during mock codes^{17, 18}. This academic debate consists mainly of expert opinion, lacking empirical information about trainees’ opinions and experience. The goal of this study was to evaluate trainees’ perspectives regarding neonatal mock codes and to examine the impacts of the simulated death of the manikin.

Methods

This study consisted of a questionnaire and a videotaped medical simulation session followed by a debriefing session and post-mock code questionnaire. Two pediatric residents were collaborators in this study (MHL and VL).

1. Pre mock-code questionnaire

This anonymous questionnaire was created and optimized using two pilot studies each involving 7 medical residents. The questions covered demographic data, exposure to resuscitation, clinical experience and perspectives regarding medical simulation.

2. Medical Simulation session

Trainees were invited to the Simulation center and were exposed to two neonatal mock codes using the SimNewB manikin (Laerdal, Norway)²³. This high-fidelity manikin can be intubated, has a realistic chest rise, and a palpable umbilical pulse. The mock codes took place behind a one way mirror and participants knew they were being observed but were unable to see the observers. Participants were assisted by a provider who had NRP training (neonatal nurse or respiratory therapist), but were informed that they were responsible for all the resuscitation decisions. After a demonstration of the materials, including an oxygen saturation monitor/pulse oximeter, they were given a clinical scenario, displayed on the monitor, and had 2 minutes to prepare for the birth of the neonate. The mock codes had no listed objectives.

- a. **Scenarios:** In both scenarios, a term neonate was born pulseless after an urgent Cesarean-section performed for fetal distress. In one of the scenarios, the manikin was programmed to respond to resuscitation (RESUSC). A clinical response to adequate resuscitation occurred only after appropriate endotracheal intubation, adequate ventilation, one minute of cardiac massage, one dose of epinephrine and one fluid bolus of 10 ml/kg. If resuscitation was inadequate, the manikin could deteriorate. In the other scenario, the manikin “died” (DEATH) and was programmed to remain pulseless despite adequate resuscitation. In either scenario participants could evaluate the response to resuscitation by using clinical signs (chest rise, auscultation, pulses) and by examining the monitor for heart rate and saturation. Using randomization software, trainees were randomly assigned to start with either one scenario or the other. The DEATH scenario was over when participants declared resuscitation efforts

were discontinued or after 20 minutes of resuscitation, in which case they were informed by an overhead speaker that the mock code was over. In the RESUSC scenario, resuscitation was interrupted after 2 minutes of stability with adequate ventilation (saturation above 90% and heart rate above 120), or, if the resuscitation was inadequate and the manikin deteriorated, it would also be interrupted after 20 minutes of asystole.

b. Debriefing session and post mock code questionnaire

Immediately after the two scenarios, one of the investigators (AM, VL or MHL) engaged in a debriefing session with the participant. Residents were debriefed by residents (MHL and VL) and neonatal fellows by a junior neonatologist. All the trainees were asked this open ended question: “How was this experience for you?” They were then reassured that the manikin in scenario DEATH was programmed to remain pulseless despite adequate resuscitation. They were instructed not to inform the other participants until the end of the research. Participants received debriefing regarding optimal skills they displayed as well as skills they could improve. They were then asked to fill in another short questionnaire. The length of the debriefing session was not predetermined.

After all trainees had participated, they were invited for a group debriefing session during which snacks were provided. All the trainees were asked to discuss their experience and to provide investigators with suggestions to improve the experience of participants in future similar research.

3. Recruitment and participants

From March to November 2011, all the pediatric trainees at Sainte-Justine Hospital were invited to fill in a pen and paper questionnaire. Participants included all residents and fellows in critical care (Emergency medicine, Neonatology and intensive care). Fellows in other specialities, such as pediatric oncology or rheumatology, were not included. In this article, trainees in their first two years of residency are referred to as junior trainees, while residents

with more than 2 years of training (including fellows) are referred to as senior trainees. Sainte-Justine hospital is a tertiary care academic mother-child hospital affiliated with University of Montreal. The NICU has 67 beds with up to 30 ventilated patients at any time. Participants were then invited to the simulation center for the hands-on session. They were informed of the length of the session and the fact that they would be observed and videotaped. Trainees who were absent during this period (maternity leave, rural rotation, etc) did not participate. Trainees provided written consent before their participation.

4. Analysis of data

In the questionnaire, 18 questions were reported on a 4-point Likert scale (never, rarely, often, always); never and rarely were counted as negative answers and often and always as positive answers. Chi-square analysis was used to compare proportions between groups.

a. Evaluation of the mock codes

Videotapes were independently viewed and scored by 2 investigators; one of the evaluators had to be an NRP master instructor. The standardized NRP mega-code evaluation sheet, currently used to evaluate NRP providers, was used to score the mock codes⁴⁸. An average of the two scores was used as the participant's final score.

b. Analysis of open ended question

All trainees were asked this open ended question: "How was this experience for you?" Answers to this question was viewed by 2 separate investigators and analyzed using thematic analysis: the development of themes by the investigators, and the applications of those themes to the responses; discrepancies were resolved by consensus^{49, 50, 51}.

This study was approved by the Sainte-Justine Hospital research ethics committee.

Results

Demographics and clinical exposure

Of a total of 62 trainees, 59 answered the questionnaire (95% response rate), 34 (58%) were

junior residents, 90% were female (Table I). All trainees had been exposed to mock codes. The majority had performed over 5 intubations on neonatal patients and 42% had witnessed an unsuccessful neonatal resuscitation leading to death (Table I). Exposure to medical simulation and clinical resuscitations was greater among senior trainees (Table I).

Table I: Participants' Experience With Mock Codes and Clinical Neonatal Resuscitation

TABLE 1 Participants' Experience With Mock Codes and Clinical Neonatal Resuscitation

	All Trainees	Junior Trainees	Senior Trainees	<i>P</i>
Total <i>n</i>	59	34	25	—
Exposure to <5 neonatal mock codes, %	70	82	52	< .05
Exposure to >10 neonatal mock codes, %	10	0	24	< .05
<5 neonatal clinical intubations during residency, %	49	47	4	< .05
>10 intubations, %	46	21	80	< .05
"I feel confident to lead a neonatal resuscitation," % who agree	47	29	72	< .05

Trainees' perspectives on medical simulation

All residents reported that the mock codes they had done during their curriculum were beneficial to their training (Table II). The majority of trainees reported that mock codes were realistic (81%), that when the appropriate resuscitative steps were provided the manikin improved, and that the mock code ended when the manikin became stable (Table II). All trainees thought mock codes increased their performance during real resuscitations. These perspectives were not influenced by years of training or other demographic factors.

Table II: Trainees' Perspective Regarding Mock Codes

TABLE 2 Trainees' Perspective Regarding Mock Codes

Trainees Who Agree With The Following Statements, Total <i>n</i> = 59	%
Mock codes are beneficial to my training	100
I would appreciate being exposed to more mock codes during my training	100
Mock codes are realistic and reflect situations that occur during clinical service	81
During mock codes, the manikin improves when adequate resuscitation steps are provided (following the steps of the NRP protocol)	78
During mock codes, the manikin deteriorates when inadequate resuscitation steps are provided	78
When resuscitation is optimal, the mock code ends when the manikin is stable	78
During most mock codes, an umbilical line needs to be inserted and epinephrine needs to be given	31

Medical simulation session: exposure to the “dying manikin”

Forty-two trainees who had answered the questionnaire were involved in the mock codes, each performed both scenarios (RESUSC and DEATH), for a total of 84 mock codes.

1. Performance

The average performance score for the 84 mock codes was 81%. Level of training, scenario (DEATH vs RESUSC) or order of scenario were not associated with performance scores.

2. Decision to stop resuscitation efforts

In the DEATH scenario, only one trainee followed the NRP recommendations and stopped resuscitation efforts after 10 minutes of asystole; 31% had not ceased resuscitation efforts by 20 min, in which case resuscitation was interrupted.

3. Debriefing session

Trainees thought the DEATH scenario was more stressful than the RESUSC scenario: 52% of trainees reported their stress was higher than 7 on a scale of 0 to 10 during the DEATH scenario.

Trainees all answered the open ended question (“How was this experience for you?”), and two themes were identified:

- a. The manikin does not die. Several trainees stated that something was unusual about the scenario: *“The manikin never dies”*; *“It is difficult because it is unusual and how unsettling”*; *“It is rare that they allow us to let the baby die”*; *“The baby is not supposed to die![...] I didn’t think manikins could die during mock codes.”*
- b. A dying manikin equals inadequate resuscitation. This was the most common comment made by trainees: *“What did I miss?”*; *“What was the trick, what was I supposed to do?”*; *“The mock code where the baby dies is more stressful because it does not respond to simulation which makes us doubt ourselves and our skills”*; *“I missed something for the baby who died, what was it?”*; *“What happened? What should I have done? Should I have asked for an X-Ray?”*;

Trainees stated that they mainly wanted feedback on their performance for the DEATH scenario. They felt they had missed something. The main reason for their distress was the perception that their resuscitation skills were inadequate. For them, reassurance that the manikin was supposed to die was essential.

During the group debriefing session, all trainees agreed that this experience was beneficial to their training. During this session, participants also spoke about intense real life experiences and mortality of their patients (with and without resuscitation). When they were asked to provide investigators with suggestions to improve the experience of participants in future similar research, none of the participants recommended a “death disclosure” prior to similar mock codes, nor that death be a predefined learning objective.

Discussion

This study examined pediatric trainees' perspectives regarding neonatal mock codes, specifically when the manikin dies; as far as we are aware this is the first time that this has been empirically investigated.

Our first finding is that all trainees appreciate mock codes and find them realistic. On the other hand, they report that during mock codes, the manikin usually improves with appropriate resuscitation and deteriorates with inadequate resuscitation, and that the mock code is over when the manikin is stable. Unfortunately, in real life, many patients do not respond to appropriate resuscitation.

Realism is an important component of medical simulation⁵¹. The fidelity of manikins has evolved tremendously in the last decade, but the physical aspect of the manikin is only one important aspect of realism⁵². The aviation industry, which has lead the path in simulation science, can be a source of inspiration. In an article about flight simulation fidelity requirements, Rehmann and colleagues⁵³ describe a three-dimensional typology of simulation fidelity: equipment, environmental, and psychologic fidelity. Physical realism during neonatal mock codes has been demonstrated to have an impact on cognitive performance⁴⁶. For mock codes, physical realism will mainly be optimized by further improving the simulator and simulation environment. In the aviation simulation world, equipment and environmental realism has been optimized years ago, and in the last decades, the focus has been to optimize psychological realism. For example, some technical shorter "flight codes" have been replaced by full flights and crew management in life-threatening situations⁵³.

Other dimensions of realism have been under investigated in pediatrics. Indeed, a "hidden mock code curriculum" seems to prevail where manikins improve or deteriorate depending on the skills of the individuals providing the resuscitation. Other important aspects of fidelity, for example the dimension of time, are also described in the literature. A "hidden curriculum" also exists in adult medicine, where recommended 2-min CPR cycles are often deliberately

decreased in order to increase the number of scenarios⁵⁴. In a recent study, participants who were randomized to real time CPR performed better months after the mock code intervention⁵⁴.

Our second finding is that this “hidden mock code curriculum” leads to cognitive distortions among trainees. Trainees think that manikins do not die when the resuscitation is adequate, and jump to the conclusion that their skills are inadequate and that they are to blame for the death. On the other hand, their measured performance scores were very good when evaluated and were not associated with whether the manikin died or not. Interestingly, only one trainee followed the NRP recommendations to stop resuscitation efforts after 10 minutes of asystole and 31% had to be interrupted after 20 min of resuscitation. This element could not be evaluated using the NRP score sheet, because the NRP textbook does not provide practical information regarding how to incorporate death in mock codes. Even in a comprehensive and user friendly mock code manual, death is not covered in a practical fashion: it is only listed as an anticipated complication⁴⁵.

Our third finding is that our participants did not agree with many experts in simulation who recommend that if death is a possibility, trainees should be informed of this before each mock code^{17, 48}; this is supposed to ensure that trainees perform in a non-threatening environment. A study in medical students has indeed shown that participants exposed to a simulated patient death reported increased cognitive load¹⁹. Other authors believe that simulated death negatively affects performance: «Mock codes should not end in death. When they do, the participants become so focused on the act of dying that the objectives of the scenario become secondary and the learning experience is compromised»⁵⁵. In our study, the death of the manikin did not have an impact on performance. On the other hand, all residents had high performance scores, making statistical comparisons limited. Interestingly, although the death of the manikin was stressful to our participants, none of the trainees in our study recommended a prophylactic death warning for future studies. One participant even said that such a disclosure would be «*infantilizing, like when it is written on the cup of coffee that the contents are hot*». On the other hand, all agreed that shortly after a simulated death, trainees

should be informed that the manikin was programmed to remain pulseless despite adequate resuscitation and that a safe and non-critical environment was essential. The capacity to engage trainees during mock codes is critical⁵⁶. As eloquently written by Truog, an ethicist, anesthesiologist and intensive care physician: «Learners (must feel) that it is safe for them to make themselves psychologically and emotionally vulnerable». Trust is embedded into the «ground rules» of many simulation programs, as an expectation that participants can trust others to be genuine and constructive in their feedback and criticism and to create a space of collaborative not competitive learning¹⁷. We have found that when the manikin dies during simulation, trust may be achieved without a prior death disclosure or learning objectives. Several elements of our protocol may have contributed to trainees feeling they were in a safe environment. This project was the research project of two senior residents, feedback and debriefing sessions were an integral part of the protocol. Feedback was structured and led by trainees for trainees at a similar level. Participants were also asked for their input. Finally, the general debriefing period also enabled trainees to speak together about their emotions, how they feel towards death, and to discuss mortality as experienced by trainees, which is also seldom done systematically in clinical practice⁵⁷. Providing a safe environment is critical: further research exploring how to optimize debriefing sessions and skills is necessary.

This research has several limitations. The questionnaire part has the limitations inherent to all questionnaires, but, with a high response rate, selection bias is minimized. Also, the research was conducted in a single center and the ability to extrapolate to other settings is uncertain. On the other hand, these results are internally valid because of our high participation rate. It is also unknown whether being exposed to simulated death during training affects participants' acquisition of new knowledge or skills.

Fortunately, the death of a neonate during resuscitation is infrequent, but this leads to a minority of trainees having witnessed at least one resuscitation followed by death before becoming pediatricians. Psychological fidelity will only be achieved when the simulator realistically responds to resuscitation, including the possibility of death despite adequate resuscitation.

Conclusion

In our institution, a «hidden mock code curriculum» was prevalent; but we have empirically demonstrated that trainees find the death of the manikin acceptable and beneficial to their training, and that a prior death disclosure was not necessary. While in the aviation industry excellent skills and teamwork can virtually eliminate plane crashes, excellent skills in neonatal resuscitation will never prevent all deaths: babies are not airplanes. To be an excellent pediatrician is to recognize when death is inevitable and to acknowledge that it is part of our clinical world. Experiencing simulated death in a safe environment with psychological fidelity may give future-pediatricians an opportunity to prepare for end of life decisions they will face in real life.

Article 2: The impact of mock codes on trainees' stress and performance: a randomized trial.

Marie-Hélène Lizotte, Annie Janvier, Véronique Latraverse, Christian Lachance, Claire-Dominique Walker, Keith Barrington and Ahmed Moussa

Cet article a été soumis pour publication en à la revue JAMA Peds en juillet 2015 mais il a été refusé. Nous avons ensuite soumis l'article à la revue Resuscitation en novembre 2015 et attendons une réponse de leur part.

L'approbation verbale et l'accord écrit de tous les co-auteurs de cet article ont été obtenus afin que le texte qui suit soit intégré au mémoire.

Apports de Marie-Hélène Lizotte: contribution à la conception et au design du protocole de recherche, analyse et interprétation des données, rédaction de la première version de l'article, révision de l'article ainsi que diffusion des résultats.

Apports d'Annie Janvier : contribution à la conception et au design du protocole de recherche, analyse et interprétation des données et révision de l'article

Apports de Véronique Latraverse : contribution à la conception et au design du protocole de recherche, analyse et interprétation des données, et révision de l'article ainsi que diffusion des résultats.

Apports de Christian Lachance : contribution à la cueillette et à l'analyse des données ainsi qu'à la révision de l'article.

Apports de Claire-Dominique Walker : analyse des échantillons de cortisol salivaire et contribution à la révision de l'article

Apports de Keith Barrington : contribution à l'analyse statistique et à l'interprétation des données ainsi que révision de l'article.

Apports d'Ahmed Moussa : contribution à la conception et au design du protocole de recherche, analyse et interprétation des données, co-rédaction de l'article, révision de l'article et diffusion des résultats.

Introduction

In numerous institutions, current Neonatal Resuscitation Program (NRP)²¹ and Pediatric Advanced Life Support (PALS)⁵⁸ courses are routinely taught using medical simulation. Mock codes are extensively used in pediatric training programs for the purpose of teaching and evaluation. Trainees are frequently exposed to mega-codes. Indeed, the manikin frequently requires, in addition to positive pressure ventilation, more advanced skills, such as intubation, epinephrine and/or cardiac massage. There is scarce information about the stress neonatal mock codes and mega-codes generate, and whether this stress has an impact on performance during simulation. Several investigations have demonstrated that stress is associated negatively with performance during simulations^{19, 59, 60}. A lack of control during critical situations has also been associated with increased stress and adverse performance⁶¹.

Salivary cortisol is routinely used as a biomarker of psychological stress. It has been used in education and simulation (medical, police and aviation) research for a number of years^{25, 26, 27}. Compared to blood or urine samples, it is non-intrusive and pain free. The variation in measured cortisol is closely related to experienced stress and the hypothalamus-pituitary-adrenal axis response²⁷. Numerous subjective stress assessment tools (for example the Trier Social Stress Test) have been correlated with salivary cortisol measurements^{28, 29}.

In the clinical world, some resuscitations are more stressful than others, for example when a patient dies despite resuscitation. Experts debate the educational benefits of simulated death^{17, 18}. Some argue that the «death» of the manikin will negatively impact trainees' performance and cause unacceptable stress^{17, 19, 55}. Indeed, the death of the manikin represents an ultimate stressor during mock codes. Others think that the simulation setting is an ideal learning environment for these end-of-life scenarios^{20, 62}. We have previously demonstrated that pediatric trainees were not prepared for the death of the manikin and provided prolonged resuscitation⁴². On the other hand, they appreciated the simulation exercise and thought it was beneficial to their training⁴². There is scarce empirical data on the impact of simulated death on trainee's stress, and the impact this may have on performance¹⁷.

The goal of this study was to assess the impact of mock codes on trainees' stress and performance; both during a «traditional» megacode, and during simulated death. We hypothesized that trainees' stress level would negatively impact their performance, and that performance would be particularly affected when the manikin died.

Methods

Setting & population

This study took place in the Mother-Child Simulation Centre at CHU Sainte-Justine between November 2011 and April 2012. CHU Sainte-Justine is a tertiary care mother-child hospital affiliated with the University of Montreal, with one of the largest Neonatal Intensive Care Unit in Canada (67 beds and 27-30 ventilated patients).

Pediatric residents and fellows training in neonatology, critical care and emergency medicine were recruited to participate. In Canada (and in this article), 1st and second year residents are referred to as junior residents, while third and fourth year residents, as well as fellows, are referred to as senior residents.

This study was approved by the Sainte-Justine Hospital research ethics committee.

Study design

This study was a non-blinded crossover randomized trial. Trainees completed a questionnaire and then were asked to perform two mock codes. They were randomized to start with either one of 2 scenarios. Participants then participated in a debriefing session and completed another questionnaire. To avoid contamination between residents, the simulation sessions were done over a period of 5 weeks. The residents who were not available during this period (maternity leave, rural rotation) could participate in the questionnaire study, but not in the mock codes.

Our previous publication has focused uniquely on trainees' perspectives regarding the acceptability of simulated death⁴². More details regarding feedback sessions and the acceptability of simulated death can be found in this previous article. In this publication, we

focus on the stress associated with mock codes and its impact on trainees' performance.

Pre mock-code questionnaire

This anonymous questionnaire covered demographic data, clinical experience and perspectives regarding medical simulation.

Equipment

A neonatal high-fidelity simulator (SimNewB; Laerdal Medical, Norway)²³ was used. The SimNewB has a realistic chest rise, audible heart rate, breathing movements/sounds with ventilation, and can be intubated. The manikin and the monitor can be programmed to replicate a variety of physiological findings. In the simulation center, one of the study investigators controlled the scenario behind a one-way mirror. The mock codes were videotaped.

Simulated scenarios

Participants completed an orientation session to familiarize themselves with the environment and the equipment. They then participated in 2 mock codes in which a term neonate was born pulseless after an urgent cesarean section. In scenario A, the manikin improved after endotracheal intubation, cardiac massage, a dose of intravenous epinephrine and an intravenous fluid bolus of 10 ml/kg. In scenario B the manikin remained pulseless despite adequate resuscitation. Trainees were randomly assigned to perform simulations in either the AB or BA order. Randomization was stratified according to participant's training level. Trainees read the clinical scenario on the simulator screen and were then given 2 minutes to prepare. The case description did not include learning objectives nor stated that death was a possibility. A nurse or a respiratory therapist assisted the resident but did not take initiatives regarding decision-making or interventions. The scenarios ended after 20 minutes of resuscitation or if the baby reached a heart rate over 120 beats/min for one minute (scenario A).

Performance assessment

The standardized NRP mega-code evaluation sheet, which is currently used to evaluate NRP providers, was used to score the mock codes. Videotapes were independently viewed and scored by 2 investigators; one of the evaluators was always an NRP expert (instructor trainer). An average of the two scores (maximum of 100%) was used as the performance score.

Stress assessment

Objective stress: three salivary cortisol samples were obtained from each participant: at baseline during a non-stressful day (T0 - academic half-day lecture), before the first mock code (T1) and between the two mock codes (T2). To avoid interference with the morning cortisol response, all mock codes were performed, and cortisol samples obtained, in the afternoon between 2 and 6 PM. Study participants did not consume food, drink or smoke at least 1 hour prior to salivary cortisol collection. They rinsed their mouth with water ten minutes prior to sample collection. Samples were obtained by collecting 1 ml of saliva by passive drooling through a straw into polyethylene tubes (without salivary stimulants). All saliva specimens were frozen and sent for analysis. Salivary cortisol concentrations were measured in duplicates using a sensitive enzyme immunoassay kit (Salimetrics, State College, PA, USA). As cortisol values vary with timing of the menstrual cycle and gender³³, progesterone and estrogen were also measured on the salivary samples using enzyme immunoassay kits from the same company to allow standard correction of cortisol values. The limit of detection was 0.012 ug/dl, 1 pg/ml and 10 pg/ml for salivary cortisol, estradiol and progesterone, respectively.

Post mock-code questionnaire

Participants were asked to rate their stress, to evaluate their performance and which scenario they found most stressful.

Statistical analysis

Analyses were conducted using SPSS Statistics (version 20, IBM, Armonk, New York, USA). Previous simulation and clinical experience among junior and senior trainees was compared

using Chi-square. General performance scores were compared using independent t-tests. Performances in the subcomponents of the resuscitation were compared using a Friedman test. Salivary cortisol levels were analyzed using a paired-samples t-test. Increase in salivary cortisol in each scenario was analyzed using an independent t-test. Spearman correlations were used to analyze association between perceived and actual performance, and increase in salivary cortisol and actual performance.

Results

Study population

Of the 62 trainees who were eligible to participate, 59 completed the pre mock-code questionnaire (95% response rate). Table I presents demographic data, and previous clinical and simulation experience. Fifty-three participants were female (90%) and 34 (58%) were junior trainees. Of those who responded to the questionnaire, 42 were available to participate in the simulations sessions and performed a total of 84 mock codes.

Table I. University of Montreal Pediatric trainees' (2011-2012) demographics, and past simulation and clinical experience.

	All trainees n = 59 n (%)	Junior trainees n = 34 n (%)	Senior trainees n = 25 n (%)	p (junior vs senior)
Female residents	53 (90)	30 (88)	23 (92)	0.64
Exposure to ≤ 5 neonatal mock codes	41 (69)	28 (82)	13 (52)	0.01
$\geq 50\%$ of calls covering the delivery room in the last 12 months	20 (34)	16 (47)	4 (16)	0.01
≥ 6 neonatal intubations during residency	42 (71)	18 (53)	24 (96)	< 0.001

Pre mock code questionnaire

The majority of trainees (78%) reported that mock codes helped decrease their stress level

during real codes, yet 28 (48%) of them stated that mock codes are more stressful than real codes. Twenty-eight trainees (47%) felt confident leading a neonatal resuscitation and 33 (56%) felt confident intubating a neonate in an emergency setting. The level of confidence was associated with level of training.

Performance

The average performance score was 81% for the 84 mock codes. The performance scores were not significantly different between senior and junior trainees (80% juniors versus 83% seniors, $p = 0.51$). The performance scores were similar for both scenarios (81% for both scenarios A and B, $p = 0.66$). The order in which scenarios were performed (AB or BA) did not impact performance ($p = 0.31$).

Performance scores of resuscitation subcomponents are presented in table II. Scores for positive-pressure ventilation were significantly lower than scores for advanced skills (cardiac massage, intubation and epinephrine administration). These sub-scores were also similar for junior and senior trainees and between scenarios.

Table II. Performance scores of subcomponents of the resuscitation during mock codes.

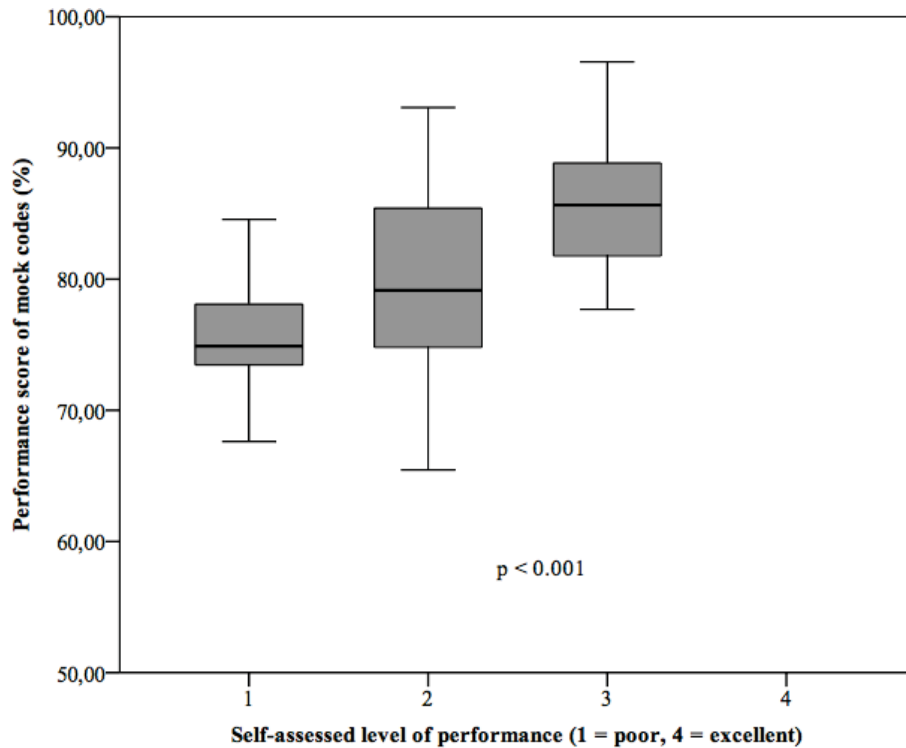
Performance scores (%)	All trainees (n = 42)	% of trainees with a performance score < 75%
Bag and mask ventilation	75 ^a	57
Cardiac massage	90	5
Intubation	87	14
Umbilical catheter	76 ^a	33
Advanced care and epinephrine	87	14

^a $p < 0.001$ compared to the other subcomponent performance scores

On the post-simulation questionnaire, 35 (83%) trainees estimated that their performance was satisfactory, none estimated it was excellent, and 7 (17%) estimated it was poor. There was a

significant positive association between trainees' perceived and actual performance ($p < 0.001$) (Figure 1).

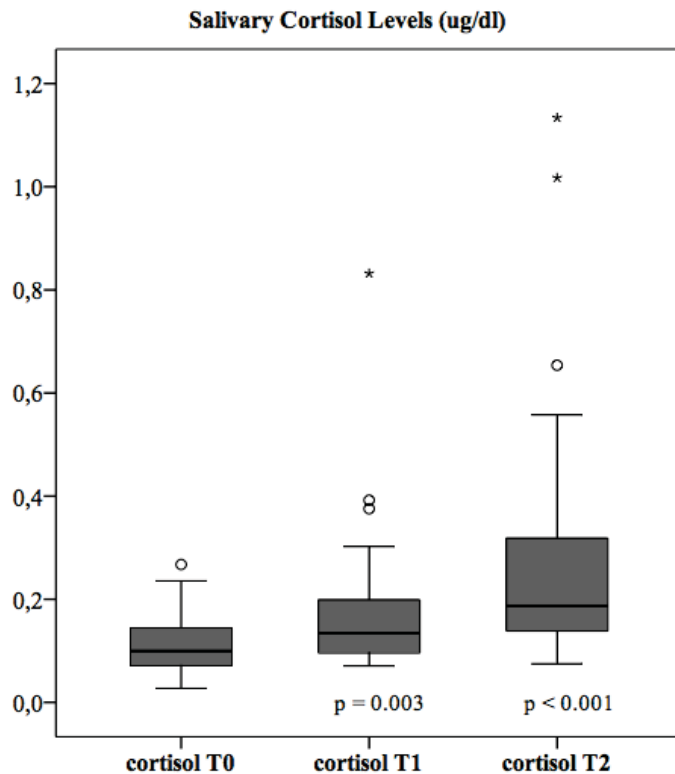
Figure 1: Trainees' perceived and actual performance



Objective and subjective stress response

Salivary cortisol levels are presented in figure 2. T1 salivary cortisol levels were significantly higher than T0 ($p = 0.003$). T2 salivary cortisol levels were significantly higher than T1 ($p < 0.001$). The increase in cortisol (T2 vs. T1) was not scenario dependent: 0.13 (0.22) in scenario A vs. 0.07 (0.08) in scenario B, $p = 0.06$. There was no correlation of increase in cortisol (T2 vs. T1) with performance scores on the 1st ($p = 0.94$) or 2nd scenario ($p = 0.73$) completed. Trainees reported that scenario B was more stressful than scenario A: 22 (52%) trainees reported their stress was higher than 7 on a scale of 0 to 10 during scenario B and for 32 (76%), it was higher than 6/10.

Figure 2: Salivary cortisol levels



Discussion

This is the first randomized neonatal simulation study that empirically assesses the stress experienced by trainees during neonatal mock codes. We had hypothesized that stress would have a negative impact on performance, and that simulated death was of negative educational value. Our hypotheses were incorrect.

Our first finding is that mock codes cause significant anticipatory and participatory stress. Indeed, many trainees reported that mock codes were more stressful than real codes. Furthermore, mock codes induced a stressful response in all trainees: their salivary cortisol was already high before they engaged in the first mock code and had increased further after the first simulation. Possible explanations include: performance anxiety, fear of the unknown as trainees were not aware of the simulation scenarios, impact of the research context, and need of trainees to impress the research team. Finan et al. have also described similar

anticipatory stress⁶³. As simulation in healthcare continues to gain in popularity, we have to keep this in mind. A safe learning environment is critical in achieving a positive learning experience.

Our second finding is that despite this stress, trainees' performance was generally good. In the literature, stress may impact negatively on tasks that require divided attention⁶⁴, working memory⁶⁵, retrieval of information from memory⁶⁶ and decision-making⁶⁴ while it has positive effects on memory consolidation⁶⁷ and short-term memory⁶⁸. Several investigators have demonstrated that stress negatively affected performance during medical simulation^{19, 59, 60}. But others have shown the opposite. Leblanc et al. studied the effect of high stress conditions on performance of a surgical task by a resident and showed improvement of checklist-based performance⁶⁹. Finan et al. also showed that increased stress does not affect physicians' performance⁶³. Confronted to a highly distressed newborn, trainees in this study had to make decisions based on a limited quantity of information, by rapidly assessing the situation and choosing a course of action. This hypervigilant decision-making process has been generally associated with poor performance⁶⁴. However, trainees in our program are exposed to neonatal mock codes and much clinical resuscitation. It is possible that with simulation and clinical practice, stress elicits optimal concentration in trainees when it comes to following the NRP protocol, an algorithm that is relatively simple.

We found a significant positive association between trainees perceived and actual performance, suggesting trainees are competent at assessing their own skills. It is possible that this insight has been taught during simulation, where debriefing sessions are the norm. Self-assessment is also the norm when residents are evaluated during their training. Junior trainees performed as well as senior trainees. Levy et al. have also described this phenomenon in pediatric trainees during PALS mock codes⁷⁰. Their explanation included decay in knowledge after the PALS course, given the relative rarity of pediatric resuscitations in clinical practice. In our pediatric residency program, the NRP course is also given at the beginning of the residency, and the majority of neonatal exposure (rotations and calls) takes place during the first 2 years of residency (table I). Knowledge decay after the NRP course and the absence of

additional clinical exposition to neonatal resuscitation could explain the absence of difference in performance between junior and senior trainees.

Our third finding is that despite their overall high scores, trainees performed better on advanced resuscitation skills that are rarely used in practice, than on basic skills used routinely. At birth, as many as 10% of neonates need bag and mask ventilation and do not require additional resuscitation²¹. However, if this is poorly performed, there is often an increased need for advanced resuscitation techniques. Clinical resuscitation studies have demonstrated that there are deficiencies in bag and mask ventilation by resuscitators^{71, 72, 73}. One of the goals of mock codes is to expose providers to less frequent procedures, such as cardiac massage and epinephrine administration. Indeed, in the majority of training programs, a large proportion of simulation scenarios are ‘mega-codes’ in which adequate positive pressure ventilation is not enough to stabilize the manikin. The goals of neonatal mock codes may need to be revisited in light of these findings. Should the focus of neonatal mock codes be on skills that are frequently used and most beneficial? Perhaps a beneficial balance between “routine” and “mega” codes should be achieved.

Our final finding is that simulated death, while reported as a significant stress by trainees, did not affect their performance. The increase in salivary cortisol when the manikin died was no different when compared to the increase in cortisol measured when the manikin survived. We were surprised by these findings. A study in medical students has previously shown that participants exposed to a simulated patient death had an adverse learning experience¹⁹. Other authors believe that simulated death negatively affects performance: «Mock codes should not end in death. When they do, the participants become so focused on the act of dying that the objectives of the scenario become secondary»⁵⁵. The participants in this study were not medical students but trainees who often had experienced death during their training⁶². In the case of this naturalistic task, Johnston et al. explain that hypervigilant decision-making may be an adaptive response and may improve performance⁷⁴. This might explain why trainees maintained performance despite an increase in subjective anxiety level. Many experts disagree on the educational advantages of having a manikin die during mock codes^{17, 19, 20, 62}.

In our opinion, the safe environment of the simulation center, combined with a comprehensive and personalized debriefing, is the ideal location to prepare trainees for this rare but highly stressful and emotional clinical situation⁴².

This study has several limitations. The reviewers were not blinded when they evaluated the videos, neither to the nature of the study, to the identity of the participant, nor to the scenario. This can introduce potential biases in scoring. This study used the NRP megacode checklist, however global rating scales are known to exhibit better psychometric properties and are more sensitive to differences in performance levels⁷⁵. In addition, the NRP checklist does not assess communication, interpersonal skills and organizational abilities of trainees, which are very important competencies⁷⁶. Even though confidentiality of scenario content was asked of the trainees, there is a theoretical risk of contamination between trainees. The results of this study are valid for this population but may not be reproducible in other settings where training may differ.

Conclusion

Neonatal simulation causes anticipatory and participatory stress without interfering with their performance. Having a manikin die during a mock code does not additionally increase trainees' objective stress nor interfere with performance. During neonatal mock codes, trainees are less successful in performing bag and mask ventilation than advanced resuscitation maneuvers. Future simulation curriculum development for pediatric trainees should re-think the goal of mock codes. Perhaps, fewer mega-codes should be performed compared to basic positive pressure ventilation building skills. Furthermore, simulated death should also be part of training curriculums, to adequately prepare trainees for their future. Further studies should examine how trainees' performance and stress are affected by other stressful factors present in the real world, such as noise, or the presence of the parents during resuscitation.

Discussion

La présente recherche a permis d'atteindre les objectifs visés. Nous avons pu démontrer que le décès lors d'une simulation médicale est acceptable pour les médecins résidents. Elle apporte une valeur pédagogique pour les enseignés qui trouvent que ce type de scénario est bénéfique à leur formation.

Les pratiques de code causent un stress pour les apprenants. Nous avons démontré que ce stress est à la fois objectif (démonstré avec les variations du cortisol salivaire) et subjectif (tel que décrit par les résidents eux-mêmes dans le questionnaire post-simulation). Par contre, ce stress ne semble pas lié avec leur performance. De plus, le décès du mannequin lors des simulations n'augmentait pas le stress vécu par les résidents et n'interférait pas avec leurs performances. Les apprenants ne semblent pas ressentir le besoin que l'issue potentielle soit divulguée avant d'effectuer une réanimation simulée qui se solde par un décès. En effet, dans notre étude, aucun résident n'a suggéré que le décès du mannequin soit dévoilé avant le début de la pratique de code.

Dans notre projet, tous les participants recevaient une rétroaction individuelle à la fin de la réanimation simulée, fournie par un des investigateurs (qui étaient alors eux-mêmes médecins résidents ou jeunes gradués). Cela a possiblement permis de créer un environnement favorable à la discussion puisque les interlocuteurs avaient le même niveau de formation. La qualité de la rétroaction et un temps suffisant pour le faire (en particulier dans une réanimation simulée avec décès) ont déjà été soulignés par d'autres auteurs¹⁷ et nous paraissent essentiels.

Une rétroaction collective, animée par deux résidentes, a également eu lieu à la fin du projet de recherche. Tous les participants y étaient invités. Cette rencontre de groupe fut le lieu de plusieurs échanges, notamment sur des expériences passées lors de décès de patients en cours de résidence. Nous avons alors perçu que ce cadre de discussion était utile pour les résidents. La pratique de code avec décès a été un catalyseur qui a permis des échanges qui dépassaient

le cadre de recherche, mais qui étaient néanmoins appréciés par les apprenants. Les résidents ont rapporté qu'il n'existait pas de manière formelle de parler de la mort, et que ce type de plate-forme au sein du programme de formation serait bénéfique pour leur permettre de partager leurs vécus et leurs émotions de manière organisée et constructive. L'évaluation des impacts de cette démarche de rétroaction et de discussion n'a pas été étudiée de manière formelle mais il serait fort pertinent de le faire.

Les limites du projet sont de plusieurs ordres. D'abord, la méthodologie par questionnaire (utilisée pour les questionnaires pré-simulation) est associée à un risque de biais de rappel et de biais d'acceptabilité sociale, notamment parce que deux des investigateurs de la recherche étaient aussi résidentes au moment de la réalisation du projet (donc collègues des participants de la recherche). Toutefois, les questionnaires étaient anonymes. De plus, il s'agit d'une étude réalisée dans un seul centre hospitalier. Il n'est donc pas possible de savoir si les opinions exprimées par les résidents de pédiatrie de l'Université de Montréal reflètent celles des résidents des autres programmes ou des autres universités, limitant ainsi notre validité externe. Cependant, un haut taux de réponse assure une bonne validité interne permettant d'envisager que les données représentent probablement les perceptions de la population étudiée.

Pour ce qui est de la partie simulation, il est utile de souligner que les évaluateurs des vidéos n'étaient pas aveugles aux contenus des scénarios et aux buts de l'étude. Il réside aussi un risque théorique de contamination du contenu des scénarios entre les résidents, même si l'instruction était donnée à tous de ne pas divulguer les cas cliniques à leurs collègues jusqu'à la fin de la recherche. Pour minimiser ce risque, nous avons écourté au maximum la période pendant laquelle les simulations se déroulaient (sur cinq semaines). Une autre limite de l'étude réside dans l'utilisation de la grille standardisée du PRN pour évaluer les performances des résidents. Cette grille est uniquement basée sur les habiletés techniques de réanimation. Elle n'inclut pas les habiletés de communication ou d'organisation du travail. Pourtant, ces dernières sont probablement majeures dans les soins à un nouveau-né gravement malade ou mourant. Malheureusement, pour l'instant, ce type de grilles n'existe pas.

Notons également qu'en pratique clinique les parents d'un nouveau-né sont présents dans la salle d'accouchement ou de césarienne. Cela signifie que le professionnel de la santé, en plus d'être en charge de la réanimation du nouveau-né, interagit aussi avec les parents. La communication avec ceux-ci n'a pas été étudiée jusqu'à maintenant même s'il est probable qu'elle ait un impact déterminant sur la façon dont les parents vivront et se rappelleront ces événements (notamment si leur enfant décède).

Malheureusement, le décès fait partie de la réalité de la pratique néonatale et pédiatrique. Il paraît donc souhaitable que les cliniciens y soient préparés. En ce sens, il nous apparaît essentiel que les futurs pédiatres puissent expérimenter, dans un environnement sécuritaire, la mort simulée d'un patient, les préparant pour des décisions et des situations cliniques ultérieures qui sont particulièrement difficiles (et ce sans préjudice pour les «vrais» patients et les «vraies» familles). Il semble regrettable que des pédiatres en pratique se retrouvent seuls, souvent dans des centres périphériques ou régionaux, lors de réanimation infructueuse et de décès néonatal sans qu'ils aient au préalable été exposés à ce type de situation. Ce genre de cas étant peu fréquent, il est possible qu'un résident en pédiatrie générale qui gradue n'ait jamais assisté à un décès néonatal lors d'une réanimation. Pourtant, la majorité des pédiatres feront des réanimations en salle de naissance : ils devront un jour ou l'autre prendre une décision de vie ou de mort et seront alors responsables de cesser ou non la réanimation. En pratique, nous constatons que plusieurs enfants sont réanimés dans les centres hospitaliers primaires ou secondaires pendant plus de 10 minutes, voire souvent 20 minutes, avant d'être transférés dans notre centre tertiaire. Les conséquences sont grandes en termes de morbidités pour l'enfant et sa famille. En somme, il nous paraît inacceptable que les pédiatres qui graduent ne soient pas équipés pour faire face à ce type de situation.

De plus, l'exposition à la mort en période néonatale doit s'étendre au-delà des centres universitaires, afin de permettre aux soignants sur le terrain de profiter des apprentissages de ce type de scénario. Certains centres hospitaliers primaires et secondaires réalisent des pratiques de code dans leurs équipes de soins. Des scénarios de réanimation difficile

pourraient être intégrés à ces activités de formation continue. Il en est de même lors des journées de certification du PRN auxquelles doivent se soumettre tous les deux ans les pédiatres canadiens en pratique qui couvrent les gardes en salle d'accouchement et les soins aux nouveau-nés. Pourquoi ne pas y intégrer des réanimations infructueuses (ce qui n'est pas le cas actuellement)? À notre avis, les responsables nationaux et internationaux du PRN (via la SCP et l'AAP) doivent avoir une réflexion à ce sujet et envisager des modifications au curriculum actuel de simulations néonatales qui figurent dans leurs formations.

Horizons de recherche et buts futurs

La prochaine étape de nos recherches sera d'étudier spécifiquement la communication pendant une réanimation infructueuse, en particulier entre les professionnels de la santé et les parents. Dans cette optique, l'utilisation de la simulation, avec des acteurs jouant le rôle de parents, permettra d'étudier une dimension délicate mais essentielle de la communication intervenant-parent en néonatalogie.

Différents professionnels de la santé (infirmières, médecins, résidents, etc.) seront invités au centre de simulation du CHU Sainte-Justine. Ils seront soumis à un scénario de réanimation néonatale simulée : un bébé naîtra sans signe de vie et la réanimation adéquate sera infructueuse (le patient décède). Les parents (acteurs) seront présents dans la salle pendant et après la réanimation et interagiront avec le professionnel de la santé. Il s'agit donc d'un scénario qui combine à la fois les habiletés techniques et la communication. Ces différentes simulations seront enregistrées sur bandes vidéo. Les performances techniques seront évaluées par des médecins experts du PRN. La communication sera évaluée par des soignants de différents horizons (médecins, résidents, infirmières, psychologues, travailleurs sociaux, personnels de la salle d'accouchement) mais aussi par de «vrais» parents dont les nouveau-nés ont été gravement malades ou sont décédés. Nous souhaitons intégrer la perspective de parents afin d'obtenir une vision adéquate et complète de la communication. Ce protocole de recherche a été rédigé et accepté par le comité d'éthique de la recherche du CHU Sainte-Justine. Il a également obtenu le financement de la Direction de l'enseignement du CHU Sainte-Justine afin de permettre sa réalisation.

À l'aide de ces évaluations, nous souhaitons construire une grille d'enseignement et d'évaluation de la communication entre professionnels de la santé et parents lors de réanimation complexe. Cela pourra contribuer à améliorer l'enseignement et la recherche dans ce domaine encore peu étudié de la néonatalogie et de la pédiatrie. De plus, cela pourrait servir à bonifier l'enseignement du PRN qui est offert à des millions de personnes en Amérique du Nord⁷⁷. La portée d'une telle étude pourrait être significative tant dans les soins directs aux patients et aux familles que dans la recherche en pédagogie médicale, en simulation et en éthique clinique.

Conclusion

En conclusion, ce mémoire a permis de mettre en évidence l'importance, l'utilité et l'acceptabilité de la mort simulée. En effet, la simulation d'un décès néonatal dans la formation médicale en pédiatrie est jugée non seulement acceptable, mais aussi bénéfique pour les résidents. Ce type de scénario ne semble pas avoir d'impact négatif sur les apprenants et pourrait les préparer plus adéquatement à ce genre de situation dans leur pratique clinique future.

La suite de ce projet aspire à mieux comprendre la communication parents-professionnels de la santé lors de situations difficiles en adoptant un angle d'analyse interdisciplinaire, incluant la perspective des parents eux-mêmes. L'impact de ce second projet pour la recherche et l'enseignement de la réanimation néonatale pourrait être considérable.

Bibliographie

- Campbell DR, Barazzino T, Farrugia M, Sgro M. High-fidelity simulation in neonatal resuscitation. *Paediatr Child Health*. 2009;14:19-23.
- Flin R, Maran N. Identifying and training nontechnical skills for teams in acute medicine. *Qual Saf Health Care* 2004;13 Suppl 1:i80-i84.
- Granger DA, Kivlighan KT, Fortunato C, Harmon AG, Hibel LC, Schwartz EB, Whembolua GL. Integration of salivary biomarkers into developmental and behaviorally-oriented research: Problems and solutions for collecting specimens. *Physiology & Behavior* 2007; 92: 583-590.
- Hellhammer DH, Wüst S, Kudielka BM, Salivary cortisol as a biomarker in stress research, *Psychoneuroendocrinology*. 2009; 34: 163–171.
- Kirschbaum C, Hellhammer DH. Salivary cortisol in Psycho Neuroendocrine Research: Recent developments and applications. *Psychoneuroendocrinology* 1994; 19 (4): 313-333.
- Ravert P. An integrative review of computerbased simulation in the education process. *Comput Inform Nurs* 2002; 20(5):203-8.

-
- ¹ Stewart, M.A. Effective Physician-Patient Communication and Health Outcomes: A Review. *Journal de l'Association Médicale Canadienne*. 1995; 152 (9): 1423-1433.
- ² Beckman HB, Markakis KM, Suchman AL, Frankel RM. The Doctor-Patient Relationship and Malpractice Lessons From Plaintiff Depositions. *Arch Intern Med*. 1994;154:1365-1370.
- ³ Leonard M, Graham S, Bonacum D. The human factor: the critical importance of effective teamwork and communication in providing safe care. *Qual Saf Health Care*. 2004; 13 (Suppl 1): i85-i90.
- ⁴ Chambre des représentants USA, 111th congress 02-2009.
- ⁵ Ziv A, Wolpe PR, Small SD, Glick S. Simulation based medical education: an ethical imperative. *Acad Med*. 2003;78(8):783-788.
- ⁶ Rosen KR. The history of medical simulation. *J Crit Care*. 2008; 23(2):157-66.
- ⁷ Cook DA, Hatala R, Brydges R, Zendejas B, Szostek JH, Wang AT, Erwin PJ, Hamstra SJ. Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011;306: 978-988.
- ⁸ Morgan PJ, Cleave-Hogg D. A Canadian simulation experience: faculty and student opinions of a performance evaluation study. *Br J Anaesth*. 2000; 85(5):779-81.
- ⁹ Collège des médecins et des chirurgiens du Canada. [<http://www.royalcollege.ca>]. (site consulté le 10 octobre 2015).
- ¹⁰ Ziv A, Rubin O, Sidi A, Berkenstadt H. Credentialing and certifying with simulation. *Anesthesiol Clin*. 2007 ;25(2):261-9.
- ¹¹ McGaghie WC, Issenberg SB, Cohen ER, Barsuk JH, Wayne DB. Does simulation-based medical education with deliberate practice yield better results than traditional clinical education? A meta-analytic comparative review of the evidence. *Acad Med*. 2011; 86: 706-711.
- ¹² Cordero L, Hart BJ, Hardin R, Mahan JD, Nankervis CA. Deliberate practice improves pediatric residents' skills and team behaviors during simulated neonatal resuscitation. *Clin Pediatr (Phila)*. 2013; 52(8): 747-52.
- ¹³ Tobler K, Grant E, Marczynski C. Evaluation of the impact of a simulation-enhanced breaking bad news workshop in pediatrics. *Simul Healthc*. 2014; 9(4): 213-9.
- ¹⁴ Garg A, Buckman R, Kason Y. Teaching medical students how to break bad news. *CMAJ*. 1997; 156 (8): 1159-1164.

-
- ¹⁵ Solomon DJ, Laird-Fick HS, Keefe CW, Thompson ME, and Noel MM. Using a formative simulated patient exercise for curriculum evaluation. *BMC Med Educ.* 2004; 4(8): 1-6.
- ¹⁶ Geurtzen R, Hogevee M, Rajani, AK, Chitkara R, Antonius T, van Heijst A, Draaisma J, Halamek LP. Using Simulation to Study Difficult Clinical Issues: Prenatal Counseling at the Threshold of Viability Across American and Dutch Cultures. *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare* 2014; 9(3): 167-173.
- ¹⁷ Corvetto MA, Taekman JM. To die or not to die? A review of simulated death. *Simul Healthc.* 2013;8(1):8–12
- ¹⁸ Truog RD, Meyer EC. Deception and death in medical simulation. *Simul Healthc.* 2013;8(1):1–3.
- ¹⁹ Fraser K, Huffman J, Ma I, Sobczak M, McIlwricj J, Wright B, McLaughlin K. The Emotional and Cognitive Impact of Unexpected Simulated Patient Death. A Randomized Controlled Trial. *CHEST* 2014; 145(5): 958-963.
- ²⁰ Leighton K. Death of a simulator. *Clinical Simulation in Nursing* 2009; 5: e59-e62.
- ²¹ American Academy of Pediatrics. *Textbook of Neonatal Resuscitation.* 6th edition. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2011.
- ²² Harrington DJ, Redman CW, Moulden M, Greenwood CE. The long-term outcome in surviving infants with Apgar zero at 10 minutes: a systematic review of the literature and hospital-based cohort. *Am J Obstet Gynecol* 2007; 196 (463): e1-463-e5.
- ²³ Laerdal. SimNewB simulator. Product information. [www.laerdal.com/us/doc/88/SimNewB]. (site consulté le 13 octobre 2015).
- ²⁴ Lockyer J, Singhal N, Fidler H, Weiner G, Aziz K, Curran V. The development and testing of a performance checklist to assess neonatal resuscitation megacode skill. *Pediatrics.* 2006; 118(6): e1739-44.
- ²⁵ van Dulmen S, Tromp F, Grosfeld F, ten Cate O, Bensing J. The impact of assessing simulated bad news consultations on medical students' stress response and communication performance. *Psychoneuroendocrinology.* 2007; 32(8-10): 943-50.
- ²⁶ Müller MP, Hänsel M, Fichtner A, Hardt F, Weber S, Kirschbaum C, Rüder S, Walcher F, Koch T, Eich C. Excellence in performance and stress reduction during two different full scale simulator training courses: a pilot study. *Resuscitation.* 2009; 80(8): 919-24.
- ²⁷ Groer M, Murphy R, Bunnell W, Salomon K, Van Eepoel J, Rankin B, White K, Bykowski C. Salivary measures of stress and immunity in police officers engaged in simulated critical incident scenarios. *J Occup Environ Med.* 2010; 52(6):595-602.

-
- ²⁸ Murphy L, Denis R, Ward CP, Tartar JL. Academic stress differentially influences perceived stress, salivary cortisol, and immunoglobulin-A in undergraduate students. *Stress*. 2010; 13(4):365-70.
- ²⁹ Arora S, Tierney T, Sevdalis N, Aggarwal R, Nestel D, Woloshynowych M, Darzi A, Kneebone R. . The Imperial Stress Assessment Tool (ISAT): A Feasible, Reliable and Valid Approach to Mesuring Stress in the Operating Room. *World J Surg* 2010; 34:1756-1763.
- ³⁰ Coolens JL, Van Baelen H, Heyns W. Clinical use of unbound plasma cortisol as calculated from total cortisol and corticosteroid-binding globulin. *J Steroid Biochem*. 1987; 26(2): 197-202.
- ³¹ Dorn LD, Lucke JF, Loucks TL, Berga SL. Salivary cortisol reflects serum cortisol: analysis of circadian profiles. *Ann Clin Biochem* 2007; 44: 281-284.
- ³² Konishi S, Brindle E, Guyton A, O'Connor KA. Salivary Concentration of Progesterone and Cortisol Significantly Differs Across Individuals After Correcting for Blood Hormone Values. *Am J Phys Anthropol*. 2012; 149(2): 231–241.
- ³³ Dickerson SS, Kemeny ME. Acute Stressors and cortisol responses: A theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychol Bull* 2004;130:355-391.
- ³⁴ Kudielka BM, Buske-Kirschbaum A, Hellhammer DH, Kirschbaum C. HPA axis responses to laboratory psychosocial stress in healthy elderly adults, younger adults, and children: impact of age and gender. *Psychoneuroendocrinology*. 2004; 29(1):83-98
- ³⁵ Kirschbaum C, Kudielka BM, Gaab J, Schommer NC, Hellhammer DH. Impact of gender, menstrual cycle phase, and oral contraceptives on the activity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis. *Psychosom Med*. 1999;61(2):154-62.
- ³⁶ Kajantie E, Phillips DIW. The effects of sex and hormonal status on the physiological response to acute psychological stress, *Psychoneuroendocrinology* 2006; 31: 151–178.
- ³⁷ Crewther BT, Hamilton D, Casto K, Kilduff LP, Cook CJ. Effects of oral contraceptive use on the salivary testosterone and cortisol responses to training sessions and competitions in elite women athletes. *Physiol Behav*. 2015; 1(147):84-90.
- ³⁸ Roche DJ, King AC, Cohoon AJ, Lovallo WR. Hormonal contraceptive use diminishes salivary cortisol response to psychosocial stress and naltrexone in healthy women. *Pharmacol Biochem Behav*. 2013; 109: 84–90.
- ³⁹ Almeida DM, Piazza JR, Stawski RS. Interindividual differences and intraindividual variability in the cortisol awakening response: an examination of age and gender. *Psychol Aging* 2009; 24:819–27.
- ⁴⁰ Olivera-Figueroa LA, Juster RP, Morin-Major JK, Marin MF, Lupien SJ. A time to be stressed? Time perspectives and cortisol dynamics among healthy adults. *Biological Psychology* 2015; 111: 90–99.

-
- ⁴¹ Hsieh HF, Shannon SE. Three approaches to qualitative content analysis. *Qual Health Res.* 2005;15(9):1277–1288
- ⁴² Lizotte MH, Latraverse V, Moussa A, Lachance C, Barrington K, Janvier A. Trainee Perspectives on Manikin Death during Mock Codes. *Pediatrics* 2015; 136 (1): e93-8.
- ⁴³ Amitai Z, Wolpe PR, Small SD, Glick, S. Simulation-Based Medical Education: An Ethical Imperative. *Acad. Med.* 2003;78:783–788
- ⁴⁴ Owen H. Early use of Simulation in medical education. *Simul Healthc.* 2012; 7(2):102-16.
- ⁴⁵ Hansen AR, Quinn M, Ambrosino M, Lloyd, JS. *Manual of Neonatal Mock Codes.* PMPH-USA, 2006.
- ⁴⁶ Donoghue AJ, Durbin DR, Nadel FM, Stryjewski GR, Kost SI, Nadkarni VM. Effect of high-fidelity simulation on Pediatric Advanced Life Support training in pediatric house staff: a randomized trial. *Pediatr Emerg Care.* 2009;25(3):139-44.
- ⁴⁷ Janvier A. I think it is time to stop. *Pediatr Crit Care Med.* 2010;11:624-5.
- ⁴⁸ American Academy of Pediatrics. *Textbook of Neonatal Resuscitation.* 6th edition. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2011. Mega code evaluation sheet.
- ⁴⁹ Creswell, J. W. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed method approaches.* Thousand Oaks, CA Sage Publications. 2003.
- ⁵⁰ Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. *Handbook of qualitative research.* 2nd edition. Thousand Oaks, CA Sage Publications. 2000.
- ⁵¹ Dieckmann P, Gaba D, Rall, M. *Simul Healthc.* Deepening the theoretical foundations of patient simulation as social practice. 2007; 2(3):183-93.
- ⁵² Beaubien JM, Baker DP. The use of simulation for training teamwork skills in health care: how low can you go? *Qual Safety Health Care.* 2004; 13 Suppl 1:i51-6.
- ⁵³ Rehmann A, Mitman R, Reynolds M. *A handbook of flight simulation fidelity requirements for human factors research.* Wright-Patterson AFB, OH: Crew Systems Ergonomics Information Analysis Center; 1995.
- ⁵⁴ Krogh KB, Høyer CB, Ostergaard D, Eika B. Time matter-realism in resuscitation training. *Resuscitation.* 2014; 85(8):1093-8.
- ⁵⁵ Roback MG: Guidelines for conducting the mock code, In Roback MG, Teach SJ, eds. *Pediatric Resuscitation: A Practical Approach,* page 20. American College of Emergency Physicians Publishing, Dallas, Texas, 2005.

-
- ⁵⁶ Rudolph JW, Simon R, Raemer DB. Which Reality Matters? Questions on the Path to High Engagement in Healthcare Simulation. *Simul Healthc.* 2007; 2(3):161-3.
- ⁵⁷ Janvier A. No Time for death. *Am J Hosp Palliat Care.* 2010;27:163-4
- ⁵⁸ Kleinman ME, Chameides L, Schexnayder SM, Samson RA, Hazinski MF, Atkins DL, Berg MD, de Caen AR, Fink EL, Freid EB, Hickey RW, Marino BS, Nadkarni VM, Proctor LT, Qureshi FA, Sartorelli K, Topjian A, van der Jagt EW, Zaritsky AL; American Heart Association. Pediatric advanced life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Pediatrics.* 2010;126(5):e1361-1399.
- ⁵⁹ LeBlanc VR, MacDonald RD, McArthur B, King K, Lepine T. Paramedic performance in calculating drug dosages following stressful scenarios in a human patient simulator. *Prehospital emergency care : official journal of the National Association of EMS Physicians and the National Association of State EMS Directors.* 2005;9(4):439-444.
- ⁶⁰ Harvey A, Bandiera G, Nathens AB, Leblanc VR. Impact of Stress on Resident Performance in Simulated Trauma Scenarios. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012;72(2):497-503.
- ⁶¹ Salas E, Driskell JE, Hughes S. Introduction: the study of stress and human performance. In: Driskell JE, Salas E, eds. *Stress and Human Performance.* Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 1996
- ⁶² Nehring WM, Lashley FR. *High-Fidelity Patient Simulation in Nursing Education.* Sudbury, MA: Jones & Bartlett Publishers; 2010.
- ⁶³ Finan E, Bismilla Z, Whyte HE, Leblanc V, McNamara PJ. High-fidelity simulator technology may not be superior to traditional low-fidelity equipment for neonatal resuscitation training. *Journal of perinatology : official journal of the California Perinatal Association.* 2012;32(4):287-292.
- ⁶⁴ Keinan G. Decision making under stress: scanning of alternatives under controllable and uncontrollable threats. *Journal of personality and social psychology.* 1987;52(3):639-644.
- ⁶⁵ Beilock SL, Carr TH. On the fragility of skilled performance: what governs choking under pressure? *Journal of experimental psychology. General.* 2001;130(4):701-725.
- ⁶⁶ Buchanan TW, Tranel D. Stress and emotional memory retrieval: effects of sex and cortisol response. *Neurobiology of learning and memory.* 2008;89(2):134-141.
- ⁶⁷ Buchanan TW, Lovallo WR. Enhanced memory for emotional material following stress-level cortisol treatment in humans. *Psychoneuroendocrinology.* 2001;26(3):307-317.
- ⁶⁸ Vedhara K, Hyde J, Gilchrist ID, Tytherleigh M, Plummer S. Acute stress, memory, attention and cortisol. *Psychoneuroendocrinology.* 2000;25(6):535-549.

-
- ⁶⁹ LeBlanc V, Woodrow SI, Sidhu R, Dubrowski A. Examination stress leads to improvements on fundamental technical skills for surgery. *American journal of surgery*. 2008;196(1):114-119.
- ⁷⁰ Levy A, Donoghue A, Bailey B, Thompson N, Jamouille O, Gagnon R, Gravel J. External validation of scoring instruments for evaluating pediatric resuscitation. *Simulation in healthcare : journal of the Society for Simulation in Healthcare*. 2014;9(6):360-369.
- ⁷¹ Schmolzer GM, Kamlin OC, O'Donnell CP, Dawson JA, Morley CJ, Davis PG. Assessment of tidal volume and gas leak during mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition*. 2010; 95(6):F393-397.
- ⁷² Schmolzer GM, Dawson JA, Kamlin CO, O'Donnell CP, Morley CJ, Davis PG. Airway obstruction and gas leak during mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition*. 2011;96(4):F254-257.
- ⁷³ Kaufman J, Schmolzer GM, Kamlin CO, Davis PG. Mask ventilation of preterm infants in the delivery room. *Archives of disease in childhood. Fetal and neonatal edition*. 2013;98(5):F405-410.
- ⁷⁴ Johnston JH, Driskell JE, Salas E. Vigilant and hypervigilant decision making. *The Journal of applied psychology*. 1997;82(4):614-622.
- ⁷⁵ Ilgen JS, Ma IW, Hatala R, Cook DA. A systematic review of validity evidence for checklists versus global rating scales in simulation-based assessment. *Medical education*. 2015;49(2):161-173.
- ⁷⁶ Rubio-Gurung S, Putet G, Touzet S, et al. In situ simulation training for neonatal resuscitation: an RCT. *Pediatrics*. 2014;134(3):e790-797.
- ⁷⁷ American Academy of Pediatrics. *Textbook of Neonatal Resuscitation*. 6th edition. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2011. Préface, page vii.

Annexe I

Questionnaire pré-simulation

Nous faisons une étude sur les « pratiques de code » en néonatalogie avec patients simulés. Ces pratiques aident-elles les résidents à affronter les situations cliniques? Les compétences s'améliorent-elles avec la pratique (années de résidence)?

Déroulement de l'étude: Ce projet comprend 2 volets: un questionnaire et une pratique de code. Le questionnaire prend 5-10 minutes de votre temps. La pratique de code comprend 2 scénarios et dure 20-35 minutes, dépendant du déroulement du code. Durant la pratique de code, vous serez filmés afin d'évaluer votre performance. Votre performance sera évaluée selon la grille d'évaluation du NRP. Les films seront détruits une fois les évaluations compilées sur papier. Trois prélèvements de salive seront analysés pour y mesurer le cortisol. Ces prélèvements ne sont pas douloureux et consistent à cracher dans une paille pendant 10-20 secondes. Le cortisol salivaire reflète le stress vécu lors d'une situation, la variation entre les différentes valeurs sera analysée. Aucune information génétique ne peut être obtenue avec ces prélèvements. Les contraceptifs oraux peuvent modifier les valeurs de base, mais n'affectent pas les variations dans les taux de cortisol salivaire. Les données seront toutes anonymes et les participants ne pourront pas être identifiés une fois les évaluations compilées. De plus, pour les résidents, ces pratiques de codes n'influenceront en aucun cas les évaluations. Six mois après l'analyse des résultats, les questionnaires seront détruits. Cette étude demande 5-10 minutes de participation pour le questionnaire et 20-35 minutes pour la pratique de code.

Risques et bénéfices: Il n'y a pas de risque à participer à cette étude, à part un certain inconfort à être observé. Les patients simulés peuvent être vus comme étant une opportunité d'enseignement.

Aux fins de vérifier le bon déroulement de la recherche et d'assurer votre protection, il est possible qu'un délégué du comité d'éthique de la recherche du CHU Sainte-Justine

consulte les données de recherche.

Votre participation à ce projet est libre et volontaire. Toute nouvelle connaissance susceptible de remettre en question votre décision de continuer de participer à la recherche vous sera communiquée. Vous pouvez vous retirer de cette recherche en tout temps. Pour plus d'information concernant cette recherche, contactez le chercheur responsable de cette recherche au CHU HSJ, Dr Janvier au (514) 345-3305.

Pour tout renseignement sur vos droits à titre de participant à ce projet de recherche, vous pouvez contacter le commissaire local aux plaintes et à la qualité des services du CHU HSJ au (514) 345-4749.

En signant ce formulaire de consentement, vous ne renoncez à aucun de vos droits prévus par la loi. De plus, vous ne libérez pas les investigateurs de leur responsabilité légale et professionnelle.

On m'a expliqué la nature et le déroulement du projet de recherche. J'ai pris connaissance du formulaire de consentement et on m'en a remis un exemplaire. J'ai eu l'occasion de poser des questions auxquelles on a répondu à ma satisfaction. Après réflexion, j'accepte de participer à ce projet de recherche.

Nom du participant	Signature	date
--------------------	-----------	------

J'ai expliqué au participant tous les aspects pertinents de la recherche et j'ai répondu aux questions qu'il m'a posées. Je lui ai indiqué que la participation au projet de recherche est libre et volontaire et que la participation peut être cessée en tout temps.

Nom de la personne qui a obtenu le consentement	Signature	date
--	-----------	------

1 = Tout à fait en désaccord avec l'énoncé

2 = En désaccord

3 = D'accord avec l'énoncé

4 = Tout à fait d'accord avec l'énoncé

1. Les pratiques de codes en néonatalogie sont bénéfiques à mon apprentissage

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

2. Il devrait y avoir plus de ces pratiques au cours de notre résidence / fellowship

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

3. Les scénarios des pratiques de codes reflètent la réalité

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

4. Ces pratiques diminuent mon stress et mon anxiété lors de vrais codes

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

5. Ces pratiques augmentent ma performance lors de vrais codes

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

6. Je me sens plus anxieux (se) lors des pratiques que des vrais codes, car je me sens observé(e) et jugé(e)

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

7. Lors des pratiques de code, le mannequin « s'améliore » lorsque les gestes adéquats sont posés et lorsque la réanimation est exemplaire.

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

8. Lorsque nous posons les bons gestes, la pratique de code se termine lorsque le mannequin « est stable » et n'a plus besoin de réanimation active

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

9. Lors des pratiques de code, le mannequin « se détériore » lorsque les gestes inadéquats sont posés et lorsque la réanimation ne suit pas les consignes du NRP.

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

10. Dans la plupart des scénarios, de l'adrénaline doit être administrée

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

11. Dans la plupart des pratiques de code, un cathéter ombilical doit être installé

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

12-Dans notre centre, nous ne donnons pas d'adrénaline aux prématurés de moins de 25 semaines.

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

13-Dans notre centre, nous ne faisons pas de massage cardiaque pour les prématurés de moins de 25 semaines.

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

14-Dans notre centre, nous ne réanimons jamais les nouveau-nés de 22 semaines

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

15-Dans notre centre, nous réanimons très rarement les nouveau-nés de 23 semaines

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

16-Dans notre centre, nous réanimons très rarement les nouveau-nés de 24 semaines

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

17-Il m'est arrivé en pratique d'avoir à faire un massage cardiaque à la naissance d'un bébé

Oui non

18-Il m'est arrivé lors de ma formation de voir une réanimation inefficace à la salle d'accouchement ou en néonatalogie suivie d'un décès

Oui non

19-Nombre de pratiques de codes (NRP) que j'ai faites en néonatalogie :

1-3 4-5 5-10 Plus de 10

20-Pour les résidents juniors (R1-R2) : Quel est le pourcentage de gardes où j'ai couvert la salle d'accouchement depuis le début de ma résidence :

Moins de 10% 10-25% 25-50% 50-75% 75-100%

21-Pour les résidents juniors (R1-R2) : Quel est le pourcentage de gardes où j'ai couvert l'unité néonatale depuis le début de ma résidence :

Moins de 10% 10-25% 25-50% 50-75% 75-100%

22-Pour les résidents séniors (R3 et plus) : Quel pourcentage de gardes avez-vous couvert la salle d'accouchement dans les 12 derniers mois?

Moins de 10% 10-25% 25-50% 50-75% 100%

23-Pour les résidents séniors (R3 et plus) : Quel pourcentage de gardes avez-vous couvert l'unité néonatale dans les 12 derniers mois?

Moins de 10% 10-25% 25-50% 50-75% 100%

24-Nombre de fois où j'ai intubé un nouveau-né

Jamais moins de 5 de 5-10 Plus de 10 Plus de 20

25-Je me sens à l'aise à intuber un nouveau-né en situation d'urgence

En désaccord *d'accord*

1 2 3 4

26-Je me sens à l'aise d'être le réanimateur qui mène une réanimation néonatale

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

28-Informations personnelles :

Je suis

R1

R2

R3

R4

Fellow

29- M

F

30- Prise de contraceptifs oraux Oui

Non

Annexe II

Scénario DCD :

Pratique de code : Fiche de l'évaluateur

Scénario A

Mme Sylvestre, 32 ans, G2P1.

Grossesse de déroulement normal, échographies normales.

39^{2/7} semaines.

Saignement utérin modéré depuis 24 heures. Liquide amniotique sanguinolent.

Majoration des saignements et tracé fœtal anormal menant à une césarienne en urgence.

Scénario REA :

Pratique de code : Fiche de l'évaluateur

Scénario B

Mme Bernier, 28 ans, G1P0A0

Grossesse de déroulement normal, échographies normales.

40^{2/7} semaines.

Diminution des mouvements fœtaux depuis 24h.

Césarienne en urgence pour tracé fœtal non-rassurant.

Liquide amniotique clair.

Annexe III

Questionnaire post code

1) Êtes-vous satisfait de votre performance?

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

2) Lequel des 2 scénarios vous a causé le plus de stress?

Scénario #1

Scénario #2

3) Sur une échelle de 1 à 10, où situeriez-vous votre niveau d'anxiété au cours de la dernière heure?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 (anxiété maximale)

4) Est-ce que vous trouvez que cette pratique de code reflète la réalité en réanimation néonatale?

En désaccord

d'accord

1

2

3

4

Commentaires :

Par souci de validité de nos résultats, svp ne pas divulguer les scénarios de votre pratique de code à vos collègues.

Merci de votre collaboration!