

# LA SIMULATION IN-SITU: L'AUTRE APPROCHE DE LA SÉCURITÉ DU PATIENT OU L'ENTRAÎNEMENT EN IMMERSION.

## In-Situ simulation: A different approach to patient safety through immersive training.

HSSAIN I, ALINIER G, SOUAIBY N. La simulation In-Situ: L'autre approche de la sécurité du patient ou l'entraînement en immersion. Med Emergency, MJEM 2013; 15: 17-28

**Keywords:** clinical simulation, in-situ simulation, continuing medical education, patient safety, teamwork, CPD

**Mots clés :** simulation en santé, simulation in-situ, développement professionnel continu, sécurité des soins, entraînement en équipe, DPC

### ABSTRACT

Simulation is becoming more and more popular in the field of healthcare education. The main concern for some faculty is knowing how to organise simulation training sessions when there is no simulation centre as they are not yet widely available and their cost is often prohibitive. In medical education, the pedagogic objectives are mainly aimed at improving the quality of care as well as patient safety. To that effect, a mobile training approach whereby simulation-based education is done at the point of care, outside simulation centres, is particularly appropriate. It is usually called "in-situ simulation". This is an approach that allows training of care providers as a team in their normal working environment. It is particularly useful to observe human factors and train team members in a context that is their real working environment. This immersive training approach can be relatively low cost and enables to identify strengths and weaknesses of a healthcare system. This article reminds readers of the principle of « context specific learning » that is needed for the good implementation of simulation-based education in healthcare while highlighting the advantages, obstacles, and challenges to the development of in-situ simulation in hospitals. The objective is to make clinical simulation accessible to all clinicians for the best interests of the patient.

### Authors' affiliation:

**Correspondent author: HSSAIN Ismaël, MD,**

Center for EMS Education,  
Department of Emergency Medicine,  
Prehospital Care and HEMS, Mulhouse General Hospital, France  
Praticien Hospitalier, CESU 68, SAMU 68 SMUR Urgences, Centre Hospitalier de Mulhouse, France  
hssain@msn.com

**ALINIER Guillaume, PhD, MPhys, PGCert, MInstP, MIPEM, SFHEA**

Hamad Medical Corporation, Training Department – Ambulance Service, Doha, Qatar  
School of Health and Social Work, University of Hertfordshire, Hatfield, UK.  
galinier@hmc.org.qa

**SOUAIBY Nagi, MD, MPH, MHM**

Emergency Department, St Joseph Hospital, Beirut - Lebanon  
Faculty of Medicine, St Joseph University, Beirut – Lebanon  
Chief Editor of the Med Emergency Journal, MJEM



Dr Ismael Hssain

### Article history / info:

Category: Education / Techniques

Received: May 30, 2013

Revised: June 20, 2013

Accepted: June 25, 2013

French version: published online

### Conflict of interest statement:

There is no conflict of interest to declare

### AKNOWLEDGEMENT:

The authors wish to express their gratitude to Prof Denis Oriot for his kindest review of this manuscript.

## RÉSUMÉ

La simulation en santé gagne en popularité dans le champ de l'éducation médicale. La préoccupation des formateurs en simulation est de savoir comment proposer des séances de simulation en santé alors que les centres de simulation ne sont pas encore répandus et que leur coût paraît prohibitif. Or, en formation médicale, les objectifs pédagogiques s'orientent principalement vers l'amélioration de qualité des soins et la sécurité du patient. Par sa mobilité, la simulation in-situ est une simulation réalisée « au pied du malade » (point of care), en dehors des laboratoires de simulation. Elle apparaît donc comme une méthode originale qui permet d'entraîner les soignants, en équipe, dans leurs conditions de travail habituelles, afin de mettre en jeu les facteurs humains et faire évoluer les apprenants dans un contexte proche du réel. Tout en identifiant les forces et les faiblesses d'un système de soin, cet entraînement en immersion permet également de réaliser une simulation de haute fidélité à moindre coût. Cet article rappelle le principe de « contextualisation » nécessaire au bon déroulement de la simulation et met l'accent sur les avantages, les obstacles et les défis au développement de la simulation in-situ dans les hôpitaux. Le but est de rendre accessible la simulation en santé à tous, pour le bien des patients.

## INTRODUCTION

*Vous êtes formateur dans le milieu de la santé et vous souhaitez proposer à vos apprenants une méthode efficace, qui, en plus, améliorera la qualité des soins. Vous êtes persuadés que la simulation en santé est un des meilleurs moyens mais votre budget est restreint. Vous vous posez donc la question de comment développer la simulation dans votre institution à moindre coût et avec des résultats rapidement observables dans la chaîne des soins.*

Parmi toute l'offre de formation à disposition des soignants pour valider leur développement professionnel continu (DPC), il faut choisir la méthode d'apprentissage la plus appropriée en terme d'efficacité et d'efficience pour les hôpitaux et au niveau de l'acquisition de connaissance et de pratique pour les apprenants. La simulation en santé est un outil intéressant qui permet d'exposer les apprenants à des situations cliniques complexes et variées sans risque pour le patient.

Depuis 2012, les recommandations de l'HAS encouragent le développement de la simulation en santé en France (1). Bien que cela ne soit pas encore passé en tant que loi, la « HR 855 » propose de forts investissements dans le domaine de la simulation en santé aux Etats-Unis depuis 2009 (2). Le Médecin-Chef de la Grande Bretagne a aussi fait de nombreuses recommandations dans son rapport de 2009 afin de promouvoir la simulation (3). D'autres pays vont certainement suivre ce chemin sous peu (4).

La simulation in-situ est une stratégie pédagogique originale disponible pour la formation des professionnels de santé dans leur environnement de travail habituel. Cela permet l'analyse de toute l'organisation des soins en leur proposant une immersion dans un monde proche du réel qui est le leur, rendant le transfert d'apprentissage proche du maximum.

Grace à des scénarii très proche de la réalité, la simulation in-situ recrée des situations de gestion des risques, des situations de crise ou d'évènements indésirables, en mettant l'accent sur des prises de décisions difficiles dans un milieu, où il existe de nombreux intervenants parfois multidisciplinaires.

Le niveau de fidélité de la simulation est défini par le degré de réalité qu'atteint la séance de simulation. Ceci dépend fortement du style de facilitation de l'éducateur qui doit se retenir d'intervenir dans le scénario autrement qu'en tant qu'acteur. Un scénario peut mettre en lumière la complexité du travail d'équipe comme dans la réalité du quotidien. La simulation in-situ parvient à ce haut niveau de fidélité (ou réalité) car la séance se déroule à l'endroit même où les soins sont délivrés. Sans réelle préparation spécifique de la part des apprenants au sujet des objectifs spécifiques des scénarii et des évènements qui vont se produire, les apprenants sont susceptibles de commettre des erreurs qu'il est possible de laisser évoluer, afin qu'ils puissent en tirer des leçons enrichissantes pour la future prise en charge de vrais patients.

Les scénarii doivent tenir compte de l'expérience et des préoccupations des professionnels de santé en se centrant sur des « exercices à base de problème ». Les adultes retiennent davantage les nouvelles connaissances lorsque ce qu'ils apprennent, pourra avoir une répercussion immédiate dans leur vie professionnelle (5). Konia et Yao parlent de nouveau paradigme dans l'apprentissage (6). Lee et al. et Coolen et al. ont mis en évidence la supériorité de la simulation en terme de performance clinique dans les urgences

pédiatriques par rapport à d'autres méthodes d'apprentissage (7) (8). Littlewood et al. le confirment en ce qui concerne la prise en charge du patient en état de choc (9).

A l'heure où l'engouement s'étend pour la simulation et que la construction de centres de simulation devient une préoccupation des tutelles, la simulation in-situ est une alternative prometteuse. Cela permet de développer et faciliter des scénarios de haute fidélité pour des équipes de professionnels de santé, avec des résultats immédiatement ressentis sur le terrain et à moindre coût au niveau de l'infrastructure physique requise puisqu'elle est principalement déjà existante.

### 'Note of the editor'

#### Qu'est ce qui est déjà connu sur le sujet ?

Par une mise en jeu des facteurs humains et la prise en charge globale du patient, la simulation est une méthode pédagogique efficace pour l'entraînement en équipe et permet de mieux appréhender les événements indésirables ou rares.

#### Qu'est ce que cet article apporte ?

La simulation in-situ peut être une approche de formation en équipe pluri-professionnelle très proche de la réalité quotidienne. De ce fait, la simulation in-situ permet une évaluation précise des enjeux humains, matériels et environnementaux qui peuvent, par leur dysfonctionnement, être sources de manque de performance et mettre la sécurité des patients en danger. La simulation in-situ nécessite de hautes compétences de la part des instructeurs mais paraît moins onéreuse à mettre en place. Elle peut très justement s'inscrire dans un programme d'amélioration des pratiques professionnelles sous forme de formation continue.

#### Suggestions pour l'avenir

La recherche en simulation in-situ doit s'atteler à prouver ses bénéfices en terme d'amélioration de la sécurité et des soins dispensés aux patients.

## 1. ACTIONS DE FORMATION PAR SIMULATION EN SANTE : QUELLE STRATEGIE ADOPTER POUR LES METTRE EN PLACE

Commencer la simulation dans une institution nécessite d'abord d'établir un programme pédagogique afin de convaincre tous les intervenants de la chaîne des soins de l'utilité du développement de la simulation dans l'intérêt du patient et de sa sécurité.

En effet, les directeurs vont aborder ce programme sous l'aspect financier et vont demander un retour sur investissement (temps et équipement). Il faut donc, par exemple, les convaincre que la simulation contribue à la diminution des coûts liés aux complications liées à l'iatrogénie. Cohen et al. ont estimé le gain à 7/1 dans leur programme de prévention par simulation des infections nosocomiales sanguines suite à la pose de cathéters centraux (10). Van de Ven et al. ont essayé de démontrer une économie de santé par réduction des erreurs médicales après entraînement des équipes obstétricales (11).

La simulation permet également de prévenir les risques liés aux soins voir l'analyse préliminaire d'une activité nouvelle ou encore l'exercice face à des événements rares. Elle pourrait être nécessaire pour une mise en service et l'accréditation d'un nouvel établissement hospitalier ou l'implémentation de procédures médicales spécifiques.

La simulation peut aussi être intégrée dans le cursus de formation initiale des professionnels de santé puis durant leur DPC afin d'encourager le travail en équipe et procurer un niveau suffisant de confiance en soi à travers un débriefing bien conduit et si possible avec un bon jugement comme Rudolph et al. le recommandent (12).

Les éducateurs, quant à eux, seront satisfaits de faire évoluer leurs méthodes pédagogiques vers l'aspect social et comportemental de la formation, tout en diminuant la durée de la courbe d'apprentissage des gestes techniques auprès de vrais patients. Il est innovant de décortiquer les éléments du débriefing susceptibles d'améliorer les prises en charge médicales et d'ensuite les mettre en œuvre au pied du malade (13).

Ziv et al. estiment que cela fait parti du devoir « éthique » des professionnels de santé de s'investir dans la simulation médicale (14). Enfin, le patient se sentira rassuré de savoir que les soignants s'entraînent de cette manière avant de prodiguer des soins parfois risqués sur lui-même ou sa famille, ou d'être formés à répondre à des situations de crise. Son niveau de satisfaction après traitement n'en sera qu'augmenté, ainsi que sa confiance envers les professionnels de la santé.

La communication de ces actions de formation doit être largement diffusée et peut être susceptible de bénéficier de donations charitables pour supporter ce type d'initiative (15). Ceci pourrait contribuer à moindre coût au développement d'autres programmes pour des professionnels de la santé afin d'améliorer leurs aptitudes au travail en équipe et le niveau de qualité des soins qu'ils prodiguent. La simulation in-situ a sa place dans la simulation en santé et le DPC car elle est de coût raisonnable, valable du point de vue éducatif, appropriée pour tester de nouveaux systèmes en santé, et potentiellement visible pour les patients.

## 2. BASES CONCEPTUELLES DE LA SIMULATION IN-SITU : COMMENT RECREER UN CONTEXTE D'APPRENTISSAGE REALISTE EN SIMULATION EN SANTE?

Il y a vingt ans déjà, Gaba posait cette question (16). Le niveau de fidélité de la simulation est défini par le degré de réalité atteint par l'activité, autrement dit comment le contexte de la simulation se rapproche-t-il de la réalité du point de vu de l'apprenant.

« La simulation est une méthode, pas une technologie, pour remplacer ou amplifier des expériences réelles avec des expériences guidées qui évoquent ou reproduisent d'importants aspects du monde réel de façon totalement interactive » (17).

L'erreur fréquente est d'assimiler le degré de fidélité d'une session de simulation au degré de technologie du mannequin ou simulateur de patient utilisé. En effet, Rosen et al. différencient la technologie atteinte par le simulateur de patient (la technologie du matériel de simulation), de la simulation (l'utilisation d'un simulateur) et l'apprentissage par simulation (la méthode utilisée pour la formation) (18).

Afin de développer des séances de simulation en santé de haute fidélité, il faut parfois recréer un haut degré de fidélité au niveau du matériel de simulation (ou une autre forme de représentation du centre d'intérêt de la simulation comme un acteur), un haut degré de fidélité de l'environnement physique, et surtout un haut degré de fidélité de l'environnement psychologique (**Figure 1**).

Comme un metteur en scène, l'instructeur en simulation doit imaginer le décor dans lequel les participants vont évoluer au travers du scénario, rassembler l'équipement et les accessoires requis, mais surtout reproduire l'ambiance nécessaire à l'environnement psychologique afin que les objectifs pédagogiques puissent être atteints. Dans notre cas, on se concentre sur les objectifs d'apprentissage spécifiques ou les autres indicateurs clefs de performance liés à des objectifs spécifiques.

### 2.1 La fidélité du simulateur (le matériel de simulation)

Alinier identifie six types de fidélité dans le matériel de simulation en fonction de leur authenticité par rapport à la vie réelle. Pour la simulation dite haute fidélité, on utilise souvent des simulateurs de patients interactifs qui peuvent reproduire fidèlement des états physiopathologiques assez variés afin d'impliquer une équipe de professionnels de la santé qui devront utiliser leurs connaissances, des gestes, et leurs aptitudes interpersonnelles. Les signes cliniques et vitaux de ce type de simulateur de patient peuvent être contrôlés par un ordinateur. Ces mannequins sont très utiles dans les spécialités médicales qui nécessitent des gestes techniques, parfois invasifs, ou pour des séances de simulation qui cherchent à améliorer les compétences techniques, de travail en équipe, voir même d'utilisation d'équipement médical (19) (**Tableau 1**).

Technological						
Type d'outils de simulation	0	1	2	3	4	5
Techniques de simulation	Simulation par étude de cas et résolution de problème à l'aide d'images et cas cliniques écrits	Modèle en 3D, Mannequin basique de basse fidélité, et simulateurs procéduraux	Simulateurs virtuels, e-learning qui fonctionne grâce à un ordinateur et permettant certains gestes techniques ou chirurgicaux	Simulateurs humains : vrais patients ou patients simulés par des acteurs. Jeu de rôle, simulation hybride (utilisation d'un autre niveau de simulation en conjonction avec un être humain)	Simulateur de fidélité intermédiaire géré par ordinateur, programmables mais pas interactif pour toutes les fonctions vitales.	Simulateur haute fidélité avec plateforme interactive et évolutive de façon autonome de toutes les fonctions vitales durant le scénario.

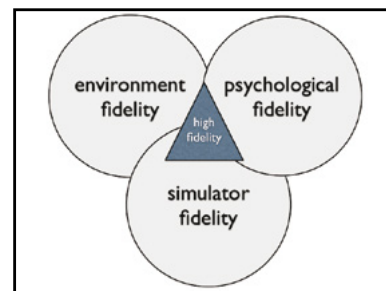


Figure 1: Les éléments d'une expérience en simulation de haute fidélité.

Mode d'activité	Généralement dirigé par l'apprenant	Dirigé par le formateur ou l'apprenant	Dirigé par le formateur ou l'apprenant	Dirigé par le formateur ou l'apprenant	De préférence dirigé par le formateur	De préférence dirigé par l'apprenant
Type d'interaction	Passif		Interactif		Partiellement interactif	Interactif
Champ d'apprentissage exploré	Cognitif	Psychomoteur	Cognitif et psychomoteur	Cognitif, psychomoteur, et affectif	Cognitif, psychomoteur, et affectif	Cognitif, psychomoteur, et affectif
Environnement	Salle de cours	Salle de cours ou salle de pratique	Salle de cours informatisée, salle de pratique, voir laboratoire de simulation	Dépend des scénarios	Salle de pratique ou sur lieu d'exercice réel (ex : salle de déchoquage), ou laboratoire de simulation	Idem au niveau 4 + laboratoire de simulation avec équipement d'enregistrement audio/vidéo
Utilisation	Résolution de cas cliniques. Problèmes de diagnostic, d'évaluation et de traitement	Démonstration et gestes techniques	Raisonnement clinique et prise en charge. Parfois pour le domaine interpersonnel pour le travail en équipe lorsque le logiciel permet une activité en réseau.	Idem niveau 2, plus examen physique du patient, Problèmes de diagnostic, d'évaluation et de traitement, domaine interpersonnel.	Idem niveau 3, plus prise en charge globale dans un contexte clinique simulé à échelle réelle. Parfois utilisé pour démonstrations.	Idem niveau 4
Inconvénients	Peu de réalisme et pas de « Feedback » immédiat.	Pas ou peu interactif. Usage limité a certaines techniques ou procédures.	Pas de « contextualisation » et difficulté d'utiliser l'ordinateur	Pour petits groupes seulement. Patients et acteurs entraînés. Pratiques non invasive seulement, sauf en mode hybride	Nécessité de programmation de scénarios. Instructeur familiarisé avec l'équipement. Exercice en petit groupe. Utilisation d'un moniteur de patient émulé.	Coût du mannequin et du laboratoire. Peu mobile Idem niveau 4
Avantages	Faible coût et grand groupe par rapport au nombre de formateurs.	Idem niveau 1 et équipement mobile.	Idem niveau 2, apprentissage par soi-même et « feedback » sur la performance des gestes effectués.	Très réaliste. Importance de la communication. Entraînement en équipe multi professionnelle.	Réaliste. Reproductible. Entraînement en équipe multi professionnelle. Performance parfois enregistrée pour analyse	Réaliste. Reproductible. Entraînement en équipe multi professionnelle. Performance enregistrée et analysable. Utilisation de vrais moniteurs de patients.

**Table 1:** Classification des différents types d'outils de simulation (avec l'aimable permission de GA et Medical Teacher, adaptation HI) (19)

Malheureusement, les mannequins dits haute fidélité sont fragiles, coûteux et difficilement transportables. Paradoxalement, Lee et al. ont démontré qu'il n'y a pas de différence entre utiliser un mannequin dit haute fidélité ou basse fidélité pour apprendre des gestes techniques (20). Un mannequin ou simulateur-patient dit basse fidélité est un mannequin pour lequel certains gestes techniques



sont permis mais qui ne dispose pas ou très peu de fonction interactive ou d'un logiciel pour le contrôler. Selon les objectifs de formation, la technologie de basse fidélité peut tout de même être utilisée pour une expérience dite haute fidélité. Dans le domaine pré-hospitalier Bredmose et al. ont démontré que des séances de simulation pouvaient facilement être conduites à l'extérieur avec des mannequins dits basse fidélité sans entraver la fidélité de l'expérience pour les apprenants, car les environnements physiques et psychologiques sont proches du réel (21).

Utiliser ce type de simulation, c'est-à-dire rogner sur la fidélité (technologie) du mannequin mais arriver à augmenter le réalisme du terrain et le contexte psychologique est raisonnable et accessible à tous. En effet, le matériel est moins cher, plus simple à utiliser, et peut être mis à rude épreuve notamment dans le domaine pré-hospitalier. Il ne nécessite pas ou rarement de courant électrique ou d'espace de rangement important et les mannequins sont plus facilement transportables. Il faut toutefois un contrat de confiance, en tout début de session, avec les apprenants, afin de leur faire accepter les limites potentielles de la technologie utilisée. C'est une simulation « logique » ou « easy way » peu onéreuse qui se focalise sur les objectifs d'apprentissage plutôt que sur le matériel utilisé.

D'autre part, lorsque que l'on veut mettre l'accent sur le développement des relations humaines, on préfère alors faire appel à des patients réels ou bien des patients dits « standardisés » (un acteur qui joue un patient à partir d'un script qu'il a appris) (22). Malheureusement, la reproduction de signes cliniques comme la température, la tension artérielle ou le pouls ne sont pas contrôlables. Mais, dans certains scénarios, ils sont plus appropriés que n'importe quel mannequin dit haute fidélité.

Au final, la technologie n'est pas importante pour développer des séances de simulation de haute fidélité. D'ailleurs, Issenberg et al. ont montré dans leur étude qu'on utilise plus fréquemment des simulateurs dits basse fidélité ou de fidélité intermédiaire (23)

## 2.2 La fidélité de l'environnement physique (le décor)

La simulation qui se déroulerait à l'endroit même où les soins sont dispensés, avec le matériel du quotidien peut être définie comme de haute fidélité du point de vue de l'environnement (Figure 2).

En effet, l'idéal est que les apprenants soient confrontés à des situations cliniques complexes mais avec leurs armes du quotidien ; c'est-à-dire leur organisation personnelle, leur organisation d'équipe, leurs protocoles et leur matériel. Il faut donc les immerger dans un environnement proche du quotidien voire dans leur environnement quotidien si possible (24).

Par exemple, lors de la construction d'un nouvel hôpital, on peut aisément imaginer construire une salle d'urgence ou une salle d'opération à l'identique de la vraie qui serait dédiée à l'entraînement. Cela peut être prévu également lors de la construction d'un centre de simulation afin que l'environnement de celui-ci reproduise les locaux de l'hôpital pour lequel il prodigue la formation. L'autre solution est de s'entraîner dans l'environnement réel de soin des patients ; ce qui permet un alignement total des objectifs pédagogiques selon les besoins locaux.

Lors d'une séance de simulation in-situ, on peut utiliser les unités de soins comme décor (Figure 3). Wright et al. présentent comment ils proposent des séances de simulation haute fidélité avec un mannequin interactif dans un hélicoptère en plein vol (25).

## 2.3 La fidélité psychologique (l'atmosphère)

La simulation haute fidélité n'est pas seulement un mannequin dit haute fidélité posé dans un centre de simulation où l'on a reproduit une salle d'urgence. Il faut aussi y apporter un réalisme psychologique, c'est-à-dire la pression des facteurs humains avec notamment celle du temps, du stress, et un contexte clinique proche du réel. Un des éléments critiques est le style de facilitation du formateur



Figure 2: Equipment de simulation installé dans un bloc opératoire.



Figure 3: Simulateur de patient installé dans une chambre d'hôpital pour un scénario d'accouchement.

qui doit permettre aux apprenants, selon leur niveau d'expérience, de prendre charge de la situation indépendamment, sans être guidé. Ceci peut simplement être accompli par un retrait physique du ou des formateurs derrière une cloison amovible ou dans une salle de contrôle avec un système audio-visuel et d'où le simulateur peut être dirigé.

Dans le contexte de la simulation de haute fidélité, le rôle le plus important des formateurs est la préparation psychologique des apprenants pour la simulation afin qu'ils acceptent les limitations de la technologie (mannequin et équipement) et du contexte (ils savent que c'est un exercice). Les formateurs doivent faire accepter ces limitations aux apprenants et créer une ambiance favorable à l'apprentissage par le biais de scénarii suivis de débriefing.

Pour Müller et al., la séance de simulation idéale permet de recréer une situation de stress auprès des participants avec des prises de décision difficiles et des interactions multi professionnelles et pluridisciplinaires (CRM ou Crisis Resource Management) (26). Ceci doit prendre en compte le continuum éducationnel, qui est lié au niveau de formation ou d'expérience des apprenants. En effet, il est possible de choisir un niveau de fidélité de simulation moins élevé en offrant plus d'aide pour guider les pratiquants dans l'acquisition des connaissances théoriques et pratiques (19).

Le stress réduit la concentration et augmente les difficultés dans les prises de décisions. Comme dans la vraie vie, la peur de faire mal au patient peut retarder la mise en route d'un traitement. Dans l'étude de Mäkinen et al., la pratique de la simulation comme un entraînement sportif régulier réduit ce stress (27).

L'environnement psychologique inclut tous les facteurs humains et peut faire ressortir des problèmes d'organisation. On peut explorer à travers cela la dynamique d'équipe, les problèmes de communication, la prise du « leadership », voir la carence de protocoles.

A propos des problèmes de communication, Andersen et al. arrivent à mettre en évidence les conflits d'équipe et essayer de les résoudre (28). Une équipe n'est pas seulement l'addition de plusieurs individualités qui travaillent ensemble avec plusieurs objectifs personnels, mais devrait plutôt être un groupe de personnes interagissant et travaillant ensemble, main dans la main vers un objectif commun. Cependant, chacun est responsable de la tenue de route, qu'il soit le chef ou simple équipier, pour parvenir à cet objectif. Pour Buchanan, l'esprit d'équipe et la motivation est meilleure si le chef connaît chacun de ses collègues et est capable de les nommer individuellement, connaît leurs qualités et leurs faiblesses, et sait attribuer à chacun une tâche en fonction de ses compétences et de son expérience (29). Donc entraînons ensemble, ceux qui travaillent ensemble.

Selon Østergaard et al., l'objectif d'une séance de simulation, et plus particulièrement la simulation in-situ, est de travailler tous ces concepts de travail d'équipe (Teamwork) afin d'améliorer les soins et la sécurité du patient (30).

La simulation in-situ peut s'appliquer à tous les domaines de la santé même auprès des dentistes et des psychologues (31) (32). Elle permet aux apprenants de constater, reconnaître et corriger leurs erreurs, et de devenir plus familier avec leur environnement qui est un des points clef du CRM (30).

D'après Miller et al., la simulation in-situ est une stratégie de simulation en équipe qui arrive à recréer dans les unités de soins, un contexte très proche de la réalité et augmente le transfert d'apprentissage de tous les acteurs du système (33).

### 3. LA SIMULATION IN-SITU

#### 3.1 Définitions de la simulation in-situ

La simulation in-situ a d'original qu'elle ne se développe pas au sein d'un centre de simulation mais peut être définie comme « la simulation au lit du malade » (« point of care »), c'est à dire que la séance se déroule au plus près de l'environnement clinique. Les équipes de Weinstock et al. et Paige et al. en sont les grandes promotrices (34) (35).

Il faut bien noter qu'elle n'est pas là pour remplacer la simulation faite dans un centre dédié mais vient plutôt compléter des objectifs de formation non atteignables en dehors d'un contexte de soin des vrais patients (36).

En effet, la simulation in-situ permet un apprentissage et le développement d'expériences des professionnels de santé dans leur environnement habituel de soin, c'est à dire à l'endroit même où ils utilisent les gestes appris, leurs connaissances et leurs expériences au bénéfice du patient (37). Le travail effectué en laboratoire de simulation atteint certains objectifs pédagogiques mais rien ne remplacera l'expérience du terrain où d'autres leçons spécifiques peuvent être apprises. Selon Mondrup et al., cette simulation de terrain est particulièrement utile pour identifier les faiblesses d'une filière de soin ou les erreurs potentielles. Apporter la simulation dans le système permet d'identifier tôt ces lacunes et de les prévenir afin d'améliorer la sécurité des patients (38). Surcouf et al. ont mis en place des séances de simulation pour les internes qui tournent de plus en plus dans les services et peuvent parfois finir leur stage sans avoir rencontré d'urgence vitale (39).

Récemment, Møller et al. ont défini différents types de simulation et différents types de simulation in-situ (40). Un centre ou laboratoire de simulation en santé prend place dans un lieu spécifiquement dédié en dehors des unités de soin. Selon Møller et al. la simulation in-situ serait une unité fixe ou temporaire implantée dans les unités de soins. Møller et al. la différencie de la « simulation mobile » qui a lieu dans les unités de soins mais tout l'équipement et le personnel de formation sont navigants d'un lieu à l'autre en fonction de la demande du scénario par rapport aux besoins du patient (40).

Donc, toujours selon Møller et al., la simulation in-situ se résumerait à dédier un emplacement permanent ou temporaire au sein d'un service comme la réanimation ou les urgences, équipé de la même manière que le service de soin et dont le public cible seraient les soignants dudit service. Les participants s'entraîneraient donc en équipe sur leur lieu de travail avec possibilité de faire appel aux ressources habituelles nécessaires. Tout le matériel peut rester en place en fonction des séances. Ce concept est séduisant car il permet les échanges entre les équipes et au sein d'une même équipe. Mais, il se rapproche assez d'un centre de simulation classique qui serait délocalisé, qui oublie les interactions avec les autres services ; à moins d'avoir un laboratoire de simulation in-situ à chaque étage d'un hôpital. Cette idée occulte finalement la fidélité de l'environnement car il ne permet qu'une évolution dans un contexte précis jusqu'à ce qu'il soit transposé ailleurs (40).

La « simulation mobile » de Møller et al. ressemblerait au développement d'une séance de simulation, de façon temporaire, dans les locaux même des soins. L'équipement et le matériel de simulation sont disposés dans les locaux comme ce serait le cas avec un vrai patient. Le scénario joué peut être n'importe quel cas clinique de la vie courante. Cependant, l'équipement de simulation doit être mobilisé de façon soigneuse et prudente pour éviter la casse. De plus, cette simulation nécessite une phase de préparation et d'installation rigoureuse, et une familiarité technique de tous ses éléments (40).

La « simulation mobile » reste tout de même la « vraie » simulation in-situ car elle permet le déplacement des instructeurs et du matériel de simulation à l'endroit même des soins pour parfaire la réalité du décor. Le « patient-mannequin » peut être déplacé d'une scène à une autre en fonction des soins requis, des événements, et des intervenants. On peut imaginer des séances de simulation en milieu pré-hospitalier : dans une ambulance ou un hélicoptère (25) (41). La simulation avec toute une équipe qui travaille habituellement ensemble renforce le réalisme du scénario et les points d'apprentissage à tirer de l'expérience.

Le scénario peut prévoir du matériel défaillant, induire en erreur les participants par de fausses informations ou des informations inconnues, voire introduire d'autres patients simulés ou des acteurs jouant la famille pour perturber la séance comme dans la vraie vie (22). Le scénario reflète ainsi la réalité au plus proche. C'est une simulation « naturelle ».

Ce concept de simulation « vraiment » in-situ est de haute fidélité car proche de la réalité environnementale et psychologique. Avec un style de facilitation approprié de la part des formateurs et la préparation adéquate des apprenants, leur immersion peut être optimale. Si on utilise alors un mannequin dit haute fidélité ou un patient simulé professionnel, et que le scénario est bien construit, on approche la perfection au niveau du réalisme.

L'approche in-situ de la simulation procure du réalisme à tous les niveaux : techniques, conceptuel et émotionnel. Les participants seront complètement imprégnés du contexte et par les événements de la simulation à partir du moment où les scénarii sont à leur niveau. C'est une simulation haute fidélité, voire la vraie simulation haute fidélité !

### 3.2 Avantages, obstacles et défis de la simulation in-situ

The main advantage of in-situ simulation is the absence of need for a permanent physical location to perform training. The only thing Le principal avantage de la simulation in-situ est l'autonomie en local permanent pour réaliser des actions de formation. Seul est nécessaire un espace de stockage du matériel lorsque celui-ci n'est pas utilisé. Le centre de simulation devient ainsi « mobile ». En effet, physiquement, le centre n'existe que lorsqu'il fonctionne lors des séances de simulation in-situ.

L'autre avantage en terme d'apprentissage et d'évaluation est que tout le système de soin peut être entraîné voir testé avec son propre équipement et dans les conditions de travail quotidien. Delac et al. proposent des séances de réanimation cardio-circulatoire tous les mois pour entraîner ses équipes d'infirmières (42). Le programme de Brooks-Buza propose des séances traitant de la prise en charge des urgences en cabinet dentaire (43).

Selon Shah et al., la simulation in-situ est une opportunité pour évaluer la performance des équipes depuis les pieds du malade que jusqu'à la plus haute strate du système administratif des soins. Elle permet notamment d'identifier des problèmes logistiques, opérationnels ou organisationnels dans l'institution. Elle peut mettre en évidence des carences concernant le leadership, les facteurs humains ou simplement des mauvaises pratiques médicales dans des circonstances normales ou en cas de situation de crise (CRM) (44). Elle permet parfois tout simplement d'être confronté à des événements rares car peu rencontrés en pratique de routine pour



diverses raisons (40). Sam et al. proposent même que la simulation in-situ fasse partie intégrante du curriculum universitaire en santé (45).

Pour Patterson et al., la simulation in-situ se combine efficacement avec le recueil des événements indésirables ou les déclarations des accidents concernant la sécurité des patients car cela permet alors l'analyse sur site des problèmes rencontrés (46). Ceux-ci peuvent servir de base aux scénarii de la simulation. D'ailleurs, en France, la simulation peut être une méthode de RMM (revue de morbi-mortalité) (1).

D'après Wheeler et al. et toujours selon Patterson et al., la simulation in-situ permet d'identifier dans les services de soins, des situations ou des espaces à risque pour les patients, des conduites à risques des équipes, des lacunes individuelles ou collectives en terme de connaissances ou de pratiques médicales, voir du système de soin. Les équipes peuvent être confrontées à des événements indésirables rares ou à grand risque. On pourrait même utiliser la simulation in-situ comme « crash test » afin de tester un nouveau protocole de soin voir une nouvelle filière afin de s'assurer du bon fonctionnement en pratique et mettre en lumière des problèmes organisationnels ou matériels jusque là insoupçonnés (47) (48).

Par exemple, Kobayashi et al. ont utilisé la simulation in-situ pour orienter le personnel et tester la sécurité d'un nouveau service d'urgence avant même son ouverture. Dans une autre étude Kobayashi et al. ont testé les systèmes de surveillance télémétrique d'un service d'urgence lors de la survenue d'arythmie. C'est un gage de qualité au niveau opérationnel et des soins administrés. On peut ainsi voir venir la mise en service et des procédures d'accréditation de nouveaux locaux ou d'une nouvelle activité médicale par la simulation (49) (50).

Hamman et al. et Patterson et al. mettent en évidence des changements de comportements des professionnels de santé après les séances de simulation in-situ ; ce qui, du point de vue de l'évaluation d'une action de formation, est coté de niveau 3 par Kirpatrick (50) (51) (52).

Malgré tous les bénéfices que peut apporter la simulation in-situ aussi bien conceptuellement que sur le terrain, il persiste certaines difficultés de mise en place. Cela nécessite une organisation rigoureuse, des choix de scénarii précis avec des objectifs de formation correspondants aux besoins des apprenants et une expérience des formateurs en matière de simulation. Malgré tous les bénéfices, il existe tout autant de défis qu'ils soient techniques, logistiques, culturels, médicolégaux ou éthiques (53). Tout d'abord, les mannequins utilisés doivent être préférablement transportables, sans fils, et le matériel audio-vidéo a besoin d'être simple à installer et utiliser. Ils doivent donc être solidement construits avec des matériaux de qualité car l'équipement devra être régulièrement déplacé.

L'équipe d'instructeurs doit être familière avec tout l'équipement afin de pouvoir installer et retirer celui rapidement à la fin d'une session de simulation afin de limiter la casse ou la détérioration probablement inéluctable. Le nombre de scénarii qui pourra être facilité sera dans certains cas dicté par le temps requis pour l'installation et la remise en état d'origine de l'espace utilisé. Les instructeurs doivent exercer leur ingéniosité pour camoufler les caméras, les microphones, les fils, et la console de commande du simulateur sur site.

Pendant la séance de simulation in-situ, il est souvent nécessaire d'utiliser du matériel de soin consommable comme le matériel à usage unique ou des médicaments. On peut appréhender ce problème de deux façons : soit on utilise le matériel en place (celui du quotidien) mais il se posera la question de son remplacement et de son coût ; soit on peut utiliser du matériel périmé ou factice qui est seulement destiné à la simulation et souvent réutilisable. Cette deuxième alternative nécessite alors un espace de stockage dédié dudit matériel, le transport, mais surtout l'étiquetage approprié afin de n'être utilisé qu'en simulation. Quelle que soit l'approche envisagée, il faut mettre un système en place afin d'éviter de mélanger (mixer) ce matériel ou d'épuiser les ressources d'un service car cela représente un risque pour le patient. Ce point est un problème particulier de la simulation in-situ. Un autre inconvénient mentionné peut être le risque infectieux mais cela demande à être précisé.

Le plus grand défi de la simulation in-situ est le moment de déroulement des séances et la libération d'équipes entières afin d'assurer une séance de qualité sans qu'aucun vrai patient ne puisse en pâtir. La logique voudrait que ce soit possible à n'importe quelle



Figure 4: Exemple d'utilisation d'un système d'enregistrement audio-vidéo pendant en scenario in-situ avec un simulateur de patient.

heure et avec l'équipe en place. Surcouf et al. et Walker et al. poussent encore plus le concept d'évaluation du système de soin en proposant de simuler de façon inopinée. Mais, malheureusement il n'existe plus de temps mort dans les services d'urgence ou de réanimation, même en nuit profonde, sans que cela ait un impact sur les soins des vrais patients. Faire évoluer l'équipe de garde peut être difficile pour les apprenants comme pour les patients car la séance devrait être très limitée dans le temps et le débriefing ne serait pas serein. L'impact sur les affaires courantes et la sécurité du patient peuvent être des obstacles à la simulation in-situ (40) (54).

Il ne faut pas oublier que la simulation est souvent une démarche active et volontaire de la part des participants et que leur accord doit être obtenu avant le début de la simulation, d'autant plus si la séance est filmée. Donc, le plus raisonnable est de réaliser la séance avec l'équipe sortante qui resterait un peu plus longtemps et l'équipe entrante arriverait plus tôt afin de faciliter les transmissions médicales. C'est un gain de temps en personnel et en temps de formation. Le patient ne s'aperçoit de rien.

Le choix du lieu de la simulation et du débriefing est primordial. Le lieu de la simulation dépendra du scénario mais il faut prévoir qu'il soit libre pour la durée de la séance ou si jamais il était occupé par un vrai malade, il faut prévoir une solution de repli ou « plan B ». Cela suppose une grande adaptabilité des instructeurs. Le lieu de la séance du débriefing doit être proche du lieu de la simulation et équipé en matériel de vidéo-transmission si nécessaire (Figure 4). Un réseau interne (Local Area Network) dans l'hôpital peut être créé afin de pouvoir communiquer de n'importe quelle chambre de malade avec n'importe quelle salle de réunion. Cela pourrait aussi simplifier l'installation d'un système audio-visuel pour la simulation in-situ au travers de l'hôpital.

Finalement, quelle décision morale ou éthique prendre si lors d'une simulation, on découvre la vulnérabilité d'un système de soin et que les propositions faites ne sont pas retenues ou appliquées, tout en sachant qu'elles peuvent mettre en péril la sécurité du patient ? Quelle est alors la responsabilité des formateurs en simulation, des participants, des administratifs lorsqu'ils arrivent à pointer du doigt un accident potentiel ? Tels sont les défis de la simulation in-situ.

Malgré ces quelques difficultés de mise en œuvre, Miller et al. ont récemment prouvé que la simulation in-situ améliore le travail en équipe et la communication lors des soins au traumatisé grave (55). Theilen et al. affirment que la simulation in-situ améliore la reconnaissance et la prise en charge des enfants en détresse vitale (56). La recherche en simulation in-situ est encore balbutiante mais elle fait de plus en plus d'adeptes (4) (18). La simulation in-situ permet de développer des programmes de formation à moindre coût.

### 3.3 Coût de la simulation en centre contre coût de la simulation in-situ

La simulation haute fidélité nécessite un investissement financier important car inévitablement, elle nécessite des locaux, du matériel onéreux, du temps et des ressources humaines pour assurer la formation des professionnels de la santé.

Bâtir un centre de simulation peut s'avérer vraiment très cher et le retour sur investissement doit être prouvé aux tutelles. Il faut des locaux spacieux et adaptés à l'accueil du public, des salles de simulation, de contrôle et de débriefing, du matériel audio-vidéo/ internet développé, des mannequins plus ou moins sophistiqués et chers, du personnel d'entretien, logistique, administratif, paramédical et médical pour fonctionner. Les salles de simulation sont onéreuses à équiper et l'espace occupé n'est pas remboursable. De plus, la contextualisation de ces espaces est parfois difficile à réaliser et il est difficile de recréer à l'identique tout un hôpital car l'espace a souvent besoin d'être multi usage.

Il est judicieux en terme de temps de déplacement du personnel à former et d'accessibilité à la simulation de construire ces centres de simulation proche des hôpitaux. Cela doit s'inscrire dans un processus d'apprentissage précoce et régulier par des plans de formation bien conduits et adaptés aux activités médicales et aux demandes des participants. L'objectif avoué doit être la performance du système ou de l'institution en entier. Cette performance peut être affichée au grand public.

Dans cette période de maîtrise des coûts, la simulation in-situ peut certainement prendre une place de choix. Par exemple, Weinstock et al. ont développé une unité mobile de simulation qui ressemble à un simple chariot hospitalier avec le matériel de commande d'un mannequin qui est mobilisé à la demande dans les services de pédiatrie. Il procure une expérience de simulation haute fidélité répétée à moindre coût. La console est compatible avec n'importe quel mannequin et permet l'enregistrement et le débriefing de la séance. Son prix est estimé à moins de 10000 dollars, mannequin exclus (34) (**Tableau 2**).

Équipement	Coût (USD)
Convertisseur de media bidirectionnel	\$632.00
Convertisseur de media	\$385.00
Ordinateur portable	\$2,882.00
Logiciel pour éditer les vidéos	\$285.00
Camera numérique haute définition	\$1852.00
Valise de transport pour la camera	\$29.00
Trépied et télécommande	\$349.00
Projecteur lumineux	\$102.00
Microphone stéréo	\$90.00
Projecteur LCD	\$1,296.00
Moniteur portable avec hauts parleurs (pour rejouer des clips de scénario dans une grande salle)	\$152.00
<b>Total</b>	<b>\$8,054.00</b>

Tableau 2 : le coût de l'unité mobile de simulation de Weinstock et al. (34)

Cette unité mobile de simulation, tout comme celle d'Ikeyama, réunit tous les éléments nécessaires à la réalisation d'une simulation de qualité. C'est un outil pédagogique original car, en réduisant le coût global et le besoin de locaux, il permet d'augmenter l'accessibilité à la simulation et participe ainsi à sa démocratisation (57).

Contrairement à Weinstock et al., Calhoun et al. évaluent le coût de leur solution à 130000 dollars mais pense que le prix réel pourrait atteindre trois fois plus pour la construction d'un centre permanent. A ces coûts, il convient de rajouter les charges liées à l'intendance et au fonctionnement, qui peuvent également être importantes en cas d'ouverture d'un centre de simulation (34) (58).

## CONCLUSIONS

Paradoxalement, la simulation in-situ n'est pas un retour en arrière ; c'est à dire avant l'implantation des centres de simulation : c'est juste une évolution du concept de simulation poussé à son paroxysme de fidélité avec des résultats palpables au delà de l'apprenant. C'est un « retour vers le futur » ou la formation prend place dans l'environnement clinique d'une façon sécurisée par le biais de l'utilisation d'acteurs ou de mannequins plus ou moins sophistiqués en guise de patients.

La simulation en santé sera bientôt victime de son succès pédagogique. La promotion de la collaboration entre les professionnels de santé encouragera le développement de la simulation et aussi de la simulation in-situ. Dans un contexte politico économique fragile, où on tend vers une démarche qualité et d'évaluation des pratiques professionnelles, la simulation in-situ jouera pleinement son rôle. L'objectif de la simulation haute fidélité est clairement la mise en jeu des facteurs humains et leur expression au sein du milieu professionnel, afin d'améliorer les soins dispensés aux patients.

Innover en simulation médicale afin qu'elle puisse diffuser plus largement doit être une des préoccupations de la recherche en simulation médicale. La simulation in-situ rassemble ces critères d'innovation : haute fidélité, expérience professionnelle, amélioration de la qualité des soins et maîtrise des coûts. Elle pourra même servir de procédure d'accréditation des systèmes de soins. Néanmoins, il s'avérerait nécessaire d'évaluer l'impact réel de tel programme au sein des institutions en terme de diminution des événements indésirables, de morbi-mortalité et finalement en terme d'économie de santé.

## REMERCIEMENTS :

Les auteurs remercient le Professeur Denis Oriot pour sa relecture consciencieuse de ce manuscrit.

## REFERENCES

- (1) Granry JC. Rapport de mission. État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Dans le cadre du développement professionnel continu (DPC) et de la prévention des risques associés aux soins. HAS; 2012.
- (2) America's Authentic Government Information. H.R. 855 To amend the Public Health Service Act to authorize medical simulation enhancement programs, and for other purposes. 111th Congress 1st session. 2009. [www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-111hr855ih/pdf/BILLS-111hr855ih.pdf](http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/BILLS-111hr855ih/pdf/BILLS-111hr855ih.pdf) accessed on 16/07/2013.
- (3) Chief Medical Officer (2009). 150 years of the Annual Report of the Chief Medical Officer. L. Donaldson. London, Department of Health.
- (4) Alinier G, and Platt A. International overview of high-level simulation education initiatives in relation to critical care. *Nursing in Critical Care*. 2013 (in Press)
- (5) Hssain I. Benefits and limitations of medical simulation in emergency medicine, *Med Emergency, MJEM* 2012; 10:09-14.
- (6) Konia M, and Yao A. Simulation-a new educational paradigm? *The Journal of Biomedical Research*, 2013, 27(2):75-80.
- (7) Lee MO, Brown LL, Bender J, Machan JT, and Overly FL. A Medical Simulation-based Educational Intervention for Emergency Medicine Residents in Neonatal Resuscitation. *Acad Emerg Med*. 2012; 19(5):577-85.
- (8) Coolen AJ, Draaisma JMT, Hogeveen M, Antonius TAJ, Lommen CML, and Loeffen JL. Effectiveness of High Fidelity Video-Assisted Real-Time Simulation: A Comparison of Three Training Methods for Acute Pediatric Emergencies. *Int J Pediatr*. 2012; 2012:709569.
- (9) Littlewood KE, Shilling AM, Stemland CJ, Wright EB, and Kirk MA. High-fidelity simulation is superior to case-based discussion in teaching the management of shock. *Med Teach*. 2013; 35(3):e1003-e1010.
- (10) Cohen ER, Feinglass J, Barsuk J, Barnard C, O'Donnell A, McGaghie W, and Wayne D. Cost Savings From Reduced Catheter-Related Bloodstream Infection After Simulation-Based Education for Residents in a Medical Intensive Care Unit. *Simul Healthc*. 2010; 5(2):98-102.
- (11) Van de Ven J, Houterman S, Steinweg R, Scherpbier A, Wijers W, Mol B, and Oei SG. Reducing errors in health care: cost-effectiveness of multidisciplinary team training in obstetric emergencies (TOSTI study); a randomised controlled trial. *BMC Pregnancy and Childbirth* 2010; 10(1):59.
- (12) Rudolph JW, Simon R, Raemer DB, and Eppich WJ. Debriefing as Formative Assessment: Closing Performance Gaps in Medical Education. *Acad Emerg Med*. 2008; 15(11):1010-1016.
- (13) Rudolph JW, Simon R, Rivard P, Dufresne RL, and Raemer DB. Debriefing with Good Judgment: Combining Rigorous Feedback with Genuine Inquiry. *Anesthesiology Clin*. 2007; 25: 361–376.
- (14) Ziv A, Wolpe PR, Small SD, and Glick S. Simulation-based medical education- an ethical imperative. *Academic Medicine*. 2003; 78(8): 783-788.
- (15) Alinier G, and Granry JC, Fundraising. Chapter in Palaganas, J., Mancini, B., Maxworthy J., Epps, C. *Defining Excellence in Simulation Programs*. Lippincott Williams and Wilkins (in press)
- (16) Gaba DM. Improving anesthesiologists' performance by simulating reality. *Anesthesiology*. 1992; 76(4):491-4.
- (17) Gaba D. The future vision of simulation in healthcare. *Quality and Safety in Health Care*. 2004;13(1):i2-i10.
- (18) Rosen MA, Hunt EA, Pronovost PJ, Federowicz MA, and Weaver S. In situ simulation in continuing education for the health care professions: a systematic review. *J Contin Educ Health Prof*. 2012; 32(4):243-54.
- (19) Alinier G. A typology of educational focused medical simulation tools. *Med Teach* 2007; 29(8): e243-e250.
- (20) Lee KHK, Grantham H, and Boyd R. Comparison of high- and low-fidelity mannequins for clinical performance assessment. *Emerg Med Australas*. 2008; 20(6):508-514.
- (21) Bredmose PP, Habig K, Davies G, and Lockey DJ. Scenario based outdoor simulation in pre-hospital trauma care using a simple mannequin model. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2010; 18:13.
- (22) Alinier, G. Developing high-fidelity health care simulation scenarios: A guide for educators and professionals. *Simulation & Gaming*. 2011. 42(1), 9-26.
- (23) Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, and Scaelse RJ. Features and uses of high fidelity medical simulators that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Med Teacher*. 2005; 27:10– 28.
- (24) Alinier G, Hssain I, and Lecomte F. Building a new Center. Chapter in Palaganas J, Mancini B, Mazworthy J, Epps C. *Defining Excellence in Simulation Programs*. Lippincott Williams and Wilkins (in press).
- (25) Wright SW, Lindsell CJ, Hinckley WR, Williams A, Hooland C, Lewis CH, Heimburger G. High fidelity medical simulation in the difficult environment of a helicopter: feasibility, self-efficacy and cost. *BMC Medical Education*. 2006; 6(1):49.
- (26) Müller MP, Hänsel M, Fichtner A, Hardt F, Weber S, Kirschbaum C, Rüder S, Walcher F, Koch T, and Eich C. Excellence in performance and stress reduction during two different full scale simulator training courses: a pilot study. *Resuscitation*. 2009; 80(8):919-924.
- (27) Mäkinen M, Niemi-Murola L, Kaila M, and Castrén M. Nurses' attitudes towards resuscitation and national resuscitation guidelines-nurses hesitate to start CPR-D. *Resuscitation*. 2009; 80(12): 1399-1404.
- (28) Andersen PO, Oluf P, Maaløe R, Andersen HB. Critical incidents related to cardiac arrests reported to the Danish Patient Safety database. *Resuscitation* 2010; 81:312-316.
- (29) Buchanan D. *Organizational behavior – an introductory text*. 5th ed. Prentice Hall, London, 2005.
- (30) Østergaard D, Dieckmann P, and Lippert A. Simulation and CRM. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2011; 25(2): 239-249.
- (31) Carron PN, Trueb L, and Yersin B. High-fidelity simulation in the nonmedical domain: practices and potential transferable competencies for the medical field. *Advances in Medical Education and Practice*. 2011; 2: 149.
- (32) Nel, P W. The Use of an Advanced Simulation Training Facility to Enhance Clinical Psychology Trainees' Learning Experiences. *Psychology Learning & Teaching*. 2010; 9(2): 65-72.



- (33) Miller KK, Riley W, Davis S, and Hansen HE. In Situ Simulation—A Method of Experiential Learning to Promote Safety and Team Behavior. *J Perinat Neonat Nurs*. 2008; 22(2): 105–113.
- (34) Weinstock PH, Kappus LJ, Garden A, and Burns JP. Simulation at the point of care: Reduced-cost, in situ training via a mobile cart. *Pediatr Crit Care Med*. 2009; 10(2): 176-181.
- (35) Paige JT, Kozmenko V, Yang T, Gururaja RP, Hilton CW, Cohn Jr I, and Chauvin SW. High-fidelity, simulation-based, interdisciplinary operating room team training at the point of care. *Surgery*. 2009; 145(2):138-46.
- (36) Gururaja RP, Yang T, Paige JT, and Chauvin SW. Examining the Effectiveness of Debriefing at the Point of Care in Simulation-Based Operating Room Team Training. *Advances in Patient Safety: New Directions and Alternative Approaches (Vol. 3: Performance and Tools)*. Henriksen K, Battles JB, Keyes MA, et al, editors. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2008.
- (37) Paige JT, Kozmenko V, Yang T, Gururaja RP, Hilton CW, Cohn I, and Chauvin SW. Attitudinal changes resulting from repetitive training of operating room personnel using of high-fidelity simulation at the point of care. *Am Surg*. 2009; 75(7):584-90.
- (38) Mondrup F, Brabrand M, Folkestad L, Oxlund J, Wiborg KR, Sand NP, and Knudsen T. In-hospital resuscitation evaluated by in situ simulation: a prospective simulation study. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2011; 19(55): 1-6.
- (39) Surcouf JW, Chauvin SW, Ferry J, Yang T, and Barkemeyer B. Enhancing residents' neonatal resuscitation competency through unannounced simulation-based training. *Med Educ Online*. 2013; 21(18):1-7.
- (40) Møller TP, Østergaard D, and Lippert A. Facts and fiction, Training in centres or in situ, *Trends in Anaesthesia and Critical Care* 2012; 2: 174-179.
- (41) Alinier G, and Newton A. A model to embed clinical simulation training during ambulance shift work. *International Paramedic Practice*. 2013; 3(2): 35-40
- (42) Delac K, Blazier D, Daniel L, and Donamarie N. Five alive: using mock code simulation to improve responder performance during the first 5 minutes of a code. *Crit Care Nurs Q*. 2013; 36(2):244-250.
- (43) Brooks-Buza H, Fernandez R, and Stenger JP. The Use of In Situ Simulation to Evaluate Teamwork and System Organization During a Pediatric Dental Clinic Emergency. *Simul Healthc*. 2011; 6(2):101-108.
- (44) Shah A, Carter T, Kunawi T, and Sharpe R. Simulation to develop tomorrow's medical registrar. *Clin Teach*. 2013; 10(1):42-6.
- (45) Sam J, Pierser M, Al-Qahtani A, and Cheng A. Implementation and evaluation of a simulation curriculum for paediatric residency programs including just-in-time in situ mock codes. *Paediatr Child Health*. 2012; 17(2):e16.
- (46) Patterson MD. In situ simulation: detection of safety threats and teamwork training in a high risk emergency department. *BMJ Qual Saf*. 2013; 22(6):468-77.
- (47) Wheeler DS, Geis G, Mack EH, LeMaster T, and Patterson MD. High-reliability emergency response teams in the hospital: improving quality and safety using in situ simulation training. *BMJ Qual Saf*. 2013; 22(6):507-14.
- (48) Patterson MD, Geis GL, Falcone RA, LeMaster T, and Wears RL. Impact of multidisciplinary simulation-based training on patient safety in a paediatric emergency department. *BMJ QualSaf*. 2013; 22(5):383-93.
- (49) Kobayashi L, Shapiro MJ, Sucov A, Woolard R, Boss RM, Dunbar J, Sciamacco R, Karpik K, and Jay G. Portable advanced medical simulation for new emergency department testing and orientation. *Acad Emerg Med* 2006; 13(6): 691-695.
- (50) Kobayashi L, Parchuri R, Gardiner FG, Paolucci GA, Tomaselli NM, Al-Rasheed RS, Bertsch KS, Devine J, Boss RM, Gibbs FJ, Goldlust E, Monti JE, O'Heran B, Portelli DC, Siegel NA, Hemendinger D, and Jay GD. Use of in situ simulation and human factors engineering to assess and improve emergency department clinical systems for timely telemetry-based detection of life-threatening arrhythmias. *BMJ Qual Saf*. 2013; 22(1):72-83.
- (51) Hamman WR, Beaubien JM, and Beaudin-Seiler BM. Simulation for the Training of Human Performance and Technical Skills: The Intersection of How We Will Train Health Care Professionals in the Future. *J Grad Med Educ*. 2009; 1(2):245-52.
- (52) Kirpatrick D. Evaluating training programs: the four levels. San Francisco, Berr-Koehler.1994
- (53) Patterson MD, Blike GT, and Nadkarni VM. In situ simulation, challenges and results. In: Henriksen K, Battles JB, Keyes MA, Grady ML, editors. *Advances in Patient Safety: New Directions and Alternative Approaches (Vol. 3: Performance and Tools)*. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2008.
- (54) Walker ST, Sevdalis N, McKay A, Lambden S, Gautama S, Aggarwal R, and Vincent C. Unannounced in situ simulations: integrating training and clinical practice. *BMJ Qual Saf*. 2013; 22(6):453-458.
- (55) Miller D, Crandall C, Washington C, and McLaughlin S. Improving Teamwork and Communication—in Trauma Care Through In Situ Simulations. *Acad Emerg Med*. 2012; 19(5):608-12.
- (56) Theilen U, Leonard P, Jones P, Ardill R, Weitz J, Agrawal D, and Simpson D. Regular in situ simulation training of paediatric Medical Emergency Team improves hospital response to deteriorating patients. *Resuscitation*. 2013; 84(2):218-222.
- (57) Ikeyama T, Shimizu N, and Ohta K. Low-Cost and Ready-to-Go Remote-Facilitated Simulation-Based Learning, *Simul Healthc*. 2012; 7(1):35-39.
- (58) Calhoun AW, Boone MC, Peterson EB, Boland KA, and Montgomery VL. Integrated in-situ simulation using redirected faculty educational time to minimize costs: a feasibility study. *Simul Healthc*. 2011; 6(6):337-344.