

La simulation en réanimation pédiatrique : état des lieux et perspectives

Simulation in paediatric intensive care: Current situation and prospects

B. Ringuier · N. Richard · S. Leteurtre · T. Lehouste · F. Leclerc · J.-C. Granry

Reçu le 13 décembre 2012 ; accepté le 4 mars 2013
© SRLF et Springer-Verlag France 2013

Résumé La formation en réanimation pédiatrique relève d'un véritable défi en raison de l'augmentation croissante des connaissances et des compétences, de la relative rareté des situations critiques et de la diminution de présence des étudiants auprès des patients. La simulation est une des méthodes pédagogiques pouvant améliorer notablement cette formation. Elle est par ailleurs éthiquement nécessaire, tout particulièrement pour l'apprentissage des gestes techniques. La simulation permet en outre une approche efficace de l'étude des facteurs humains, des comportements d'équipe et de la communication avec l'enfant et sa famille, d'importance capitale en réanimation pédiatrique. Elle concerne aussi bien la formation initiale que la formation continue et doit envisager à terme sa place dans l'évaluation objective des professionnels. La mise en place de réseaux de recherche sur la simulation en santé apparaît aujourd'hui indispensable pour permettre l'amélioration des pratiques et de la sécurité des soins.

Mots clés Réanimation pédiatrique · Simulation · Travail en équipe · Facteur humain · Sécurité

Abstract Training in paediatric resuscitation is a real challenge due to the increasing knowledge and skills, the relative scarcity of critical situations, and the decreasing presence of students nearby the patients. Simulation is a teaching method that can significantly improve training. It is also ethically necessary, especially to learn technical interventions. Simulation allows an efficient approach to investigate human fac-

tors, team behaviours, and communication with the child and his family, which are major concerns in paediatric intensive care. Simulation includes both initial training and continuing education and should be considered in the assessment of professionals. To date, building research networks on health simulation appears mandatory to improve practice and patient safety.

Keywords Paediatric Intensive Care · Simulation · Team training · Human factor · Safety

Introduction

Depuis plus de dix ans, la prévention des erreurs ou événements indésirables liés aux soins apparaît comme un véritable enjeu de santé publique. En 2000, le rapport de l'Institut américain de médecine « *To err is human. Building a safer health system* » a avancé que 4 à 16 % des patients subissent des effets indésirables liés aux soins, et que les erreurs « médicales » sont responsables de 44 000 à 98 000 décès par an aux États-Unis [1]. En France, la Direction de la recherche des études de l'évaluation et des statistiques (DREES) a réalisé en 2004 et 2009 des enquêtes sur les effets indésirables (EI) graves associés aux soins. Ces enquêtes, menées dans 251 unités de soins au sein de 81 établissements ont permis de recenser 374 EI graves dont 177 évitables avec une moyenne d'un EI grave pour cinq jours d'hospitalisation [2]. Parmi les causes d'EI graves les plus fréquemment identifiées, certaines sont liées à des facteurs humains : manque de communication, absence de supervision, interruption de tâche... [3]. En réanimation, près d'un tiers des patients subissent au moins un EI au cours de leur séjour et 10 % des décès sont associés à la survenue préalable d'un événement indésirable infectieux (pneumopathie nosocomiale) ou mécanique (pneumothorax, extubation accidentelle) ayant pu contribuer au décès [4].

L'enfant n'est pas épargné, et cependant, à l'exception des infections nosocomiales, la pathologie iatrogène en

B. Ringuier · T. Lehouste · J.-C. Granry (✉)
Université d'Angers,
CHU Angers, pôle anesthésie réanimation, Angers, France
e-mail : JCGranry@chu-angers.fr

N. Richard
Hospices civils de Lyon,
service de réanimation pédiatrique, Lyon, France

S. Leteurtre · F. Leclerc
Université de Lille, CHRU Lille,
service de réanimation pédiatrique, Lille, France

réanimation pédiatrique reste peu rapportée dans la littérature. L'étude prospective de Stambouly et al. portant sur 1 035 séjours en 18 mois rapportait une incidence des EI de 8 % avec 2,7 EI pour 100 jours de réanimation. Les événements rapportés étaient liés à la ventilation dans 52 % des cas (50 % sont des extubations accidentelles), à des médicaments dans 12 % des cas et à un geste technique dans 11 % des cas ; une erreur humaine était en cause dans 36 % des cas [5]. En France, l'étude prospective de Floret et al. a rapporté 299 EI pour 644 admissions (35,6 %) en 16 mois [6]. Ces deux études ont montré que la survenue d'EI était corrélée à l'âge (notamment pour les problèmes liés à la gestion des voies aériennes), au motif d'admission (affection respiratoire ou cardiovasculaire), au score de gravité à l'admission et à la durée de séjour.

La prise en charge d'un enfant en situation de détresse vitale représente un défi de grande envergure. Pour Cheng, il s'agit de la « tempête parfaite » c'est-à-dire d'un mélange explosif d'enjeux énormes et d'inexpérience des équipes [7]. En effet, les vraies urgences vitales sont rares en pédiatrie : dans les services d'urgences, elles concernent moins de 0,3 % des enfants admis et, en réanimation, seuls 1 à 2 % des enfants admis risquent de présenter un arrêt cardiorespiratoire [8–10]. En réponse à ce paradoxe et parallèlement au développement du concept de « sécurité des patients », la littérature rapporte un grand nombre d'expériences d'enseignement de la prise en charge des urgences vitales pédiatriques par la simulation. L'enseignement de la réanimation néonatale par la simulation représente exactement le même type d'enjeu et est recommandé par les sociétés savantes depuis plusieurs années [11]. Ce travail envisagera la simulation en réanimation pédiatrique hors néonatalogie.

État des lieux international

Le concept de sécurité des patients est né aux États-Unis dans les années 1980 et a été diffusé au grand public grâce au rapport de l'Institut de Médecine cité plus haut [1]. Parmi les propositions de ce rapport, figure notamment la création d'un Centre National pour la Sécurité des Patients ayant entre autres pour fonction la mise en place et le développement de l'enseignement par la simulation, reconnu comme moyen de prévention et de réduction du risque d'erreur. En 2007, l'association américaine des enseignants de pédiatrie qualifie ce type d'enseignement de révolutionnaire et recommande son intégration dans les formations initiales et continues de pédiatrie [12]. La même année, l'amendement H.R.4321 concernant l'enseignement par la simulation est voté par la chambre des représentants des États-Unis (110^e congrès). Ce type de formation y est reconnu comme étant utile à l'amélioration des pratiques des professionnels de santé, bénéfique pour les patients et bénéfique pour la

société en termes de coût. Une assistance financière au niveau fédéral est proposée afin de permettre son développement. En Europe, le concept de sécurité des patients s'est également développé avec notamment un rapport du *Chief Medical Officer*, en Grande-Bretagne en 2008, recommandant d'améliorer la sécurité du système de santé britannique en y intégrant l'enseignement par la simulation. Ce rapport a été suivi de recommandations gouvernementales en 2011 [13]. En réponse à ces volontés politiques, de nombreux centres de simulation ont été créés. En 2005, aux États-Unis, il existait plus de 450 centres de simulation médicale [14]. En Europe, une enquête réalisée en 2008 recensait 20 centres de simulation parmi lesquels l'activité pédiatrique était minoritaire, même si 80 % d'entre eux intégraient un instructeur pédiatrique [15].

Les données disponibles dans la littérature médicale, à majorité anglosaxonne sur ce sujet, permettent de dresser un « état des lieux » de l'enseignement de la réanimation pédiatrique par la simulation. Il est ainsi décrit à plusieurs niveaux :

- individuel avec surtout la formation initiale des étudiants en médecine mais aussi la formation continue des infirmières de réanimation ;
- collectif avec des formations d'équipes pluridisciplinaires qui sont optimisées lorsque les centres de simulation sont intégrés aux services de soins.

La formation initiale des étudiants en médecine comporte deux axes principaux : amélioration des compétences techniques (gestion des voies aériennes, abords vasculaires, massage cardiaque externe, défibrillation, maîtrise des algorithmes de réanimation cardiopulmonaire [RCP] avancée...) et amélioration des compétences non techniques (gestion des ressources, communication, confiance en soi...).

L'acquisition de compétences techniques par les étudiants et/ou internes en médecine bénéficie largement de la simulation sous réserve que la forme de l'enseignement soit adaptée [14,16–18]. L'équipe de Nishisaki et al. a ainsi testé plusieurs formats d'enseignement. Le premier, comprenant une formation de deux journées et demi et intégrant quinze heures de cours, permettait d'améliorer les compétences techniques vis-à-vis de la gestion des voies aériennes, la mise en place d'un abord vasculaire et la réalisation d'une RCP avancée. L'effet bénéfique était mesurable immédiatement après la formation et perdurait sept mois après [16]. Le second format, correspondant à un apprentissage de l'intubation chez l'enfant pendant une séance de simulation de trente minutes réalisée dans les 24 heures précédant la mise en situation réelle de l'étudiant, ne permettait ni d'améliorer le taux de succès d'intubation ni de diminuer les complications liées à ce geste [17]. La méta-analyse de Cook et al. publiée en 2011 confirme l'importance de la durée de la formation (supérieure à une journée) sur l'amélioration des

connaissances [18]. Les données disponibles concernant l'impact sur la mortalité sont rares mais l'étude d'Andreatta et al. a montré une amélioration de la survie des enfants ayant présenté un arrêt cardiaque (de 33 à 50 % entre 2005 et 2009) avec la mise en place d'un programme dédié de formation des étudiants par la simulation [19]. En termes de devenir du patient, les meilleurs résultats sont obtenus lorsqu'une méthode d'enseignement type *mastery learning* est appliquée : les apprenants doivent maîtriser parfaitement chaque unité d'apprentissage avant de passer à la tâche suivante et avant d'agir sur le patient [18]. À côté des compétences techniques, la simulation permet un enseignement efficace de la gestion des ressources de crise (*Crisis Resource Management*) et de la prise en charge des familles avec l'annonce de mauvaises nouvelles [16,20], la gestion d'un décès d'enfant aux urgences ou en réanimation avec des scénarios qui peuvent inclure des travailleurs sociaux et des représentants du culte [21]. Après le scénario, le débriefing est un temps essentiel de l'enseignement par la simulation. Il doit durer le temps nécessaire à l'analyse successive de la perception du déroulement du scénario par les participants puis de leur performance avec l'identification éventuelle du fossé entre performance réalisée et performance souhaitée en fonction des objectifs initiaux. La visualisation des enregistrements vidéo constitue une aide dans cette phase d'analyse car elle permet de « réaligner » auto-évaluation et performance. En effet, l'évaluation de la qualité d'une réanimation en situation réelle repose le plus souvent sur une auto-évaluation mais Tofil et al. ont démontré, en simulation, que l'amélioration du score de compétence auto-évalué n'avait pas forcément de lien avec l'amélioration réelle des performances. Dans ce cas précis, la prise de conscience de l'absence de lien entre performance et confiance, pointée en simulation, sera utile aux étudiants dans leur pratique future [22]. Ce temps de debriefing se termine par une discussion sur les points positifs du scénario et sur les points que les participants souhaitent améliorer. Le débriefing doit être bien formé à cette technique et appliquer une méthode validée comme celle du *Debriefing with Good Judgment* [23]. Les formateurs sont le plus souvent des médecins seniors mais la participation d'étudiants en tant que formateurs permet d'améliorer significativement leurs propres compétences techniques et non techniques [20].

La formation continue des infirmières de réanimation pédiatrique est un axe important de l'enseignement par la simulation avec des effets bénéfiques démontrés sur l'ensemble des compétences [14,20,24]. À Boston, 44 % du temps du centre de simulation est dédié à la formation des infirmières [14]. Au niveau de l'équipe de réanimation pédiatrique dans son ensemble, l'enseignement par la simulation répond aux mêmes objectifs qu'en individuel. Le fait de participer à plusieurs à la formation permet d'améliorer l'efficacité des prises en charge. Ainsi, après une formation

dédiée à l'intubation, le taux de succès en situation réelle était amélioré lorsque l'enfant était pris en charge par au moins deux personnes (interne et/ou infirmière de réanimation et/ou « *respiratory therapist* ») formés ensemble en simulation [25]. L'équipe de réanimation pédiatrique de Duke rapporte une amélioration de la communication, du travail en équipe et de la compréhension des situations cliniques par les infirmières après participation à un programme de simulation incluant dix-sept scénarios d'urgences vitales [20]. Lorsque les centres de simulation sont à proximité immédiate du service de réanimation pédiatrique, les opportunités de formation sont optimisées et les formations peuvent être intégrées au temps de travail des professionnels de santé. C'est l'exemple du *Simulation Center for On-Site Pediatric Simulation* (SCOPE) créé en 2002 à Boston et qui permet que soient formés, chaque année, 100 % des internes du service et 86 % des infirmières [14]. En Angleterre également, la mise en place d'un programme de simulation « intégré » comprenant une séance de deux heures, tous les dix jours environ, au sein de l'unité de réanimation pédiatrique a permis d'améliorer les compétences non techniques dans plus de 90 % des cas avec une augmentation de la confiance en soi chez 90 % de ceux qui avaient participé à trois séances au moins [26].

État des lieux en France

Formation initiale

En France, la première année du deuxième cycle des études médicales (DCEM) a pour but l'acquisition de la séméiologie clinique, biologique et de la séméiologie des techniques d'imagerie médicale. La deuxième partie du deuxième cycle des études médicales est consacrée à l'enseignement de la pathologie et de la thérapeutique. Le temps d'enseignement théorique consacré à la pédiatrie durant ce cycle est de soixante heures environ, ce qui ne permet pas de détailler les situations d'urgence en pédiatrie. Dans les formations paramédicales, notamment infirmières, la part destinée à la pédiatrie est faible et l'apprentissage des situations d'urgence est effectué le plus souvent en cours magistral. La formation aux gestes et soins d'urgence (FGSU) a été instituée par la loi du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique puis mise en application par l'arrêté du 3 mars 2006 [27]. La FGSU peut être suivie en formation initiale ou continue et elle permet l'obtention d'une Attestation de Formation aux Gestes et Soins d'Urgence (AFGSU). Il existe trois niveaux d'AFGSU mais aucun n'envisage spécifiquement des situations de réanimation pédiatrique hormis la gestion de l'arrêt cardiorespiratoire de l'enfant.

La nécessité d'un apprentissage pratique des gestes d'urgence spécifiques à la pédiatrie est rendue difficile par

l'augmentation du nombre des étudiants à former [28,29]. Pour des raisons éthiques, il n'est évidemment pas possible de permettre à plusieurs étudiants de réaliser des gestes d'urgence sur des enfants malades. Durant les premier et deuxième cycles des études médicales, la formation initiale pour la pédiatrie a pour objectif la maîtrise de gestes techniques précis et la maîtrise de l'algorithme de la réanimation de base de l'arrêt cardiaque de l'enfant. Cet enseignement peut se faire en simulation procédurale (voies veineuses périphériques, otoscopie, ponction lombaire, massage cardiaque, ventilation bouche à bouche) ou en simulation dite haute fidélité sur des « simulateurs patients » permettant l'auscultation cardiaque et respiratoire ou l'examen clinique normal du nourrisson par exemple (Tableau 1) [30,31]. Au cours du troisième cycle des études de pédiatrie, la formation initiale utilisant la simulation a pour objectif principal la maîtrise des situations d'urgences pédiatriques, notamment la réanimation avancée de l'arrêt cardiaque de l'enfant. Cet enseignement peut utiliser des mannequins basse fidélité : l'European Resuscitation Council (ERC) a largement développé ce type d'enseignement à destination des personnels médicaux et paramédicaux. Deux principales formations sont dispensées : l'European Pediatric Immediate Life Support (EPILS) dispensée sur une journée et l'European Pediatric Life Support (EPLS) pour les anglophones ou Réanimation Avancée Néonatale et Pédiatrique (RANP) pour les francophones, dispensées sur deux journées [32]. Ces formations utilisent des mannequins basse fidélité pour l'apprentissage de gestes techniques et pour des scénarios au cours desquels le processus décisionnel est évalué. Certains centres utilisent la simulation haute fidélité pour des modules d'enseignement des principales urgences graves de l'enfant (ACR, traumatisme crânien, *purpura fulminans*, état de mal convulsif, déshydratation aiguë...) dans le cadre du

Diplôme d'Études Spécialisées de pédiatrie ou d'anesthésie-réanimation (3^e cycle). L'expérience angevine, débutée en janvier 2010, a ainsi permis de former plus d'une trentaine d'internes de pédiatrie ou d'anesthésie réanimation. Cette formation est dispensée par les praticiens du service d'anesthésie réanimation pédiatrique et s'effectue lors de deux journées complémentaires. Les internes participent chacun à trois scénarios en tant que « *team leader* » ou « *team member* » et un(e) infirmier(e) de réanimation pédiatrique expérimenté(e) joue le rôle de facilitateur. Le respect des protocoles thérapeutiques du service, la gestion des ressources de crise et le comportement sont débriefés à la fin de chaque scénario. Dans l'exemple de la prise en charge initiale d'un enfant traumatisé crânien, cette formation a été jugée réaliste par 100 % des participants et a entraîné un changement des pratiques chez 91 % d'entre eux.

Les études actuelles, citées plus haut, indiquent que l'enseignement par la simulation avec des mannequins haute fidélité est plus réaliste qu'avec des mannequins basse fidélité et qu'il permet une analyse comportementale plus approfondie [33,34]. Cependant le temps, le personnel, les coûts nécessaires sont beaucoup plus importants, et le nombre d'étudiants formés plus restreint pour un temps donné.

Formation continue

La loi Hôpital, Patient, Santé, Territoire (HPST) parue en juillet 2009 attribue aux établissements de santé la mission de garantir la qualité et la sécurité des soins. Elle confirme l'obligation de formation médicale continue (FMC) et d'évaluation des pratiques professionnelles (EPP) sous le terme unifié de développement professionnel continu (DPC). L'enseignement de la pédiatrie par les techniques de simulation est actuellement peu développé en France [15]. Comme

Tableau 1 Description des techniques de simulations. D'après [56]

Type de simulation		Exemple d'enseignement
Animale	Expérimentation animale	Apprentissage d'un geste chirurgical simple (suture)
Humaine	Cadavre	Apprentissage des gestes techniques en chirurgie, en anesthésie réanimation ou médecine d'urgence
	Patient standardisé	Consultations simulées (annonce de mauvaises nouvelles...)
	Jeux de rôles	
Synthétique	Simulateurs patients (mannequins de haute ou basse fidélité)	Mannequins basse fidélité (inertes) : enseignement procédural (intubation, abord vasculaire, ponction lombaire) Mannequins haute fidélité (pilotes par ordinateur) : gestion d'une situation de crise, enseignement procédural et comportemental
	Simulateurs procéduraux (haute ou basse fidélité)	Apprentissage par la répétition de gestes dans une procédure (coeliochirurgie)
Électronique	E-learning	Utilisation des nouvelles technologies et de l'internet

écrit dans le paragraphe précédent, ce type d'enseignement est utilisé en formation initiale mais il est peu développé en formation continue pour la pérennisation des connaissances théoriques et surtout pour la consolidation des compétences techniques et non techniques [35–39]. Cependant, le manque de pratique fait défaut pour bon nombre de professionnels de santé.

Les données disponibles pour évaluer ce phénomène sont quasi inexistantes en France. Dans les pays anglosaxons, la formation à la prise en charge des détresses vitales pédiatriques intitulée *Pediatric Advanced Life Support* (PALS), équivalent de l'EPLS en Europe est obligatoire avec des sessions de rappel tous les deux ans, justifiées par une rétention imparfaite. Même si l'amélioration de la prise en charge des patients est démontrée [40,41], celle-ci reste incomplète avec des praticiens certifiés PALS qui échouent, un an après la formation, lors des manœuvres de désobstruction sur corps étranger et d'intubation endotrachéale dans près de 80 % des cas, pour la pose d'un abord vasculaire dans 89 % des cas, pour le choix correct de l'insufflateur et du masque pour la ventilation manuelle dans 20 à 50 % des cas et pour le choix de la bonne taille de sonde d'intubation dans 70 % des cas [42,43]. En cas d'arrêt cardiorespiratoire (ACR), les formations PALS améliorent les connaissances théoriques mais l'acquisition des gestes techniques reste insuffisante [39]. Lorsque l'enseignement intègre des scénarios, la rétention des compétences est cependant significativement améliorée [44]. En France, ce type de formation est également recommandé, notamment dans la circulaire de 2006 de la Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins (DHOS) qui préconise que les pédiatres ou anesthésistes réanimateurs intervenant dans les unités de surveillance continue pédiatrique disposent d'une expérience en réanimation pédiatrique, soit au travers d'un stage pratique de six mois lors de leur formation initiale, soit lors d'une FMC de deux jours de type RANP sous l'égide du Groupe Francophone de Réanimation et Urgences Pédiatriques avec le label de l'ERC tel que décrit plus haut [45].

Même si la preuve de la supériorité de l'enseignement par la simulation sur l'enseignement traditionnel n'est pas démontrée dans tous les domaines de la réanimation pédiatrique, les apprenants reconnaissent le réalisme des scénarios, l'utilité du débriefing et la qualité d'un tel type d'enseignement. Ils observent une amélioration de leurs performances cliniques dans leur pratique professionnelle quotidienne et s'estiment plus aptes à la prise en charge de détresses vitales pédiatriques [16,46]. La gestion des voies aériennes de l'enfant est améliorée avec une rétention efficace des compétences techniques quatre et dix mois après la formation [47–49]. En cas de polytraumatisme, l'enseignement par la simulation haute-fidélité permet d'obtenir une meilleure évaluation initiale de l'enfant, une meilleure gestion des voies aériennes, une mobilisation en monobloc et une meilleure prise en

charge des fractures pelviennes [50–52]. En cas d'ACR, la simulation haute fidélité est plus performante que l'enseignement basse fidélité car elle permet une meilleure rétention des compétences techniques à distance (14 mois) et une meilleure adhésion aux recommandations [53,54]. Elle permet même une augmentation du taux de survie jusqu'à 50 % (pour un seuil national de survie de 28 %) immédiatement après la formation et au bout de deux ans. Ce gain de survie est corrélé au nombre de scénarios réalisés [19]. La simulation haute fidélité en standardisant les pratiques, en évaluant l'implémentation des recommandations de bonne pratique, en permettant de simuler les accidents pour apprendre de ses erreurs, en permettant de développer chez les professionnels la capacité de détection et de récupération des erreurs, de la synergie d'équipe, des attitudes sécuritaires... répond aux critères à la fois de formation et de certification. Elle apparaît donc bien comme un outil de DPC et de gestion des risques. Cependant, la mise en place de ce type de formation et plus encore sa pérennité se heurte à des difficultés. Certaines sont inhérentes aux apprenants : culpabilité individuelle, crainte de la perte d'autonomie, peur du jugement par ses pairs, crainte de la judiciarisation, crainte du rapport hiérarchique [55]. Il existe aussi des difficultés d'ordre organisationnel qui concernent, d'une part, la disponibilité des instructeurs et le temps nécessaire à leur propre formation et, d'autre part, l'aspect matériel et financier (acquisition de locaux, acquisition et entretien des mannequins, acquisition et entretien du matériel vidéo nécessaire aux retransmissions et au débriefing, temps de secrétariat...). Dans le but de réduire les coûts en mutualisant les moyens, des centres de simulation multidisciplinaires peuvent être envisagés. Enfin, l'absence de labellisation de ces formations ainsi que l'absence d'obligation de formation (comme exigée dans l'aérospatiale) sont actuellement un facteur limitant leur développement.

Conclusions et perspectives

L'enseignement de la réanimation pédiatrique par la simulation se développe actuellement en France et il peut s'appuyer sur les résultats positifs de son expérience internationale notamment anglosaxonne. L'impact sur le devenir des patients est partiellement démontré mais il sous-entend une formation rigoureusement structurée sur le fond et la forme. L'HAS, dans son rapport de mission publié en janvier 2012 intitulé « État de l'art en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé » a proposé plusieurs actions devant permettre d'avoir un impact favorable sur la qualité et la sécurité des soins [56]. Parmi elles, certaines trouvent en réanimation pédiatrique un écho très particulier avec notamment le respect d'un objectif éthique prioritaire intitulé « jamais la première fois sur le patient ».

L'apprentissage de la gestion de crise (facteurs humains et travail en équipe notamment) par la simulation prend également tout son sens dans ce secteur d'activité où la charge émotionnelle est souvent très importante et la prise en charge de l'entourage particulièrement lourde. Le développement de ce type d'enseignement impose : le respect d'un format et d'une méthode démontrés comme étant efficaces pour le devenir du patient, une formation rigoureuse des formateurs idéalement validée par un diplôme universitaire et une mutualisation des ressources afin d'en limiter les coûts humains et financiers. La validation ou la (re)validation des compétences peut être envisagée par cette méthode pédagogique avec des critères d'évaluation bien définis et des stages pratiques au sein de service reconnu. Enfin les travaux de recherche sur l'enseignement de la simulation en réanimation pédiatrique doivent être poursuivis.

Conflit d'intérêt : les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt.

Références

- Institute of Medicine. To Err is Human. Building a Safer Health System. Washington, D.C. National Academy Press, 2000
- Michel P, Quenon JL, Djioud A, et al (2005) Les événements indésirables graves liés aux soins observés dans les établissements de santé : premiers résultats d'une étude nationale. Bulletin DREES
- Leape LL, Berwick DM (2005) Five years after To Err Is Human: what have we learned? *JAMA* 293:2384–90
- Garrouste-Orgeas M, Timsit JF, Vesin A, et al (2010) Selected medical errors in the intensive care unit: results of the IATROREF study: parts I and II. *Am J Respir Crit Care Med* 181:134–42
- Stambouly JJ, McLaughlin LL, Mandel FS, et al (1996) Complications of care in a pediatric intensive care unit: a prospective study. *Intensive Care Med* 22:1098–104
- Floret D, Gay CL (2005) La pathologie iatrogène en réanimation pédiatrique. *Réanimation* 14:442–5
- Cheng A, Donoghue A, Gilfoyle E, Eppich W (2012) Simulation-based crisis resource management training for pediatric critical care medicine: a review for instructors. *Pediatr Crit Care Med* 13:197–203
- Schoenfeld PS, Baker MD (1993) Management of cardiopulmonary and trauma resuscitation in the pediatric emergency department. *Pediatrics* 91:726–9
- de Mos N, van Litsenburg RR, McCrindle B, et al (2006) Pediatric inintensive-care-unit cardiac arrest: incidence, survival, and predictive factors. *Crit Care Med* 34:1209–15
- Slonim AD, Patel KM, Ruttimann UE, Pollack MM (1997) Cardiopulmonary resuscitation in pediatric intensive care units. *Crit Care Med* 25:1951–5
- Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, et al (2010) Neonatal Resuscitation Chapter Collaborators. Neonatal resuscitation: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Pediatrics* 126:e1319–44
- Halamek LP; Association of Medical School Pediatric Department Chairs, Inc (2007) Teaching versus learning and the role of simulation-based training in pediatrics. *J Pediatr* 151:329–30
- A framework for technology Enhanced Learning. Department of health. <http://www.dh.gov.uk/publications>
- Weinstock PH, Kappus LJ, Kleinman ME, et al (2005) Toward a new paradigm in hospital-based pediatric education: the development of an onsite simulator program. *Pediatr Crit Care Med* 6:635–41
- Lassalle V, Berton J, Bouhours G, et al (2009) Medical paediatric simulation: a European survey. *Ann Fr Anesth Reanim* 28:628–33
- Nishisaki A, Hales R, Biagas K, et al (2009) A multi-institutional high-fidelity simulation “boot camp” orientation and training program for first year pediatric critical care fellows. *Pediatr Crit Care Med* 10:157–62
- Nishisaki A, Donoghue AJ, Colborn S, et al (2010) Effect of just-in-time simulation training on tracheal intubation procedure safety in the pediatric intensive care unit. *Anesthesiology* 113:214–23
- Cook DA, Hatala R, Brydges R, et al (2011) Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 306:978–88
- Andreatta P, Saxton E, Thompson M, Annich G (2011) Simulation-based mock codes significantly correlate with improved pediatric patient cardiopulmonary arrest survival rates. *Pediatr Crit Care Med* 12:33–8
- Sweeney A, Stephany A, Whicker S, et al (2011) Senior pediatric residents as teachers for an innovative multidisciplinary mock code curriculum. *J Grad Med Educ* 3:188–95
- Youngblood AQ, Zinkan JL, Tofil NM, White ML (2012) Multidisciplinary simulation in pediatric critical care: the death of a child. *Crit Care Nurse* 32:55–61
- Tofil NM, Benner KW, Zinkan L, et al (2011) Pediatric intensive care simulation course: a new paradigm in teaching. *J Grad Med Educ* 3:81–7
- Rudolph JW, Simon R, Rivard P, et al (2007) Debriefing with good judgment: combining rigorous feedback with genuine inquiry. *Anesthesiol Clin* 25:361–76
- Kane J, Pye S, Jones A (2011) Effectiveness of a simulation-based educational program in a pediatric cardiac intensive care unit. *J Pediatr Nurs* 26:287–94
- Nishisaki A, Nguyen J, Colborn S, et al (2011) Évaluation of multidisciplinary simulation training on clinical performance and team behavior during tracheal intubation procedures in a pediatric intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med* 12:406–14
- Stocker M, Allen M, Pool N, et al (2012) Impact of an embedded simulation team training programme in a paediatric intensive care unit: a prospective, single-centre, longitudinal study. *Intensive Care Med* 38:99–104
- Ministère de la santé et des solidarités. Arrêté du 3 mars 2006 relatif à l'attestation de formation aux gestes et soins d'urgence. In: NOR : SANP0620923A; 2006
- Eppich WJ, Adler MD, McGaghie WC (2006) Emergency and critical care pediatrics: use of medical simulation for training in acute pediatric emergencies. *Curr Opin Pediatr* 18:266–71
- Grant DJ, Marriage SC (2012) Training using medical simulation. *Arch Dis Child* 97:255–59
- Butter J, McGaghie WC, Cohen ER, et al (2010) Simulation-based mastery learning improves cardiac auscultation skills in medical students. *J Gen Intern Med* 25:780–5
- Morris E, Kesser BW, Peirce-Cottler S, et al (2012) Development and validation of a novel ear simulator to teach pneumatic otoscopy. *Simul Health* 7:22–6
- European Resuscitation Council: Paediatric life support, course calendar. 2012 [cited Available from: <https://www.erc.edu/index.php/agenda/en/>]
- Cheng A, Rodgers DL, van der Jagt E, et al (2012) Evolution of the Pediatric Advanced Life Support course: Enhanced learning

- with a new debriefing tool and Web-based module for Pediatric Advanced Life Support instructors. *Pediatr Crit Care Med* 13:589-95
34. Weinberg ER, Auerbach MA, Shah NB (2009) The use of simulation for pediatric training and assessment. *Curr Opin Pediatr* 21:282-7
 35. Lammers R, Byrwa M, Fales W (2012) Root causes of errors in a simulated prehospital pediatric emergency. *Acad Emerg Med* 19:37-47
 36. Goddet NS, Lode N, Descatha A, et al (2009) National evaluation of knowledge and practice of cardiopulmonary resuscitation of children and infants in the field. *Ann Fr Anesth Reanim* 28:943-8
 37. Hunt EA, Walker AR, Shaffner DH, et al (2008) Simulation of in-hospital pediatric medical emergencies and cardiopulmonary arrests: highlighting the importance of the first 5 minutes. *Pediatrics* 121:e 34-43
 38. Losek JD, Olson LR, Dobson JV, Glaeser PW (2008) Tracheal intubation practice and maintaining skill competency : survey of pediatric emergency department medical directors. *Pediatr Emerg Care* 24:294-9
 39. Grant EC, Marczinski CA, Menon K (2007) Using pediatric advanced life support in pediatric resident training : does the curriculum need resuscitation? *Pediatr Crit Care Med* 8:433-9
 40. Durojaiye L, O'Meara M (2002) Improvement in resuscitation knowledge after a one-day paediatric life-support course. *J Paediatr Child Health* 38:241-5
 41. Baker TW, King W, Soto W, et al (2009) The efficacy of Pediatric Advanced Life Support training in emergency medical service providers. *Pediatr Emerg Care* 25:508-12
 42. Nadel FM, Lavelle JM, Fein JA, et al (2000) Teaching resuscitation to pediatric residents: the effects of an intervention. *Arch Pediatr Adolesc Med* 154:1049-54
 43. White JR, Shugerman R, Brownlee C, Quan L (1998) Performance of advanced resuscitation skills by pediatric housestaff. *Arch Pediatr Adolesc Med* 152:1232-5
 44. Donoghue AJ, Durbin DR, Nadel FM, et al (2009) Effect of high-fidelity simulation on Pediatric Advanced Life Support training in pediatric house staff: a randomized trial. *Pediatr Emerg Care* 25:139-44
 45. Circulaire N° 517/DHOS/o/2006/396 du 08 septembre 2006 relative à l'organisation de la réanimation pédiatrique et de la surveillance continue pédiatrique
 46. Cheng A, Goldman RD, Aish MA, Kissoon N (2010) A simulation-based acute care curriculum for pediatric emergency medicine fellowship training programs. *Pediatr Emerg Care* 26:475-80
 47. Sudikoff SN, Overly FL, Shapiro MJ (2009) High-fidelity medical simulation as a technique to improve pediatric residents' emergency airway management and teamwork: a pilot study. *Pediatr Emerg Care* 25:651-6
 48. Kory PD, Eisen LA, Adachi M, et al (2007) Initial airway management skills of senior residents: simulation training compared with traditional training. *Chest* 132:1927-31
 49. Overly FL, Sudikoff SN, Shapiro MJ (2007) High-fidelity medical simulation as an assessment tool for pediatric residents' airway management skills. *Pediatr Emerg Care* 23:11-5
 50. Holcomb JB, Dumire RD, Crommett JW, et al (2002) Evaluation of trauma team performance using an advanced human patient simulator for resuscitation training. *J Trauma* 52:1078-85
 51. Mikrogianakis A, Osmond MH, Nuth JE, et al (2008) Evaluation of a multidisciplinary pediatric mock trauma code educational initiative: a pilot study. *J Trauma* 64:761-7
 52. Falcone RA Jr, Daugherty M, Schweer L, et al (2008) Multidisciplinary pediatric trauma team training using high-fidelity trauma simulation. *J Pediatr Surg* 43:1065-71
 53. Wayne DB, Didwania A, Feinglass J, et al (2008) Simulation-based education improves quality of care during cardiac arrest team responses at an academic teaching hospital: a case-control study. *Chest* 133:56-61
 54. Friedman D, Zaveri P, O'Connell K (2010) Pediatric mock code curriculum: improving resident resuscitations. *Pediatr Emerg Care* 26:490-4
 55. DeMaria S Jr, Levine AI, Bryson EO (2010) The use of multimodality simulation in the retraining of the physician for medical licensure. *J Clin Anesth* 22:294-9
 56. Granry JC, Moll MC. Haute Autorité de la Santé. Rapport de Mission: État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Janvier 2012.