Measuring the impact of simulation: from utopia to reality

Pierre Drolet, MD · Robert Thivierge, MD

Received: 27 February 2014 / Accepted: 10 March 2014 / Published online: 24 April 2014
© Canadian Anesthesiologists' Society 2014

Simulation has been used in medicine for decades to teach various skills and competencies.¹ First seen as a way to enable the acquisition and repetition of primarily technical skills, simulation has gradually evolved into a key tool to teach more universal competencies. Consequently, simulation is now considered by many as the best method to learn non-technical skills such as collaboration, communication, and leadership. Various elements are behind this transition.² The increasing complexity of modern health care and the explosion of knowledge specific to the various medical specialties have left little room for the physician's traditional role as an omnipotent and omniscient practitioner. After a number of decades during which medical faculties promoted curricula focused on scholarly knowledge and acquiring technical skills, the need to identify and incorporate a broader range of non-technical competencies has emerged.³ At the same time, several experts showed that events involving poor non-technical skills, particularly communication, were responsible for a significant portion of patient morbidity and mortality.⁴ Numerous organizations and coalitions dedicated to the promotion of safer health care networks joined forces in urging academic and hospital administrations to work together to build curricula in which teamwork skills play a key role.⁵ All these elements contributed to the establishment of a new paradigm based on the need for acquiring and assessing teamwork skills, and for obtaining the tools to do so.

Medical schools and hospitals responded by investing heavily in the creation and development of simulation-based learning centres.

The attention that pedagogical experts and health managers have directed towards the acquisition and support of teamwork skills helped foster anesthesiologists' involvement in the development and operation of the simulation centres. Applying concepts such as CRM ("Crisis" or "Crew Resource Management"), which aims to optimize teamwork, to the various fields of specialized medicine has largely resulted from the work of anesthesiologists.⁶ Indeed, the different environments in which anesthesiologists work (operating rooms, intensive care units, etc.) are often a source of complex professional interactions that are likely to influence quality of care and patients' outcome. It is no surprise, therefore, that some institutions devoted considerable efforts and resources in order to simulate the professional activities taking place in those environments. Costly investments were often necessary in order to acquire the infrastructure and hardware used in the simulation centres. Personnel also had to be hired to operate these facilities and to design and implement the pedagogical contents.

Even if an impressive number of tools dedicated to simulation-based teaching of non-technical skills have been developed in the past few decades, it should be emphasized here that their impact on patients' outcome remains uncertain. Despite major investments in this field, few studies have dealt with the direct effects of simulation-based teaching on actual clinical performance or patients' mortality. In this issue of the *Journal*, we find one of the rare papers addressing these issues. In their review, Boet *et al.* identified studies that attempted to measure the impact of CRM or non-technical skills teaching on quality of care and patients' outcome.⁷ Despite abundant literature

P. Drolet, MD (✉)
Département d'Anesthésiologie, Faculté de Médecine,
Université de Montréal, C.P. 6128, Succursale Centre-ville,
Montréal, QC H3C 3J7, Canada
e-mail: pierre.drolet6060@videotron.ca

R. Thivierge, MD
Département de Pédiatrie, Faculté de Médecine, Université de
Montréal, Montréal, QC, Canada

on the acquisition of teamwork-related skills, the authors found only nine articles assessing its effects on actual clinical performance or patients' outcome. Among the four studies dealing only with performance in clinical settings, three pointed out the positive impact of simulation when compared with, or added to, traditional teaching. For their part, the five studies that looked at various measurable patients' outcomes concluded that simulation could influence some of them positively, e.g., complication rates, but only one article (on management of pediatric cardiac arrest) showed a reduction in mortality. There are obviously numerous papers pertaining to the evaluation of simulation-based teaching. Nevertheless, the majority of them only assessed learners' satisfaction or how they performed in a simulated environment. The studies identified by Boet *et al.* therefore suggest that simulation can positively influence clinical performance and, ultimately, patients' outcome.

One can still question the perceived discrepancy between the extent of resources that several institutions allocate to teaching non-technical skills through simulation-based programs and the paucity of formal evidence justifying such enthusiasm. Despite an abundance of research in the field of medical pedagogy, the number of papers addressing the impact of teaching methods (simulation or else) on clinical performance or health outcomes remains disappointingly small.⁸ Should we be reminded that the major reforms brought to the general and specialized medical curricula (introduction of problem-based learning or transversal competencies) were seldom submitted to formal and conclusive evaluations regarding their impact on clinical performance or major health outcomes?⁹ Even in terms of Continuing Professional Development (CPD), a field where learners usually target training opportunities likely to have a direct influence on the quality of the care they provide, most CPD providers only assess participants' satisfaction or perception and seldom perform measurements in actual clinical settings.¹⁰ Why do so few researchers look into the relationship between the choice of educational tools and clinical performance or patients' outcome?¹¹ There are of course many reasons. First, let us point out that the studies identified by Boet *et al.* have weaknesses that could hardly have been ignored had their focus been on therapeutic rather than educational interventions. Potentially unavoidable biases (intergroup contamination, confounding variables, etc.) and sample sizes born out of convenience are only a few of the methodological pitfalls likely to detract researchers and journals' editors from designing or accepting pedagogical research targeting health outcomes. New educational advancements are usually inserted up front in the curricula following expert consensual agreement, and it is often impossible to implement the procedures while simultaneously keeping some learners immune from them in

order to evaluate the impact of the methods more convincingly. Variables, such as mortality, can be assessed only over the long term, and they are influenced by factors other than a simple educational change. This is especially true when historical data, collected before implementation of the studied intervention, are used as controls.

It should be emphasized here that the aviation industry, though often cited as an example with regard to the benefits of simulation-based teaching, adopted mandatory CRM training for all his pilots without conclusively testing its impact on safety.¹² In fact, the impetus for introducing mandatory CRM training for the whole aviation personnel came from accident/incident analysis and investigation that identified human factors as major contributory elements. We cannot now envision measuring the impact of such a decision on air travel safety, even in a retrospective manner, without considering the influence of the numerous technological and organizational changes which occurred in the same period.

What should we conclude from the limited formal evidence showing the impact of simulation-based non-technical skills training on actual performance and on mortality or morbidity rates? Can we justify continuing the investments necessary to develop simulation training on the basis of those few available studies? Should we be satisfied with studies showing the positive impact of simulation on intermediate outcomes, such as simulated performance? Is it realistic or utopian to expect better quality evidence, considering the methodology pitfalls and other relevant obstacles? The adoption of CRM-type simulation training by the aviation industry to address what were then unperceived needs revealed during accident/incident analysis brings to mind the introduction of capnometry (or pulse oximetry) in anesthetic practice. In both cases, the measures were practically made mandatory due to safety concerns and impetus from experts in the field.¹³ In both cases, the measures were generalized without any formal assessment because they were deemed to represent the most appropriate means to resolve identified safety issues. On the other hand, the popularity of pulmonary artery catheters in the 1980s and 1990s followed by their more recent decline showed that large-scale adoption of procedures or techniques without proper evaluation or validation can have significant drawbacks.¹⁴ Perhaps it is possible to challenge medical simulation developers and providers to design programs with embedded tools that would enable the measurement of clinical performance. Such an approach would facilitate future research or, at the very least, better cost-benefit analyses of simulation-based programs with an emphasis on accountability and improvement in the quality of care. Nevertheless, as long as simulation-based training is considered the most adequate solution to address

communication issues detrimental to the safety of care, it will likely continue to benefit from significant investment. So, once again, it appears that we are engaged in a significant turning point in medical education on the basis that it seems reasonable and sensible. As was the case with many prior educational reforms, gathering evidence regarding potential benefits associated to simulation-based learning may have to wait... assuming that a conclusive validation will ever be possible.

Mesurer l'impact de la simulation: de l'utopie à la réalité

La simulation est utilisée en médecine afin d'enseigner diverses habiletés et compétences depuis des décennies.¹ D'abord perçue comme une manière de permettre l'acquisition et la répétition de gestes de nature essentiellement technique, la simulation s'est ensuite progressivement imposée comme un outil apte à favoriser l'apprentissage de compétences plus universelles. La simulation apparaît donc maintenant comme incontournable pour l'enseignement de compétences telles que la collaboration, la communication et le leadership, et ce, pour de multiples raisons.² En effet, la complexité grandissante des soins de santé et l'explosion des connaissances propres aux différentes disciplines spécialisées ont rendu désuet le modèle du praticien omnipotent et omniscient. Après plusieurs décennies pendant lesquelles les curriculums mis de l'avant par les maisons d'enseignement ont priorisé l'érudition et l'acquisition d'habiletés techniques, la nécessité d'identifier et d'incorporer un éventail de compétences non techniques s'impose donc.³ Parallèlement, plusieurs experts ont démontré que la morbidité et la mortalité dont sont victimes les patients étaient essentiellement attribuables à des lacunes dans l'application de ces mêmes compétences non techniques, en particulier la communication.⁴ Les nombreux organismes mis sur pied avec comme mandat de promouvoir le volet sécurité dans la prestation des soins ont aussi contribué à forcer les administrations facultaires et hospitalières à s'associer pour façonner des curriculums où les compétences nécessaires au travail d'équipe occupent une place primordiale.⁵ La nécessité de posséder des outils permettant l'acquisition et l'évaluation des compétences nécessaires au travail d'équipe est donc au cœur du paradigme qui a vu naître et se développer de nombreux centres d'enseignement par simulation dans nos écoles et hôpitaux.

L'intérêt porté par les pédagogues et les gestionnaires de la santé à l'acquisition et au maintien des compétences nécessaires au travail d'équipe a contribué à favoriser

l'implication des anesthésiologistes dans le développement et le fonctionnement des centres de simulation. L'application au monde de la médecine spécialisée de concepts tels que le «Crisis (ou Crew) Ressource Management (CRM)», qui vise l'optimisation du travail d'équipe, est en grande partie le fruit d'un travail effectué par les anesthésiologistes.⁶ En effet, les divers environnements dans lesquels évoluent ces derniers (salles d'opération, U.S.I., etc.) sont souvent source d'interactions interprofessionnelles complexes, lesquelles sont susceptibles d'influencer la qualité des soins et le pronostic des patients. Il n'est donc pas surprenant de constater les efforts substantiels réalisés par certaines institutions afin de se doter de ressources capables de simuler les activités professionnelles propres à ces environnements. Ces outils ont souvent été mis en place au prix d'investissements humains et financiers significatifs, qu'il s'agisse du volet matériel (infrastructures, mannequins, etc.) ou du contenu pédagogique des formations développées.

Il faut cependant noter que si le développement d'outils dédiés à l'enseignement par simulation des compétences non techniques a connu une progression fulgurante au cours des dernières décennies, l'impact de ceux-ci sur le pronostic des patients demeure incertain. En effet, malgré des investissements majeurs dans ce domaine, il n'existe que quelques travaux qui se sont intéressés directement à l'effet sur la performance clinique réelle ou la mortalité des patients. Dans ce numéro du *Journal*, on retrouve l'un des rares articles s'intéressant à ces items. Dans ce travail, Boet *et coll.* ont procédé au recensement des publications portant sur l'impact de l'enseignement du CRM ou des compétences non techniques sur l'amélioration du travail en milieu clinique et du pronostic des patients.⁷ Malgré une abondante littérature touchant l'acquisition des compétences reliées au travail d'équipe, les auteurs n'ont répertorié que neuf travaux portant directement sur l'impact de celle-ci au niveau clinique ou pronostique. Parmi les quatre études s'intéressant uniquement à la performance en milieu clinique, trois ont noté l'impact positif de la simulation lorsque celle-ci était comparée ou ajoutée à un enseignement traditionnel. Quant à elles, les cinq études s'intéressant aux indices pronostiques ont toutes noté un impact positif de la simulation sur divers éléments tels que les taux de complications, mais une seule (portant sur la gestion de l'arrêt cardiaque pédiatrique) a montré une réduction de la mortalité. Il existe évidemment de nombreux articles où les interventions pédagogiques reposant sur la simulation font l'objet d'évaluations. La quasi-totalité de ceux-ci touche cependant la satisfaction des étudiants ou la mesure de leur performance en environnement simulé. Les études recensées par Boet *et coll.* suggèrent donc que la simulation est en effet capable

d'influencer positivement la performance clinique ou, ultimement, le pronostic des patients.

On peut cependant s'interroger sur l'écart perçu entre l'ampleur des ressources affectées par plusieurs institutions à l'enseignement par simulation des compétences non techniques et le peu d'évidences formelles aptes à justifier cet engouement. Malgré le total imposant de publications de recherche en pédagogie médicale, le nombre d'articles faisant état de l'impact de la méthode d'enseignement (simulation ou autres) sur la performance clinique ou les indices de soins demeure proportionnellement peu élevé.⁸ Faut-il rappeler que les réformes majeures des curriculums médicaux généraux et spécialisés (introduction de l'apprentissage par problème ou des compétences transversales) n'ont que rarement fait l'objet d'évaluations formelles et concluantes quant à leur impact sur la performance clinique et les indices pronostiques majeurs.⁹ Même en matière de développement professionnel continu, un domaine où les apprenants sont pourtant en quête de formations susceptibles d'influencer directement la qualité des soins dispensés, la majorité des intervenants se limite à mesurer la satisfaction ou la perception des participants, et rarement l'impact sur leur pratique.¹⁰ Pourquoi donc aussi peu de chercheurs s'intéressent-ils au lien entre le choix des outils pédagogiques et la performance clinique ou les indices pronostiques?¹¹ Les raisons sont multiples, mais il convient d'en énumérer quelques-unes. Notons d'abord que les articles retenus par Boet *et coll.* souffrent de faiblesses qui auraient difficilement pu être ignorées si ces études avaient porté sur des interventions thérapeutiques plutôt que pédagogiques. La présence de multiples biais (contamination des apprenants, facteurs extrinsèques influençant la mesure primaire, etc.) et d'échantillons dont la taille n'est souvent dictée que par la disponibilité des participants ne sont que quelques-unes des lacunes méthodologiques susceptibles de rebuter les chercheurs et éditeurs médicaux en quête de devis expérimentaux plus nets. Les nouvelles interventions pédagogiques sont généralement insérées d'emblée dans les curriculums à la suite de consensus d'experts et il est souvent quasi-impossible de les introduire en y soustrayant certains étudiants, ce qui permettrait d'en estimer l'impact de manière plus convaincante. Les variables telles que le taux de mortalité ne peuvent être qu'évaluées au long terme et elles sont influencées par des éléments autres qu'une simple modification pédagogique. Cela est particulièrement vrai lorsque les cohortes-contrôles font appel à des données anciennes, précédant l'introduction de l'intervention pédagogique étudiée.

Il convient de noter que l'industrie de l'aviation, pourtant souvent citée en exemple lorsqu'il est question des bénéfices de l'enseignement par simulation, a adopté

l'apprentissage obligatoire du CRM sans en évaluer de manière concluante les effets sur la sécurité.¹² En effet, c'est l'identification du rôle joué par les facteurs humains lors de l'analyse des incidents critiques et des accidents d'avion qui a mené à l'introduction du CRM dans la formation des professionnels de l'aviation. On ne peut maintenant songer à mesurer l'impact d'une telle décision sur la sécurité aérienne que rétrospectivement, sans être en mesure d'éliminer l'influence des nombreux changements technologiques et organisationnels qui sont survenus parallèlement.

Que faut-il conclure du peu d'évidences formelles démontrant l'impact de l'enseignement par simulation des compétences non techniques sur la performance réelle et les indices de mortalité ou morbidité? Peut-on justifier le maintien des investissements nécessaires au développement de la simulation sur la foi des quelques études disponibles? Faut-il se satisfaire de recherches démontrant l'impact positif de la simulation sur des mesures intermédiaires telles que la performance simulée? Est-il réaliste ou utopique d'espérer des évidences de meilleure qualité compte tenu des embûches méthodologiques et autres obstacles impliqués? L'adoption par le monde de l'aviation de la simulation de type CRM afin de corriger les lacunes démontrées lors de l'étude des accidents n'est pas sans rappeler l'introduction de la capnométrie (ou de la saturométrie) dans la pratique anesthésique. Dans les deux cas, c'est essentiellement sous l'impulsion d'experts et pour des préoccupations de sécurité que ces mesures sont devenues pratiquement obligatoires.¹³ Dans les deux cas, elles se sont répandues sans évaluation formelle, parce qu'elles semblaient représenter les moyens les plus appropriés de résoudre des problèmes démontrés. Évidemment, la popularité suivie du déclin des cathéters d'artère pulmonaire dans les années 80 et 90 montre aussi que l'adoption à large échelle de conduites n'ayant pas fait l'objet d'une validation formelle peut s'avérer problématique.¹⁴ Peut-être est-il possible de mettre au défi les concepteurs pédagogiques afin que les programmes de simulation intègrent d'emblée des outils permettant la mesure de la performance clinique. Une telle approche faciliterait la recherche future ou, à tout le moins, l'évaluation des coûts et bénéfices associés à la simulation dans une perspective d'imputabilité et d'amélioration de la qualité des soins. Quoi qu'il en soit, tant que la simulation sera perçue comme la solution la plus apte à réduire les problèmes de communication nuisibles à la sécurité des soins, il est probable qu'elle continuera de faire l'objet d'investissements significatifs. Il appert donc qu'une fois de plus, nous assistons à un virage pédagogique significatif parce qu'il paraît souhaitable et raisonnable et que la démonstration formelle des bénéfices justifiant une telle

politique doit attendre... en supposant qu'elle s'avère possible.

Source of funding None.

Conflict of interests None declared.

Source de financement Aucun.

Conflit d'intérêt Aucun.

References

1. Cooper JB, Taqueti VR. A brief history of the development of mannequin simulators for clinical education and training. *Postgrad Med J* 2008; 84: 563-70.
2. Haller G, Laroche T, Clergue F. Morbidity in anaesthesia: today and tomorrow. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2011; 25: 123-32.
3. Peterkin A, Roberts M, Kavanagh L, Havey T. Narrative means to professional ends: new strategies for teaching CanMEDS roles in Canadian medical schools. *Can Fam Physician* 2012; 58: e563-9.
4. Scalise D. 5 years after IOM ... the evolving state of patient safety. *Hosp Health Netw* 2004; 78: 59-62.
5. Leach LS, Kagawa F, Mayo A, Pugh C. Improving patient safety to reduce preventable deaths: the case of a California safety net hospital. *J Healthc Qual* 2012; 34: 64-76.
6. Howard SK, Gaba DM, Fish KJ, Yang G, Sarnquist FH. Anesthesia crisis resource management training: teaching anesthesiologists to handle critical incidents. *Aviat Space Environ Med* 1992; 63: 763-70.
7. Boet S, Bould MD, Fung L, et al. Transfer of learning and patient outcome in simulated crisis resource management: a systematic review. *Can J Anesth* 2014; 61: this issue. DOI:[10.1007/s12630-014-0143-8](https://doi.org/10.1007/s12630-014-0143-8).
8. Shear TD, Greenberg SB, Tokarczyk A. Does training with human patient simulation translate to improved patient safety and outcome? *Curr Opin Anaesthesiol* 2013; 26: 159-63.
9. Neville AJ. Problem-based learning and medical education forty years on. A review of its effects on knowledge and clinical performance. *Med Princ Pract* 2009; 18: 1-9.
10. Davis NL, Davis DA, Johnson NM, et al. Aligning academic continuing medical education with quality improvement: a model for the 21st century. *Acad Med* 2013; 88: 1437-41.
11. Derossis AM, DaRosa DA, Dutta S, Dunnington GL. A ten-year analysis of surgical education research. *Am J Surg* 2000; 180: 58-61.
12. Salas E, Wilson KA, Burke CS, Wightman DC. Does crew resource management training work? An update, an extension, and some critical needs. *Hum Factors* 2006; 48: 392-412.
13. Anderson JA. Respiratory monitoring for anesthesia and sedation. *Anesth Prog* 1987; 34: 228-31.
14. Cruz K, Franklin C. The pulmonary artery catheter: uses and controversies. *Crit Care Clin* 2001; 17: 271-91.