

Les défis de la formation pratique en oto-rhino-laryngologie : apport de la Simulation en Santé au sein d'un Hôpital Universitaire

Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de Docteur en
Sciences Médicales, année académique 2021-2022

Florence Rogister

*Centre Hospitalier Universitaire de Liège | Oto-rhino-laryngologie
Promoteurs : Professeur Philippe Lefebvre, Docteur Anne-Lise Poirrier*

Ce que tu me dis, je l'oublierai.

Ce que tu me montres, je pourrai m'en souvenir.

Impliques moi, je comprendrai et je le retiendrai sûrement.

Xunzi

REMERCIEMENTS

Ce document est le fruit de quatre années de réflexions au sujet de l'éducation des médecins en voie de spécialisation en oto-rhino-laryngologie.

L'intérêt premier concerne la formation pratique. Cela nous a permis d'étudier la structure d'enseignement actuelle et de nous interroger sur l'intérêt d'y apporter l'outil de la simulation en santé afin d'une part de répondre à une demande réelle et vive des candidats en formation et d'autre part de répondre aux objectifs établis par la Commission d'Agrément et le Jury d'examen européen¹. Ces notions pédagogiques sont relativement récentes et ne sont pas enseignées durant le cursus de médecin. Elles peuvent donc paraître peu intuitives à première vue. Ce projet s'inscrit également dans un mouvement généralisé et enthousiaste entrepris par l'Université de Liège envers les différentes techniques de simulation avec la mise sur pied d'une Cellule d'Appui à la Recherche et à l'Enseignement dédiée depuis 2018. Nous souhaitons donc intégrer ces éléments concrètement à notre service d'oto-rhino-laryngologie sur base d'arguments scientifiques.

En effet, la formation de nos futurs confrères constitue un des piliers de notre profession. C'est une question fondamentale à laquelle j'ai été confrontée tout au long de mon parcours tant en Belgique (Centre Hospitalier Universitaire de Liège, Centre Hospitalier Régional de la Citadelle et Centre Hospitalier Universitaire de Mont-Godinne) qu'à l'étranger (Centre Hospitalier Universitaire de Montréal, Centre Hospitalier Luxembourgeois et l'École de Chirurgie de Nancy). Cette formation se poursuit d'ailleurs tout au long de notre carrière et nous contraint à une constante remise en question. Je suis convaincue que les relations d'apprentissage peuvent être multiples et sont à la base de notre évolution en tant que praticien, c'est pourquoi j'ai choisi de m'intéresser à ce sujet en particulier.

Dans ce contexte, je tiens particulièrement à remercier en premier lieu le Professeur Philippe Lefebvre. C'est lui qui est à l'origine du développement de cette idée avec la vision avant-gardiste qui le caractérise. Il m'a soutenue et accompagnée depuis le début dans l'élaboration de ce projet et m'a permis de prendre différents contacts, notamment avec l'Université de Nancy, son école de chirurgie et le Professeur Parietti, qui reste un exemple majeur pour notre département.

Je tiens également à remercier le Docteur Anne-Lise Poirrier qui m'a apporté un support scientifique précieux avec, notamment, une expérience particulière en terme de méthodologie, choix des revues et autres détails qui font la différence en terme de publication. Elle constitue

¹ Le jury d'examen européen en oto-rhino-laryngologie (European Board Examination, <http://ebeorl-hns.org/>) a été créé par la section ORL de l'UEMS et le conseil d'administration en octobre 2008. Il a été créé pour aider à harmoniser la base de connaissances des otorhinolaryngologistes à travers l'Europe. Les représentants belges sont les Dr.Rupal et Prof.Watelet

pour moi une ressource inestimable, tant d'un point de vue clinique que scientifique, et j'espère pouvoir lui rendre la pareille un jour.

Le Docteur Laurence Pottier et le Docteur Ilyas El Haddadi et tous les étudiants qui m'ont apporté leur aide d'un point de vue technique et logistique pour la réalisation des études, malgré leur emploi du temps déjà chargé en tant que médecins en voie de spécialisation.

Je remercie également le reste de l'équipe ORL avec notamment les Docteurs Sophie Tombu et Caroline Salmon, et Madame Séverine Camby qui ont également contribué au bon déroulement et à l'aboutissement de nos travaux.

Le laboratoire d'anatomie humaine (Professeur Pierre Bonnet, Professeur Félix Scholtes, Professeur Valérie Defaweux, Madame Murielle Wouters, Monsieur Alain Botte et Monsieur Guy Dessers) qui a permis la réalisation pratique de plusieurs études et projets pédagogiques en mettant à disposition des locaux et du matériel de grande qualité. Ils m'ont également fourni de nombreux conseils en terme de pédagogie et ressources associées avec une expertise remarquable en la matière.

Le Centre de Simulation en Santé de l'Université de Liège (Professeur Alexandre Ghuysen, Madame Gwennaëlle Graas, Madame Rebecca Tubes, Monsieur Cédric Detry) qui m'a permis de développer une vision globale au sujet de la simulation en santé et de ses différents avantages pédagogiques. C'est notamment par l'intermédiaire de leurs ateliers pratiques et de leur MOOC (Massive Open Online Course) que j'ai pu construire mon apprentissage sur ce sujet qui m'était au départ totalement inconnu. Leur équipe constitue également une base sur laquelle s'appuyer pour l'élaboration d'un programme de formation mixte complet et un relai vers des fournisseurs adaptés.

Le Professeur Cécile Parietti et l'Ecole de Chirurgie de Nancy pour son expérience en matière de pédagogie et de simulation appliquée à l'ORL, que ce soit pour l'acquisition de compétences techniques ou non techniques. Son parcours ainsi que ses compétences techniques et communicationnelles constituent un modèle pour moi. Je pense que notre département a tout à gagner à développer un partenariat avec l'Université de Nancy pour développer un cursus de formation complet.

Le Professeur Anne-Marie Etienne et le département de psychologie de la santé pour ses conseils et références en matière de psychologie de l'éducation au sein du milieu médical et plus précisément du bloc opératoire. Elle m'a permis d'ajouter une dimension complémentaire à ce travail en y intégrant les facteurs humains et émotionnels. J'espère également avoir l'occasion de poursuivre notre collaboration dans l'établissement de travaux futurs visant à améliorer les méthodes d'enseignement en milieu hospitalier.

L'équipe statistique (Professeur Anne-Françoise Donneau, Professeur Anh Nguyet Diep et Madame Justine Monseur) pour leur expertise et leur rigueur sans lesquelles l'élaboration de nos articles n'aurait pas été possible.

Une partie de ce travail est également contemporaine de la première période de confinement relative à la pandémie COVID-19. C'est lors de la mise en place et l'application d'un plan d'urgence hospitalier et autres mesures extraordinaires du genre que les outils pédagogiques de simulation illustrent toute leur importance. En ORL, nous tenions particulièrement à remercier le Docteur Claude Hallet pour l'organisation de séances de simulation concernant aussi bien les mesures d'habillage et déshabillage pour protéger le personnel que les techniques adaptées de trachéotomie nécessitant une formation spécifique.

Enfin, je remercie ma famille pour son soutien et sa patience durant ces années d'auto-construction, semées des réflexions et des doutes qui caractérisent notre long cursus.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| <i>Résumé</i> | 7 |
| <i>Introduction</i> | 11 |
| Définition de la simulation en santé | 11 |
| Le master complémentaire en oto-rhino-laryngologie | 13 |
| Objectifs | 17 |
| <i>État des lieux</i> | 19 |
| Le compagnonnage en chirurgie | 19 |
| La simulation en santé au niveau international | 20 |
| Analogie avec la simulation dans l'industrie à haut risque | 21 |
| La simulation en oto-rhino-laryngologie | 23 |
| Les simulateurs physiques : | 24 |
| Les simulateurs de réalité virtuelle : | 33 |
| Notions de psychologie de l'éducation appliquée au bloc opératoire | 41 |
| Application à la simulation en santé | 46 |
| <i>Présentation des travaux</i> | 54 |
| ENT surgical training in 2018: national cross-sectional study | 54 |
| Use of Vandenberg and Kuse mental rotation test to predict practical performance of rhinosinus endoscopic surgery | 63 |
| Virtual reality surgical simulation as a tuition aid for understanding surgical temporal bone anatomy: trial of 15 ear, nose and throat registrars | 71 |
| <i>Discussion</i> | 78 |
| Intérêt pédagogique de la simulation en santé appliquée à l'ORL | 80 |
| Contraintes et limites | 81 |
| Considérations économiques | 82 |
| Défis et perspectives | 84 |
| Potentialités de développement a l'Université et au CHU de Liège | 84 |
| <i>Conclusion</i> | 85 |
| <i>Bibliographie</i> | 87 |

| | |
|--|------------|
| <i>Annexes</i> | 97 |
| Proposition d'un programme de formation | 97 |
| European Accreditation Council for Continuing Medical Education (EACCME) | 101 |
| Quelle est la valeur ajoutée de l'accréditation UEMS-EACCME® ? | 103 |
| European board examination | 103 |
| NHL-ChirEx - Programme d'excellence en chirurgie et radiothérapie des facultés de médecine de Nancy, Hombourg, Sarre et Liège | 105 |
| Rapport de la Haute Autorité de la Santé : État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé (2012) | 107 |
| L'exemple de l'école de chirurgie de Nancy | 109 |

RÉSUMÉ

(FR) *L'oto-rhino-laryngologie* (ORL) est une discipline qui nécessite autant de connaissances théoriques que de compétences techniques et procédurales. L'anatomie de la région tête et cou est complexe et nécessite des capacités de visualisation et d'orientation dans un espace tridimensionnel souvent restreint. Ces régions anatomiques sont d'ailleurs accessibles le plus souvent par l'intermédiaire d'instruments spécifiques: microscopes, endoscopes angulés,... En Belgique, le master complémentaire de spécialisation se déroule sur 5 ans après la fin de la faculté de médecine et varie de 4 à 5 ans dans les autres pays européens. En outre, la formation ne représente qu'une petite partie de la vie des jeunes médecins, qui assument également les responsabilités cliniques quotidiennes du travail hospitalier.

L'idée de ce projet naît d'une réalité de terrain, opposant deux faits :

D'une part, les modalités de formation des assistants ont subi certaines restructurations avec une tendance globale vers une standardisation au niveau européen (1) avec la formation notamment du *Jury d'examen européen* et l'établissement d'une charte de formation². D'autre part, on constate une évolution vers une durée de formation théorique réduite pour les nouveaux candidats (études de médecine en 6 ans). On constate également une augmentation du nombre d'assistants cliniques et stagiaires en milieu universitaire, avec le cas particulier de la double cohorte expérimentée en 2018. Cet état des lieux est associé au maintien d'un nombre globalement stable de seniors superviseurs au bloc opératoire, soumis quant à eux à des contraintes de rentabilité et de sécurité intra-hospitalières.

Cette conjoncture semble donc limiter les possibilités d'apprentissage pratique en cours de spécialisation puisqu'elles reposent majoritairement sur le principe du *compagnonnage* (voir section dédiée). Ceci peut donc mener à des déceptions en fin de formation avec certains manques à combler et une limitation de la rentabilité de la formation telle qu'elle est actuellement proposée. Lorsqu'on cherche à réconcilier des exigences de formation accrues et un temps de formation limité, on constate que la littérature actuelle propose de plus en plus d'outils d'enseignement, dont certains sont basés sur la simulation, à différents stade de validation, accessibles et disponibles.

Dans un premier temps, il nous a donc paru important de définir la notion de «simulation». Les techniques de simulation propres à l'ORL seront ensuite décrites via une revue de la littérature qui retient les points essentiels avec évaluation de leurs intérêts pour la formation initiale et continue. Nous effectuerons également une comparaison des pratiques internationales, à travers la littérature également. La visite d'un centre de référence en la matière (École de Chirurgie de Nancy, Professeur Cécile Parietti) a permis de préciser la

² Dernière version disponible en ligne datant de 2008

réalité de ces pratiques sur le terrain. Quelques notions de psychologie de l'éducation appliquées au milieu hospitalier et à la chirurgie seront plus précisément abordées afin d'élargir notre vision et comprendre en quoi le bloc opératoire reste un milieu d'apprentissage bien particulier.

Nous présenterons ensuite trois études effectuées dans notre institution. La première est une enquête destinée à établir un aperçu national de l'évaluation de la qualité de la formation pratique en ORL, du point de vue des assistants en formation en Belgique, dans les différentes communautés linguistiques. Cette enquête évalue également la place potentielle de la simulation à ce sujet. Les deux autres études ont pour but de préciser l'intérêt et la place d'outils de simulation disponibles dans notre département tel que d'une part le Voxel-Man tempo° pour la chirurgie de l'oreille moyenne basé sur la réalité virtuelle et d'autre part l'évaluation de l'échelle psychométrique de capacité de visualisation dans l'espace (« Vandenberg and Kuse mental rotation test ») dans l'apprentissage de la chirurgie endoscopique rhinosinusienne. Les objectifs de ces travaux évoluent par pallier : tout d'abord, dresser un état des lieux des apprentissages, en particulier chirurgicaux, au cours de la spécialisation en ORL du point de vue des apprenants. Ensuite, mettre en évidence les facteurs qui ont un impact significatif sur les qualités chirurgicales procédurales en utilisant une échelle validée, pour enfin étudier l'impact éventuel de l'utilisation de la simulation sur ces facteurs.

Au terme de ce travail, nous souhaitons proposer un projet concret de formation exploitant et articulant les différents outils de simulation de façon structurée et basé sur des données scientifiques objectives.

Ce travail a bénéficié d'une aide financière suite à l'obtention du prix Joseph Vandam (2018), destiné à encourager une recherche dans le domaine de l'oto-rhino-laryngologie, avec l'aide de la Fondation Léon Fredericq.

Les travaux ont été présentés sous forme de communications orales et posters lors des congrès annuels de la Société Belge d'Oto-Rhino-Laryngologie de 2019, 2020 et 2021 et lors des Congrès Liégeois en simulation de 2019 et 2021.

(EN) Ear, nose and throat (ENT) is a discipline that requires both theoretical knowledge and technical and procedural skills. The anatomy of the head and neck region is complex and requires visualization and orientation skills in a restricted three-dimensional space. These anatomical regions are accessible through specific instruments: microscopes, angled endoscopes, In Belgium, the specialisation master's degree lasts five years after the end of medical school and varies from four to five years in other European countries. Moreover, the training is only a small part of the life of young doctors, who also deal with the daily clinical responsibilities of hospital work.

The idea for this project arose from a reality on the ground, contrasting two facts:

On the one hand, the training methods for assistants have undergone reorganization with an overall trend towards standardisation at European level (1) with the formation of the European Examination Board and the establishment of a training convention. On the other hand, there is a trend towards a shorter theoretical training period for new candidates (medical studies in 6 years). There has also been an increase in the number of clinical assistants and trainees in universities, with the particular case of the double cohort in 2018. These facts are associated with an overall stable number of senior operating theatre supervisors, who are subject to hospital profit and safety constraints.

This situation therefore seems to limit the possibilities for practical learning during specialisation, since they are mainly based on the principle of companionship (see dedicated section). This may therefore lead to disappointment at the end of the training with gaps and a limitation of the efficiency of the training as it is currently proposed. When trying to reconcile increased training requirements with limited training time, the current literature offers an increasing number of teaching tools, some of which are simulation-based, at different stages of validation, accessible and available.

It was therefore important to define the notion of "simulation". The simulation techniques specific to ENT will then be described via a review of the literature which retains the essential points with an evaluation of their interest for initial and continuing education. We will also compare international practices, also through the literature. A visit to a reference centre in this field (Nancy School of Surgery, Professor Cécile Parietti) enabled us to clarify the reality of these practices in the field. Some notions of educational psychology applied to hospital environment and to surgery will be discussed in order to broaden our vision and understand how the operating theatre remains a very specific learning environment.

We will then present three studies conducted in our institution. The first was a survey to establish a national overview of the quality assessment of practical ENT training from the point of view of trainee in Belgium, in the different language communities. This survey also assessed the potential role of simulation in this respect. The other two studies aimed to clarify the interest and the place of simulation tools available in our department such as the Voxel-Man tempo^o for middle ear surgery based on virtual reality and the evaluation of the

psychometric scale of visualization capacity in space ("Vandenberg and Kuse mental rotation test") in the learning of sinus endoscopic surgery.

The objectives of our work evolve in stages : firstly, to take stock of learning, particularly surgical learning, during ENT specialisation from the point of view of the learners. Secondly, to highlight the factors that have a significant impact on surgical procedural skills using a validated scale, and to study the possible impact of the use of simulation on these factors.

At the end of this work, we wish to propose a concrete training project exploiting and articulating the different simulation tools in a structured way and based on objective scientific data.

This work received financial support following the award of the Joseph Vandam Prize (2018), intended to encourage research in the field of otolaryngology, with the help of the Léon Fredericq Foundation.

The work was presented in the form of oral communications and posters at the annual congresses of the Belgian Society of Otolaryngology in 2019, 2020 and 2021 and at the Liège Simulation Congresses in 2019 and 2021.

INTRODUCTION

DÉFINITION DE LA SIMULATION EN SANTÉ

Plusieurs définitions de la simulation sont retrouvées dans la littérature. Il n'existe pas a priori de définition consensuelle et internationalement reconnue. La définition suivante nous a néanmoins paru pertinente, car elle insiste sur son rôle formateur pour les professionnels de santé :

La simulation en santé correspond « à l'utilisation d'un matériel physique (mannequin, simulateur procédural), de la réalité virtuelle ou d'un patient standardisé, pour reproduire des situations ou des environnements de soins, pour enseigner des procédures diagnostiques et thérapeutiques et permettre de répéter des processus, des situations cliniques ou des prises de décision par un professionnel de santé ou une équipe de professionnels. » (2)

La simulation en santé s'adresse à tous les professionnels de santé, aussi bien dans le domaine médical que paramédical, et permet :

- de former à des procédures, à des gestes ou à la prise en charge de situations ;
- d'acquérir et de réactualiser des connaissances et des compétences techniques et non techniques (travail en équipe, communication entre professionnels, etc.) ;
- d'analyser ses pratiques professionnelles en faisant porter un nouveau regard sur soi-même lors du débriefing ;
- d'aborder les situations dites « à risque pour le patient » et d'améliorer la capacité à y faire face en participant à des scénarios qui peuvent être répétés ;
- de reconstituer des événements indésirables, de les comprendre lors du débriefing et de mettre en œuvre des actions d'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins. (3) (4)

Les différentes approches de la simulation peuvent être résumées par le schéma repris dans la Figure 1 (5)

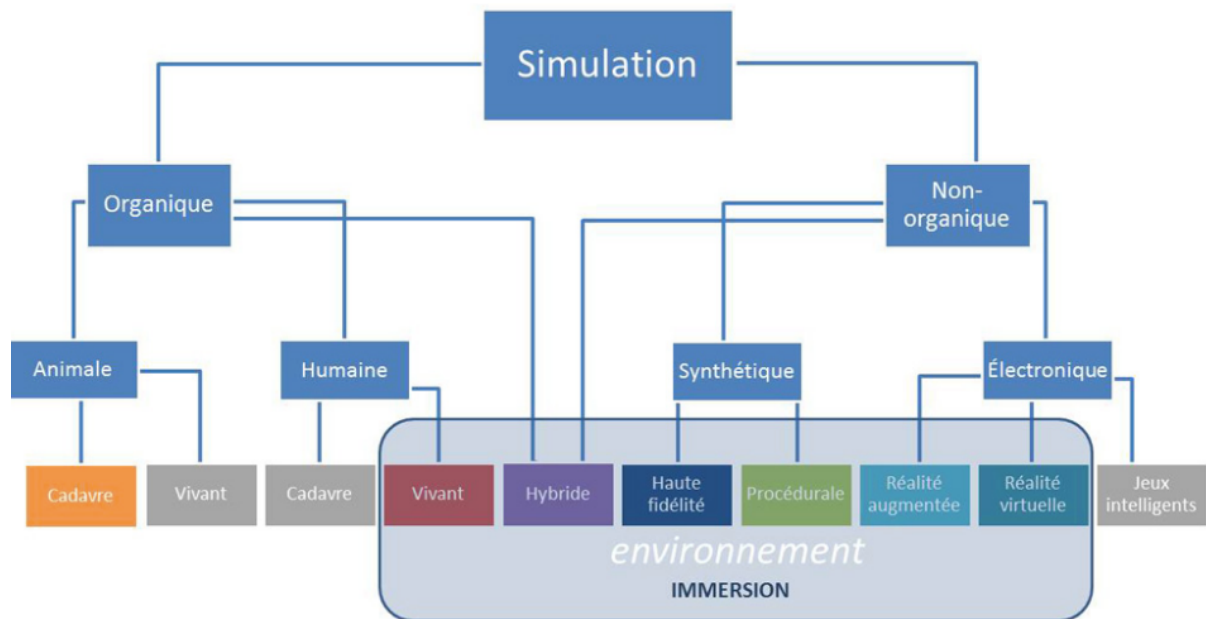


FIGURE 1 : REPRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES FORMES DE SIMULATION D'APRÈS LA HAUTE AUTORITÉ DE LA SANTÉ

L'intérêt croissant et l'importance de la simulation en santé est illustrée par le recensement exhaustif des centres de simulation dans le monde réalisé par l'équipe du Centre de simulation de Bristol (Royaume-Uni). Cette liste est consultable sur le site <http://www.bmsc.co.uk/> (6). Elle rapporte le nombre de centres « déclarés » par continent (1 160 aux États-Unis, 129 au Canada, 28 en Amérique du Sud, 274 en Europe, 8 en Afrique, 204 en Asie et 28 en Australie), leurs coordonnées et sites internet, le matériel utilisé et la date de création.

Plus spécifiquement, la formation aux actes interventionnels consiste à atteindre des objectifs cliniques, techniques et comportementaux. Le compagnonnage demeure le principal mode d'entraînement pour cette formation, mais la nécessité de répéter les gestes techniques en particulier a conduit à utiliser des modèles divers (animaux ou cadavériques), et plus récemment les simulateurs en tous genre. La question qui se pose aujourd'hui est de savoir non seulement si ces nouvelles méthodes pédagogiques sont utiles à la formation des futurs opérateurs, mais également si elles permettent de limiter les risques pour les patients.

En Belgique, la simulation est encore émergente mais se diffuse sur le territoire (Le Centre de Simulation Médicale de l'Université de Liège, Le Centre de Simulation Médicale de l'Université Catholique de Louvain, le centre *NaSim* à Namur, *Simlab* à Erasme Université Libre de Bruxelles...). Cependant cette activité est marquée par des difficultés de financement, des équipements insuffisants et un manque d'harmonisation des pratiques. Son caractère pertinent et appliqué a déjà été mis en avant, mais également la nécessité absolue d'encadrer les pratiques avec des règles bien définies. (3)

L'Université et le Centre Hospitalier Universitaire de Liège entend promouvoir et poursuivre le développement de la simulation en santé, et permettre sa structuration. Cette volonté s'inscrit dans le cœur de sa mission : renforcer la sécurité du patient et la gestion des risques. Ceci s'est par ailleurs particulièrement illustré lors du Plan d'Urgence Hospitalier (PUH) ayant pris place lors de la crise du COVID-19 de 2020.

Dans ce travail, nous nous focaliserons essentiellement sur la simulation visant à la formation aux actes chirurgicaux et interventionnels spécifiques à l'ORL. Celle-ci se concentre principalement sur les modèles de simulation virtuels et physiques (cfr.ci-dessous).

LE MASTER COMPLÉMENTAIRE EN OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

L'oto-rhino-laryngologie et la chirurgie de la tête et du cou traite des pathologies médicales, des traumatismes, des malformations et autres troubles chez l'enfant et l'adulte. D'un point de vue anatomique, cela concerne l'entièreté de la région tête et cou à l'exception de l'encéphale et des yeux : l'oreille externe, moyenne et interne, l'os temporal, la pyramide nasale et les sinus para-nasaux, la base du crâne, la cavité buccale, les lèvres, le pharynx, le larynx, la trachée, l'œsophage proximal, la thyroïde, les chaînes ganglionnaires et vaisseaux du cou, les glandes salivaires et lacrymales ainsi que toutes les structures cutanées adjacentes. Cela comprend l'examen et le traitement des affections du système auditif, vestibulaire, olfactif, gustatif ainsi que des différentes paires de nerfs crâniens. Cette sphère est en lien intime avec tout ce qui concerne la communication humaine (la parole, le langage, la voix) et la fonction de déglutition. Elle comprend également l'étude des troubles génétiques connexes. Certaines des affections diagnostiquées par les oto-rhino-laryngologistes seront gérées en étroite collaboration avec d'autres spécialités voisines et des disciplines paramédicales telles que la logopédie et la kinésithérapie, par exemple (1).

En 2020, après avoir obtenu un master en Médecine, l'étudiant reçoit le titre de "Médecin". Toutefois, ce dernier ne l'autorise pas à pratiquer dans le cadre de l'INAMI (Institut National d'Assurance Maladie-Invalidité). La formation doit donc obligatoirement être complétée par un master de spécialisation (en Médecine générale ou dans une autre spécialité médicale) qui donne, quant à lui, accès à un diplôme permettant de pratiquer dans ce cadre.

Le master de spécialisation en ORL est soumis à des quotas fédéraux. Dans ce contexte, tout candidat doit suivre la procédure d'admission aux spécialités médicales et présenter une épreuve de sélection pour chaque spécialisation choisie (7).

Une fois sélectionné, le candidat devra suivre un cursus précis pour une durée de 5 ans en Belgique (la durée varie de 4 à 5 ans dans les différents pays européens).

Le programme de formation liégeois se présente selon 5 « Blocs » (Figure 2).

Bloc 1

Renseignement

Monsieur le Professeur Ph. LEFEBVRE
Service d'ORL
Bât. B35 - CHU - 4000 Liège
Tél : 04/366.72.70 - Fax : 04/366.75.25
Courriel : orl@uliege.be

Collégialité

Coordinateur : Philippe LEFEBVRE
Sébastien BARRIAT, Sophie BONNET, Olivier BOUCHAIN, Laurent DEMANEZ, Amr EL SHAZLY, Camille FINCK, Pierre MOREAU, Aude LAGIER, Lionel LEJEUNE, Audrey MAUDOUX, Anne-Lise POIRRIER, Caroline SALMON, Sophie TOMBU, France VANWUICK.

Cours obligatoires

| | | | | | |
|------------|--|----|---|-----|----|
| ORLG2008-1 | <i>Cours théoriques interuniversitaires et universitaires, y compris séminaires et discussions de cas, 1re année - COLLÉGIALITÉ - [120h SEM]</i> | 30 | - | [+] | 9 |
| ORLG2002-1 | <i>Exercices dirigés : dissections du rocher et des sinus (virtuelles et sur pièces anatomiques), 1re année - [220h Ex. dir.]</i> | - | - | [+] | 9 |
| MSTG2007-1 | <i>Stages, 1re année - COLLÉGIALITÉ - [11 demi-j St.]</i> | - | - | [+] | 42 |

Bloc 2

Cours obligatoires

| | | | | | |
|------------|---|----|---|-----|----|
| ORLG2008-2 | <i>Cours théoriques interuniversitaires et universitaires, y compris séminaires et discussions de cas, 2e année - COLLÉGIALITÉ - [120h SEM]</i> | 30 | - | [+] | 9 |
| ORLG2002-2 | <i>Exercices dirigés : dissections du rocher et des sinus (virtuelles et sur pièces anatomiques), 2e année - [220h Ex. dir.]</i> | - | - | [+] | 9 |
| MSTG2007-2 | <i>Stages, 2e année - COLLÉGIALITÉ - [11 demi-j St.]</i> | - | - | [+] | 42 |

Bloc 3

Cours obligatoires

| | | | | | | |
|------------|---|----|---|-----|-----|---|
| ORLG2008-3 | <i>Cours théoriques interuniversitaires et universitaires, y compris séminaires et discussions de cas, 3e année - COLLÉGIALITÉ - [120h SEM]</i> | 30 | - | [+] | 9 | |
| ORLG2004-1 | <i>Démonstrations et pratiques approfondies de techniques de diagnostic et de traitement médico-chirurgicaux des affections ORL, 3e année</i> | 60 | - | - | 6 | |
| ORLG2006-1 | <i>Enseignement post-universitaire en oto-rhino-laryngologie, 3e année - [40h SEM]</i> | TA | - | - | [+] | 3 |
| MSTG2007-3 | <i>Stages, 3e année - COLLÉGIALITÉ - [11 demi-j St.]</i> | - | - | [+] | 42 | |

Bloc 4

Cours obligatoires

| | | | | | | |
|------------|---|----|---|-----|-----|---|
| ORLG2008-4 | <i>Cours théoriques interuniversitaires et universitaires, y compris séminaires et discussions de cas, 4e année - COLLÉGIALITÉ - [120h SEM]</i> | 30 | - | [+] | 7 | |
| ORLG2004-2 | <i>Démonstrations et pratiques approfondies de techniques de diagnostic et de traitement médico-chirurgicaux des affections ORL, 4e année</i> | 60 | - | - | 6 | |
| ORLG2006-2 | <i>Enseignement post-universitaire en oto-rhino-laryngologie, 4e année - [40h SEM]</i> | TA | - | - | [+] | 3 |
| MSTG2007-4 | <i>Stages, 4e année - COLLÉGIALITÉ - [11 demi-j St.]</i> | - | - | [+] | 44 | |

Bloc 5

Cours obligatoires

| | | | | | | |
|------------|---|----|---|-----|-----|---|
| ORLG2008-5 | <i>Cours théoriques interuniversitaires et universitaires, y compris séminaires et discussions de cas, 5e année - COLLÉGIALITÉ - [120h SEM]</i> | 30 | - | [+] | 3 | |
| ORLG2004-3 | <i>Démonstrations et pratiques approfondies de techniques de diagnostic et de traitement médico-chirurgicaux des affections ORL, 5e année</i> | 60 | - | - | 6 | |
| ORLG2006-3 | <i>Enseignement post-universitaire en oto-rhino-laryngologie, 5e année - [40h SEM]</i> | TA | - | - | [+] | 3 |
| MSTG2007-5 | <i>Stages, 5e année - COLLÉGIALITÉ - [11 demi-j St.]</i> | - | - | [+] | 30 | |
| MTFE2027-1 | <i>Travail de fin d'études - COLLÉGIALITÉ</i> | - | - | - | 18 | |

FIGURE 2 : PROGRAMME DE FORMATION DU MASTER DE SPÉCIALISATION EN OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE À L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE (WWW.UЛИEGE.BE)

On peut y voir une structure globale assurant d'une part une formation théorique étalée sur les 5 années de formation. Celle-ci est basée sur des cours théoriques interuniversitaires et universitaires avec séminaires et discussions de cas ainsi que des participations aux enseignements postuniversitaires.

Les enseignements théoriques sont accompagnés d'une formation pratique avec des exercices dirigés de dissection de rocher et de sinus sur modèle virtuel et sur pièce anatomique pour les 2 premières années ainsi que des « démonstrations et pratiques approfondies de techniques de diagnostic et de traitement médico-chirurgicaux des affections ORL » pour les 3 dernières années. Les stages contribuent bien sûr également à la formation pratique.

Enfin, l'étudiant se doit de rendre un travail de fin d'étude (travail de recherche personnel sur un sujet au choix) en fin de formation.

Il est donc intéressant de noter que les techniques de simulation sont d'ores et déjà évoquées dans notre programme de formation actuel. La question de la participation à l'examen Européen s'est posée fin 2019 mais le projet a avorté en raison de la crise sanitaire et des difficultés de déplacement associées.

L'ensemble des acquis et procédures chirurgicales pratiques côtoyés durant la formation devront quant à eux être répertoriés par l'assistant lui-même dans un journal de bord ou « Logbook » propre à chaque communauté, pour être ensuite validé par la commission d'agrément des médecins spécialistes compétente chaque année. C'est elle qui décide en fin de course qui est autorisé à recevoir le titre de médecin spécialiste après réalisation d'une évaluation des connaissances via un examen écrit et oral réalisé en fin de 2e année et fin de 5e année. Dans le journal de bord, on répertorie également les actes de polycliniques effectués (VNG, audiométrie, petits actes chirurgicaux en salle de soin,...), mais aussi les activités scientifiques, les publications et les commentaires généraux (Figure 3).

| | A | B | C | D | E |
|----|------------------|---|----------------------------|------------------------|---|
| 1 | LOGBOOK | <i>nom du résident</i> | <i>niveau de résidence</i> | <i>année 2009-2010</i> | |
| 2 | | | | | |
| 3 | CATÉGORIE | CHIRURGIE | 1er chirurgien | Assistant | |
| 4 | | | | | |
| 5 | GLANDE SALIVAIRE | Parotidectomie superficielle | | | |
| 6 | | Parotidectomie totale: VII préservé | | | |
| 7 | | Parotidectomie totale: VII sacrifié | | | |
| 8 | | Exérèse glande sous-maxillaire | | | |
| 9 | | Exérèse masse espace parapharyngé | | | |
| 10 | | Autre | | | |
| 11 | NOSE AND MAXILLA | Rhinectomie: partielle | | | |
| 12 | | Rhinectomie: totale | | | |
| 13 | | Maxillectomie: médiane | | | |
| 14 | | Maxillectomie: totale sans exentération de l'orbite | | | |
| 15 | | Maxillectomie: totale avec exentération de l'orbite | | | |
| 16 | | Exérèse d'angiofibrome juvénile | | | |
| 17 | | Chirurgie de la base antérieure | | | |
| 18 | LEVRE | Vermillionectomie (Lip Shave) | | | |
| 19 | | Résection en V | | | |
| 20 | | Résection et reconstruction par lambeau local | | | |
| 21 | CAVITÉ BUCCALE | Résection locale | | | |
| 22 | | Glossectomie partielle | | | |
| 23 | | Hemiglossectomie | | | |
| 24 | | Glossectomie totale | | | |
| 25 | | Résection composée (plancher de bouche, crête alvéolaire, langue, joue, amygdale) | | | |
| 26 | | Résection mandibule (procédure seule) | | | |
| 27 | OREILLE | Exérèse du pavillon (partielle) | | | |
| 28 | | Exérèse du pavillon (totale) | | | |
| 29 | | Résection de l'os temporal | | | |
| 30 | | Autre | | | |
| 31 | COU | Biopsie masse cervicale | | | |
| 32 | | Évidement cervical radical | | | |
| 33 | | Évidement cervical radical modifié | | | |
| 34 | | Évidement cervical sélectif | | | |
| 35 | | Exérèse de la masse nodulaire cervicale | | | |

FIGURE 3 : EXEMPLE DE SECTION DU JOURNAL DE BORD (PARTIE CHIRURGICALE)

Pour la formation théorique, la structure de la formation est relativement bien établie avec des sujets classés par sous-catégorie de spécialisation et par modules ce qui permet d'aborder une grande variété de sujets, en plus des différents enseignements post-universitaires, les congrès et autres communications orales, articles scientifiques et livres de référence. Pour la formation pratique, la structure reste moins bien définie et reste surtout beaucoup moins uniformisée à l'échelle nationale et encore moins européenne, notamment car elle reste très dépendante des différents lieux de stage. En effet, si les connaissances théoriques et scientifiques sont facilement partagées entre les Universités et les différents pays, les techniques chirurgicales et procédurales sont beaucoup moins évidentes à communiquer et à enseigner. De plus, si on se pose la question des procédures chirurgicales de base qu'un ORL en fin de formation est supposé pouvoir réaliser, on peut s'attendre à ce que les réponses soient très variables en fonction des sites.

OBJECTIFS

Les objectifs de ce travail sont d'une part, de dresser un état des lieux des apprentissages, en particulier chirurgicaux, au cours de la spécialisation en ORL du point de vue des apprenants. D'autre part, mettre en évidence les facteurs qui ont un impact significatif sur les qualités chirurgicales procédurales en utilisant une échelle validée, pour enfin étudier l'impact éventuel de l'utilisation de la simulation sur ces facteurs (Figure 4).

1. La première partie de ce travail aborde donc des concepts généraux en abordant le principe du compagnonnage en chirurgie, la simulation en santé au niveau international et l'analogie avec l'industrie à haut risque. Les techniques de simulation propres à l'ORL seront également détaillées via une revue de la littérature qui retient les points essentiels avec évaluation de leurs intérêts pour la formation initiale et continue. Quelques notions de psychologie de l'éducation appliquées au milieu hospitalier et à la chirurgie seront plus précisément abordées afin d'élargir notre vision et comprendre en quoi le bloc opératoire reste un milieu d'apprentissage bien particulier.

2. Nous présenterons ensuite trois études effectuées dans notre institution. La première est une enquête destinée à établir un aperçu national de l'évaluation de la qualité de la formation pratique en ORL, du point de vue des assistants en formation en Belgique, dans les différentes communautés linguistiques. Cette enquête évalue également la place potentielle de la simulation à ce sujet. Les deux autres études réalisées ont pour but de préciser l'intérêt et la place d'outils disponibles dans notre département tel que le Voxel-Man tempo° pour la chirurgie de l'oreille moyenne et l'évaluation de l'échelle psychométrique de capacité de visualisation dans l'espace (« Vandenberg and Kuse mental rotation test ») dans l'apprentissage de la chirurgie endoscopique rhinosinusienne. La dernière partie de ce travail décrit les perspectives de développement futures en collaboration avec différents partenaires.

3. Au terme de ce travail, nous proposons un projet concret de formation selon la méthode ADDIE exploitant et articulant les différents outils de simulation de façon structurée et basé sur des données scientifiques objectives.

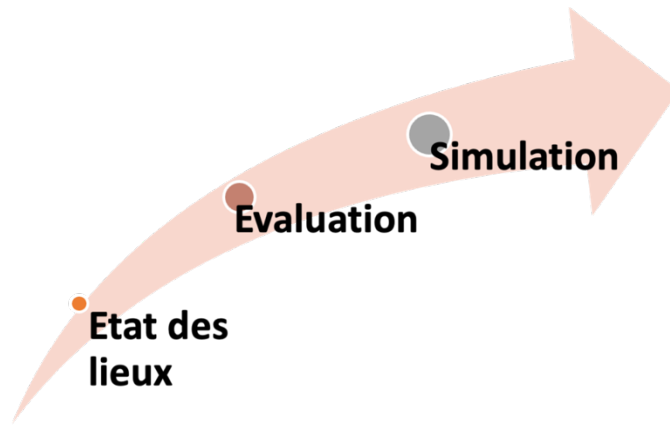


FIGURE 4 : RÉSUMÉ DES OBJECTIFS

ÉTAT DES LIEUX

LE COMPAGNONNAGE EN CHIRURGIE

La formation de professionnels spécialisés ne s'arrête souvent pas au diplôme et celui-ci ne peut rarement, à lui seul, garantir qu'un individu possède toutes les clés lui permettant d'agir en situation professionnelle (8). Il y a une part d'imprévu dans chaque profession. Les situations de travail font toujours surgir des questionnements auxquels les professionnels n'ont pas été préparés « en théorie ». La distance entre « la théorie » et « la pratique » est d'ailleurs fréquemment évoquée par les individus en situation de formation : « Vous nous avez enseigné ceci mais dans la pratique, cela ne se passe pas comme ça. » (8) . Des mécanismes d'essais et d'erreurs se mettent en place et permettent, à terme, de développer des bonnes pratiques. Celles-ci peuvent être définies comme des « recettes » qui permettent de solutionner certains problèmes, de répondre à certaines questions que se posent des professionnels de terrain. Si les bonnes pratiques ne s'éprouvent qu'en situation, elles peuvent néanmoins s'échanger entre professionnels. Les essais et erreurs des uns peuvent être bénéfiques aux autres (8).

Le compagnonnage désigne un système traditionnel de transmission de connaissances et de formation à un métier, qui s'ancre dans des communautés de compagnons. Un aspirant compagnon se forme à un métier à travers une série de pratiques éducatives encadrées par la communauté de compagnons qu'il souhaite rejoindre. Ces pratiques, multiples, peuvent inclure tant l'enseignement scolaire que l'itinérance éducative et les rituels d'initiation. Suite à cette période de compagnonnage, l'aspirant est accepté comme compagnon par sa corporation, et pourra lui-même participer à la formation de futurs aspirants. (8)

Certains chirurgiens diront que le compagnonnage, c'est l'intelligence humaine au service du collectif. Certains médecins considèrent que c'est la formation la plus efficace pour découvrir une nouvelle technique, un nouveau geste opératoire, un dispositif médical innovant, et c'est également l'occasion de discuter d'une nouvelle approche thérapeutique ou de débattre de l'intérêt d'un nouveau protocole (9). Le compagnonnage est alors un « outil » pour transmettre à nos confrères notre expérience. Dans une tribune publiée en 2019 dans le Cahier Santé du Figaro et signée par un collectif de chirurgiens français, il est dit qu'en Europe et en France plus spécifiquement, le compagnonnage « fait partie de l'ADN du médecin et doit rester un pilier central » (10).

Les nouveaux outils de transmission des connaissances et des compétences chirurgicales tels que la simulation, la retransmission d'intervention, la réalité virtuelle ou la réalité augmentée offrent cependant un renouveau de ce compagnonnage. Le réseau de pairs s'élargit, la diffusion des savoirs est accélérée. Chaque facette du métier de chirurgien bénéficie de ces nouvelles modalités d'enseignement : le raisonnement clinique, la réalisation des procédures

techniques, la gestion du stress, la communication ou la gestion des événements indésirables graves ou exceptionnels. Autrefois confiné au sein de l'équipe chirurgicale, le compagnonnage peut maintenant s'étendre dans les centres de simulation qui deviennent des hôpitaux virtuels et sur internet via les réseaux sociaux. Au sein de ce compagnonnage numérique, les objectifs peuvent être plus structurés, l'évaluation des compétences plus standardisée avec des contrats de formation personnalisés et formalisés (9).

LA SIMULATION EN SANTÉ AU NIVEAU INTERNATIONAL

En Amérique du Nord, la simulation est un outil pédagogique à part entière (3) Elle est utilisée de manière routinière dans l'enseignement initial des professions médicales et paramédicales. La formation par simulation représente un argument d'attractivité des établissements de santé. L'organisation des centres se fait en réseau pour optimiser les ressources (3) La simulation est utilisée pour la certification ou la re-certification des professionnels de santé et enfin, une accréditation des centres est possible au moyen de référentiels validés (3) En Europe, la simulation est un outil pédagogique bien implanté, mais les inégalités sont importantes. On y constate un développement plus récent qu'en Amérique du Nord (3). L'investissement de départ est néanmoins approprié (locaux, ressources humaines, matériel) pour la majorité des centres. Une part importante des investissements revient à un financement privé et à la communauté européenne. L'activité de formation professionnelle continue occupe une place prépondérante où toutes les disciplines sont envisagées, avec une ouverture à d'autres secteurs que la santé (cf. annexe concernant l'EAACME). Enfin, l'activité de recherche en simulation est croissante (3).

En France et en Belgique, l'activité de simulation en santé, même si elle n'est pas encore très dense, se répartit sur l'ensemble du territoire national et intéresse toutes les disciplines. Beaucoup d'activités utilisant les principes de la simulation existent, mais demeurent assez artisanales (3). Les centres de simulation disposent en général de locaux dédiés de superficie modeste (en moyenne moins de trois salles par centre, équipées ou non de systèmes vidéo) (3). Les locaux annexes permettant convivialité et débriefing sont peu développés. À l'exception de rares établissements comme le CHU de Liège, les matériaux et équipements sont peu nombreux et encore assez peu diversifiés. Par exemple, les simulateurs chirurgicaux sont rarement cités au sein des centres constitués (3). La simulation, ayant recours à des environnements virtuels, est quasi inexistante. Beaucoup de thèmes ou de disciplines sont couverts par la simulation même si certains sont plus récurrents, tels que ceux se rapportant à l'anesthésie-réanimation, à la médecine d'urgence et à la périnatalité (néonatalogie et obstétrique) de même que tout ce qui concerne les soins infirmiers (3). En Belgique, l'ORL reste une discipline qui n'exploite pas/peu cet outil en ce qui concerne la formation de ses médecins, contrairement à l'Amérique du Nord, malgré un développement technique croissant de ce domaine. Les ressources humaines allouées sont faibles et particulièrement

pour les personnels supports (techniciens, hôtesses et secrétaires) (3). En France, en revanche, il existe une réelle compétence au sein des centres puisqu'ils disposent le plus souvent de formateurs formés à la simulation (formations diplômantes) (3). La qualité des réponses concernant les ressources humaines montre une difficulté à évaluer précisément le niveau de celles-ci, souvent intriquées avec les personnels des services de soins des établissements. Il est probable qu'une part non négligeable de l'activité soit réalisée sur du temps non rémunéré (temps personnel, repos de garde, etc.) (3). De la même manière que pour les ressources humaines, les structures semblent mal définies, les organigrammes et la gouvernance sont peu ou pas formalisés. Les structures présentent une grande disparité en matière d'organisation et de modalités de formation dispensées (3). Il est par ailleurs difficile d'évaluer le niveau d'activité moyen des centres. Ils souffrent d'un manque de règles ou de bonnes pratiques (par exemple les résultats de la séance font rarement l'objet d'une fiche d'aide à la progression), d'une grande dispersion des méthodes, des moyens, et des tarifs de formation. Et enfin, contrairement à ce qui est observé dans le reste de l'Europe, la recherche reste assez peu structurée (3).

ANALOGIE AVEC LA SIMULATION DANS L'INDUSTRIE À HAUT RISQUE

La mise en place de la formation par la simulation dans les industries à risques répond à deux motivations. La première est la conviction profonde que la simulation pouvait apporter une amélioration de la sécurité (3). Le deuxième élément, qui a motivé la mise en place, est l'enjeu économique (voir section « considérations économiques »). En effet, il est moins coûteux d'entraîner des pilotes sur des matériels à terre que de faire voler un avion de ligne à vide (3). Concernant l'industrie nucléaire française, des gains financiers ont même été mesurés par une diminution de 20% de la fréquence des arrêts automatiques des réacteurs (3). D'autres points communs méritent d'être retenus. En premier lieu, la formation par la simulation a d'abord été utilisée en formation initiale ou continue avec des moyens technologiques (simulateurs, mannequins, etc.). Elle s'est ensuite intéressée aux comportements des professionnels puis à la validation de leurs compétences. Les facteurs humains, liés aux activités en équipes, sont entrés progressivement dans le champ de la simulation, car il a été démontré qu'ils sont un des éléments prépondérants de la sécurité dans ces secteurs d'activité (3). Enfin, dans tous les cas, des investissements très importants ont été réalisés pour la conception et l'achat de simulateurs « pleine échelle » – reproduisant très fidèlement l'environnement de travail, et pour le dimensionnement des besoins en ressources humaines, nécessaires à la formation des professionnels (formateurs compétents, temps prévus dans les effectifs en vue de la formation) (3). Investissement et caractère obligatoire de ces formations reflètent une véritable politique institutionnelle reposant sur des bases sécuritaires (les accidents deviennent inacceptables pour le public) et économiques. L'amélioration du savoir-faire grâce à la simulation de même que l'analyse et la

modification des comportements, tout particulièrement en situation de crise est l'argument principal (3). En revanche, certaines questions demeurent sans réponse : la formation par simulation diminue-t-elle les risques aéronautiques ou les incidents dans les centrales nucléaires ? Existe-t-il une corrélation entre formation par cette méthode et la performance ? Est-il justifié d'évaluer les professionnels par ces techniques ? (3) (10).

LA SIMULATION EN OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE

Étant donné la rareté, le coût et l'indisponibilité relative des modèles cadavériques dans l'enseignement de routine, les nouveaux modèles physiques et les simulateurs de réalité virtuelle ont vu leur développement croître considérablement ces dernières années, notamment dans le domaine de l'ORL (4) (11). Le but est de familiariser le chirurgien, ou futur chirurgien, avec les différentes approches endonasales, la gestion des voies aériennes chez l'adultes et l'enfant, les différentes procédures otologiques (des plus simples aux plus complexes) dans une atmosphère sécurisée et encadrée. Les assistants en ORL ont beaucoup à apprendre dans un laps de temps réduit. L'utilisation de la simulation permettrait donc de rendre la formation initiale et avancée plus accessible et plus efficace. Ainsi, par exemple, on imagine facilement que la première prise en charge d'un abcès amygdalien par un assistant de première année pourrait être plus efficace si le candidat a bénéficié de séances de simulation sur simulateur simplifié. Au même titre que des scénarios sont utilisés pour enseigner les techniques avancées de réanimation cardiaque à tous les médecins ; les scénarios sur la gestion des urgences en ORL permettraient de sortir de la panique initiale et optimiser la gestion du problème en situation réelle. Tout cela pourrait améliorer les soins aux patients et les performances globales de l'équipe soignante.

Les premiers mois de stage restent une période critique pour tout nouveau candidat spécialiste. Cela ne devrait plus être une période d'angoisse pour lui-même, son superviseur ou le patient pris en charge. Les résidents formés sur des simulateurs peuvent fonctionner de manière quasi indépendante et en équipe avec plus de confiance (4). Les tuteurs peuvent également disposer de ces outils lorsqu'ils sont validés pour évaluer les aptitudes et les compétences du candidat de façon plus objective (4). Ceci permettrait également de rassurer les futurs partenaires et employeurs quant aux compétences de leur nouveau collègue.

À l'heure actuelle, la simulation est de plus en plus acceptée comme moyen de dispenser un enseignement chirurgical en dehors de l'environnement clinique (11). Les récents progrès technologiques et la réforme de l'enseignement médical, associés aux exigences politiques et sociétales, ont donné l'impulsion à la croissance exponentielle de ce domaine (11). La recherche dans ce domaine soutient l'utilisation de la simulation pour former et évaluer les individus tant sur le plan psychomoteur que sur celui des compétences en équipe. Parmi les autres avantages, citons la transposition de ces compétences améliorées dans les pratiques de soins aux patients, avec de meilleurs résultats pour les patients et une réduction des coûts des soins de santé (4) (12). Le rôle croissant de la simulation dans la formation médicale des futurs oto-rhino-laryngologistes a suivi la même voie que les autres disciplines chirurgicales (11). Les simulateurs permettent au résident d'explorer et d'apprendre dans un environnement sûr et moins stressant. Les types de simulateurs disponibles en oto-rhino-laryngologie sont aussi divers que les surspécialités, et de nouveaux simulateurs sont continuellement développés.

En plus des modèles cadavériques utilisés au sud de l'Europe au 3e siècle avant JC, puis en Europe à partir du 14e siècle, les différentes surspécialités en oto-rhino-laryngologie utilisent principalement des simulateurs physiques et des simulateurs de réalité virtuelle. Les simulateurs physiques permettent à l'opérateur d'établir un contact direct avec ses composants tandis que les simulateurs en réalité virtuelle lui permettent d'interagir avec un environnement généré par ordinateur (4) (11).

Cette revue présente certains des simulateurs de réalité physique et virtuelle les plus étudiés et les plus utiles en ORL (Tableau 1) :

LES SIMULATEURS PHYSIQUES :

Les simulateurs physiques sont des modèles qui peuvent être aussi spécifiques qu'une partie précise du corps, comme le larynx ou l'os temporal, mais ils peuvent aussi représenter un être humain dans son entièreté. Les simulateurs du corps entier, tels que *SimMan*, *SimNewB* ou *SimBaby* (Laerdal, Stavanger, Norvège) (Figure 5) (11) (13) sont utilisés dans des scénarios complexes de patients pour former les assistants à gérer des situations critiques qui peuvent ne pas être rencontrées fréquemment. Les modèles physiques peuvent être directement palpés, manipulés, incisés et modifiés. Parmi les exemples de modèles physiques, on peut citer les « task trainer » ou les mannequins. Parmi les points forts des simulateurs physiques, on peut citer leur faible coût, leur facilité d'assemblage et de maintenance. De nombreux simulateurs décrits dans la littérature sont construits à partir de matériaux facilement disponibles. Cela les rend facilement accessibles aux programmes de formation et aux assistants. Les simulateurs physiques peuvent également être de haute technologie, impliquant un retour d'information et de l'ingénierie électronique qui augmentent le réalisme dans l'expérience de simulation (11).



FIGURE 5: SIMMAN® 3G ADVANCED PATIENT SIMULATOR | LAERDAL MEDICAL

Simulateurs physiques des voies aériennes et du larynx :

Il existe plusieurs simulateurs de voies respiratoires basés sur l'utilisation de tissus biologiques, comme ceux du porc ou de l'ovin, pour réaliser une microlaryngoscopie et une bronchoscopie avec, par exemple, l'élimination de corps étrangers (14). Des modèles physiques non biologiques sont utilisés pour entraîner les compétences de base en matière d'intubation (15) (16) et les modèles actuels tiennent compte de la complexité des différentes anatomies, notamment des simulateurs néonataux, pédiatriques et adultes (17) (18). Il existe même des modèles pour les nouveau-nés prématurés. *Laerdal*[®] est par exemple l'une de ces entreprises qui fournit une variété de simulateurs physiques couramment utilisés (19).

Des mannequins avec une tête et des voies respiratoires inférieures peuvent être utilisés pour enseigner l'intubation aux jeunes assistants et les techniques de bronchoscopie. D'autres technologies peuvent être apportées, notamment l'utilisation d'un mannequin haute-fidélité avec illustration des signes vitaux sur un écran. Ces signes vitaux peuvent être manipulés pour simuler des facteurs tels que l'hypoxémie ou la récupération, avec un scénario spécifique. Une machine à fumée a également été utilisée pour simuler un incendie de champ opératoire, comme celui que l'on pourrait rencontrer si l'assistant ne prête pas correctement attention au placement de l'équipement bronchoscopique sur les champs opératoires, ou pour simuler un incendie des voies aériennes (11). Les mannequins haute-fidélité corps entier peuvent également être utiles pour mettre en place des scénarios plus complexes. Les éléments de haute-fidélité qui augmentent le réalisme de la simulation peuvent inclure le mouvement de la paroi thoracique (même un mouvement unilatéral de la paroi thoracique pour simuler une intubation sélective ou un corps étranger), le clignement des yeux, la possibilité pour un tuteur de parler à distance au nom du mannequin, les signes vitaux programmables, une altération de la mobilité de la tête et du cou, une réduction de l'ouverture buccale et du plan glottique, une augmentation du volume de la langue et une obstruction pharyngée (11) (20). Les mannequins corps entier peuvent également être utilisés dans des scénarios de voies aériennes, tels que la fausse route lors de la réalisation d'une trachéotomie, le pneumothorax nécessitant une décompression à l'aiguille, et les hémorragies ou corps étrangers des voies aériennes nécessitant une bronchoscopie. Il existe d'autres scénarios non liés aux voies aériennes, tels que l'embolie aérienne peropératoire et l'incendie chirurgicale comme évoqué ci-dessus (11).

Les mannequins haute-fidélité peuvent être installés dans des salles d'opération simulées où les chirurgiens présents jouent le rôle de tuteur pour exécuter des scénarios dans lesquels un assistant individuel ou des petits groupes d'assistants se voient attribuer différents rôles. Ces mannequins corps entier peuvent également être modifiés en fonction des besoins de chacun. Par exemple, l'équipe de Luv Javia à Philadelphie a placé des céréales de riz soufflé sous une peau simulée pour imiter l'emphysème sous-cutané et les crépitations (21).

L'immersion dans une telle situation est une expérience puissante qui permet aux assistants de voir comment ils se comporteraient dans des situations d'urgence.

D'autres simulateurs sont des simulateurs de corps partiel ou des entraîneurs de tâches qui peuvent être utilisés pour enseigner l'intubation, la bronchoscopie ou la nasolaryngoscopie (22) (23) L'un des avantages des simulateurs anatomiques partiels est leur facilité de transport ; ils peuvent facilement être déplacés d'un endroit à un autre ou d'un atelier à un autre. Plus récemment, une pléthore de simulateurs ont été mis au point par des laryngologues. Traditionnellement, les larynx humains ou porcins servaient de modèle pour effectuer des opérations laryngées, telles que la biopsie des cordes vocales, la médialisation des cordes vocales par injection ou l'élévation du lambeau sous-muqueux (23) (24) (25) (26). L'utilisation de tissus biologiques ajoute cependant à la complexité des installations pour l'utilisation de ces spécimens, ainsi que la difficulté d'obtention de ces spécimens et à la difficulté de portabilité. Ce sont ces défauts qui ont conduit à la mise au point de simulateurs physiques non biologiques. Les simulateurs laryngologiques existant comprennent des répliques de plis vocaux fabriqués sur mesure (27) des modèles laryngés fabriqués avec des plis vocaux remplaçables (28) des cartouches laryngées modulaires créées à partir d'élastiques enveloppés dans du plastique dans un tuyau en polychlorure de vinyle (28); un simulateur d'injection laryngée construit à partir d'un tube de papier toilette, d'une fermeture éclair, d'un ballon et d'autres objets faciles à trouver et peu coûteux (29) (30) un cadre laryngotrachéal imprimé en trois dimensions (31) ; et un modèle imprimé en 3D avec un système de suivi électromagnétique (32). Les modèles physiques ne nécessitent pas tous des systèmes fabriqués sur mesure. En fait, il existe quelques modèles physiques ingénieux qui sont plus faciles à construire (29) (30). Plus précisément, le modèle laryngé de Georgetown (29) est créatif, capable de simuler une grande variété de procédures chirurgicales laryngologiques sur une plate-forme de base. Il est utilisé pour saisir et couper les sutures des cordes vocales, pour réséquer une lésion épithéliale, une lésion sous-épithéliale et des papillomes laryngés. Un groupe a déjà construit également un cadre laryngé haute-fidélité imprimé en 3D, utilisé avec des cartilages aryénoïdes moulés et une musculature laryngée intrinsèque (31) Le muscle thyroaryénoïde, construit avec du silicone conducteur, permet un retour d'information en temps réel sur le placement réussi de l'aiguille lors de l'injection transcervicale du pli vocal. (Figure 6, Figure 7).

L'impression 3D est un domaine qui connaît une croissance et un potentiel énormes à l'avenir, car l'accès à ce type d'impression augmente dans diverses institutions. L'impression 3D permettra également de reproduire diverses pathologies, de sorte que l'apprenant puisse rencontrer différents scénarios de patients. En outre, l'électronique peut être intégrée dans les modèles physiques imprimés en 3D pour ajouter des éléments supplémentaires de réalisme ou de rétroaction. Ross et ses collègues (32) ont créé une voie aérienne imprimée en 3D avec des LED incorporées qui a été utilisée pour enseigner les compétences psychomotrices endoscopiques.

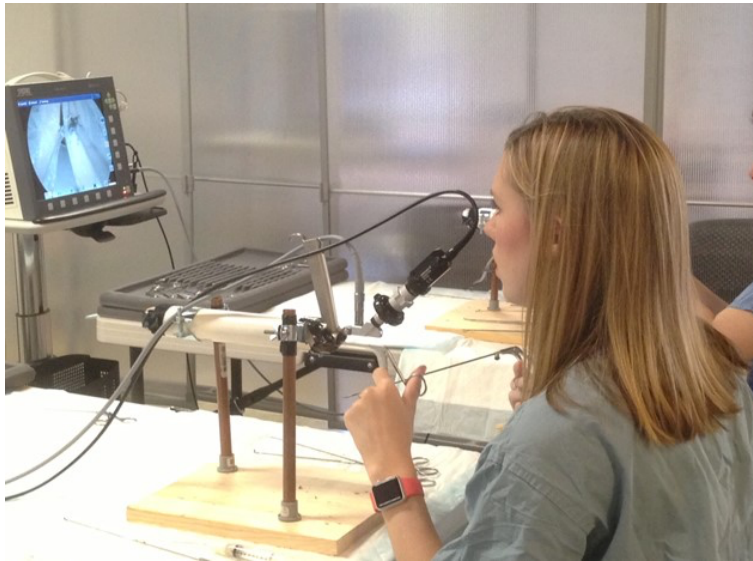


FIGURE 6: SIMULATEUR LARYNGÉ (GEORGETOWN)

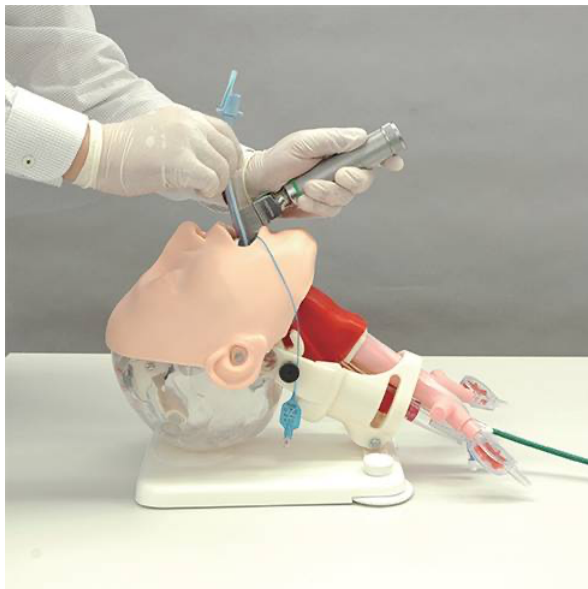


FIGURE 7: SIMULATEUR DE LA GESTION DES VOIES AÉRIENNES DIFFICILES (WWW.MEDICALEM.COM)

Simulateurs physiques en otologie :

L'otologie est l'une des sur-spécialités les plus développées en ORL en termes de simulateurs. La myringotomie et la mise en place d'un aérateur transtympanique est une première procédure chirurgicale apprise par les assistants cliniques. De simples simulateurs de myringotomie et de pose de drains peuvent aider le novice à s'exposer à cette procédure avant de la pratiquer sur de vrais patients. Des modèles physiques construits à partir de pièces facilement disponibles et peu coûteuses ont été utilisés dans plusieurs simulateurs de myringotomie avec insertion d'un drain (33) (34) (35) (36). Beaucoup sont fabriqués avec des seringues qui simulent le conduit auditif externe et avec des gants jetables utilisés pour imiter la membrane tympanique. La construction est facile et ces simulateurs physiques peuvent être utilisés à plusieurs reprises pour de multiples tentatives. Volsky et ses collègues (33) décrivent un modèle breveté qui se compose d'un élément canal, d'un élément cartouche et d'un élément tête. Malgré la plus grande fidélité de ce modèle au niveau du pavillon et du conduit auditif, ce simulateur peut nécessiter l'achat d'unités ou de pièces de base pour son utilisation. Des simulateurs physiques pour les procédures chirurgicales au niveau de l'oreille moyenne ont également été décrits. Les os temporaux de Pettigrew ont été modifiés pour accueillir un module d'oreille moyenne de sorte que la stapédotomie et diverses autres procédures d'ossiculoplastie puissent être effectuées (37) (38). A notre connaissance, ce matériel n'est pas disponible dans le commerce. De même, les osselets de l'oreille moyenne avec les structures adjacentes, telles que les tendons, les nerfs et les ligaments, ont été imprimés en 3D et chargés dans une cartouche par un autre groupe (38). Ils ont décrit l'utilisation de ce modèle pour effectuer une stapédotomie ; cependant, cela pourrait également être une plate-forme précieuse pour effectuer diverses opérations de l'oreille moyenne. Récemment, on a décrit un appareil de microchirurgie de l'oreille peu coûteux qui permet d'enlever un corps étranger dans le conduit auditif, de réaliser une paracentèse, de lever un lambeau tympano-métal, de pratiquer une myringoplastie et d'effectuer une intervention sur l'oreille moyenne (39). Avec la popularité croissante de la chirurgie endoscopique de l'oreille, on a également développé des simulateurs associés, comme le modèle Otoskills Trainer (Grace Medical) (Figure 8). Le simulateur de chirurgie endoscopique transcanalaire de l'oreille est un simulateur de tâche réutilisable imprimé en 3D dans lequel les apprenants manipulent des anneaux entre des tiges dans une chambre noire simulant l'oreille moyenne à laquelle on accède par un équipement endoscopique : ceci devrait travailler les compétences relatives à la dissection de l'oreille, la myringoplastie et l'ossiculoplastie (40) . Des simulateurs physiques d'os temporal ont été développés pour enseigner aux assistants en ORL le fraisage de l'os temporal. Traditionnellement, les os temporaux cadavériques ont été et continuent à être le pilier de l'enseignement du fraisage. Cependant, il est de plus en plus difficile et coûteux de s'en procurer. Les modèles physiques des os temporaux peuvent être fraisés avec irrigation et aspiration. Certains sont des os temporaux synthétiques que l'on peut acheter, comme l'os temporal de Pettigrew (41). Les os temporaux de Pettigrew fournissent un feedback haptique similaire à celui des os

temporaux cadavériques, possédant des points de repère anatomiques importants et contenant des osselets articulés. Beaucoup ont également décrit des os temporaux imprimés en 3D à des fins de fraisage (42) (43) (44) (45). Parmi eux, on note le modèle de Nancy (Figure 9). Les modèles imprimés en 3D peuvent être personnalisés, ce qui permet de les exposer à différentes situations pathologiques. Rose et ses collègues (46) ont créé un os temporal multicolore et multi-matériau imprimé en 3D à partir de données tomodensitométriques. L'un des défis mentionnés par les auteurs est que la technologie actuelle d'impression 3D nécessite une structure de support qui peut inhiber une simulation chirurgicale telle que l'insertion d'un implant cochléaire. Une autre préoccupation est le coût. Comme la technologie d'impression 3D continue d'évoluer, ces problèmes pourraient s'atténuer. Avec l'utilisation de l'impression 3D pour créer des simulateurs physiques, les possibilités de simulation d'une myriade de pathologies sont infinies.



FIGURE 8: OTOSKILLS TRAINER (GRACE MEDICAL)

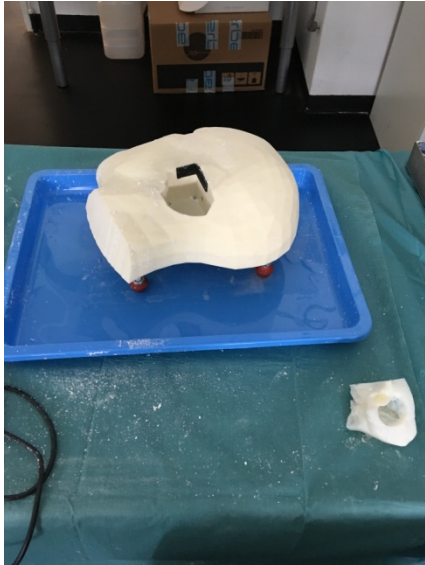


FIGURE 9: MODÈLE D'OS TEMPORAL (IMPRESSION 3D, ECOLE DE CHIRURGIE DE NANCY)

Simulateurs physiques en rhinologie :

Le développement de simulateurs de tâches et de modèles physiques en rhinologie a également connu une expansion rapide. La chirurgie des sinus est techniquement difficile et les enjeux sont élevés avec un des plus hauts taux de rémunération dans certains pays (47). Historiquement, les cadavres humains et animaux et les modèles d'animaux vivants (48) ont constitué le pilier de la formation, mais ils sont lourds en termes de coût et de stockage. Parmi les modèles physiques les mieux décrits, on trouve un simulateur de tâches peu coûteux mis au point par Malekzadeh et ses collègues (49). Ils utilisent un moule à pain en acier inoxydable, de la gélatine non aromatisée, des œufs et un masque de mannequin de réanimation cardio-pulmonaire en silicone pour recréer une cavité nasale, un sinus maxillaire et un nasopharynx de base. Ce modèle permet aux apprenants d'effectuer des tâches telles que le sondage des cavités sinusales, l'élimination de liquide du sinus maxillaire et des injections ciblées. L'ajout de matériaux, tels que des sutures et des perles en plastique, permet d'enseigner les tâches de préhension et de retrait de tissus. Il a été démontré que le modèle avait une validité de face, de contenu et de construction (50). Pour un coût total inférieur à 5 \$, il est accessible à tous les niveaux de formation. Une des limites de ce modèle, cependant, est que les matériaux biologiques (œufs) sont sujets à la décomposition, ce qui limite le potentiel de formation intermittente. Pour résoudre ce problème, les simulateurs de sinus de Harbison, Steehler et celui du groupe Shelley ont été développés (Figure 10). Ils utilisent exclusivement des matériaux non biologiques, notamment du silicone modulable, de la mousse de polystyrène et un masque de mannequin en silicone (51). Les apprenants peuvent effectuer des tâches telles que la visualisation endoscopique, l'aspiration, les injections ciblées et le retrait de « tissus mou » à différents endroits. En combinaison avec un

programme d'enseignement basé sur les connaissances, Harbison a démontré que le modèle a une validité de face, de contenu et de construction, et avec un coût global de moins de 15 \$ (51). Toutefois, le modèle nécessite une construction et peut, en fin de compte, être sujet à l'usure, ce qui reste à quantifier.



FIGURE 10: SIMULATEUR RHINOSINNUSIEN (WWW.SHELLEYSWORKSHOP.COM)

Simulateurs physiques divers :

Plusieurs simulateurs ne font pas partie des catégories décrites, mais constituent néanmoins des atouts précieux pour la formation. Les assistants juniors sont fréquemment sollicités pour prendre en charge une épistaxis (52). Des têtes cadavériques ont été utilisées pour construire un simulateur de tâches haute fidélité dans lequel des tubes intraveineux (IV) sont placés à travers une plaque cribreuse postérieure et la cavité nasale, simulant un saignement de l'artère sphéno-palatine (53). Un simulateur physique d'épistaxis peut également être construit à partir d'un ancien entraîneur de réanimation cardio-pulmonaire modifié (54). Le liquide coloré rouge qui circule dans la perfusion simule un saignement actif et rend l'expérience plus réaliste. Une autre procédure courante pour l'assistant junior est l'amygdalectomie. Il est surprenant de constater le peu de simulateurs physiques signalés pour effectuer cette procédure. Cependant, il en existe plusieurs pour la ligature des vaisseaux qui saignent, comme cela peut être le cas lors d'une amygdalectomie (55) (56) (57) (58). Il existe également plusieurs simulateurs physiques pour le drainage des abcès péri-

amygdaliens (59) (60) (61) (62). Tous sont faciles à construire : ballons d'eau en gélatine, gant en latex rempli de pudding à la vanille, ou encore capsules d'huile de foie de morue encastrées dans des moules à amygdales en silicone. Des amygdales simulées avec des abcès ont été insérées dans une cavité buccale/pharynx soit d'une tête cadavérique, soit d'un entraîneur de tâches, soit d'un tuyau en chlorure de polyvinyle. Les simulateurs physiques peuvent également être utiles aux assistants pour la fermeture de plaies complexes. Au CHU de Liège, par exemple, les stagiaires aux urgences utilisent un pied de porc, sur lequel sont créés et reconstruits divers défauts cutanés pour l'apprentissage des sutures. Cette station est toujours très appréciée des stagiaires, car elle leur permet d'effectuer ces exercices dans un environnement peu stressant. D'autres groupes ont utilisé des fournitures hospitalières facilement disponibles, telles que de la mousse ou du ruban de mousse élastique pour pratiquer diverses manœuvres de suture, afin de construire et exécuter des lambeaux locaux (63). D'autres utilisent une tête en polystyrène avec du latex moulé sur le dessus qui peut ensuite être utilisée pour créer des défauts et effectuer une reconstruction avec des lambeaux (64). De même, des lambeaux frontaux en Y, bilobés, rhomboïdes et paramédians peuvent être réalisés sur un simulateur de peau faciale prothétique en gélatine à bas prix (64). Ianacone et ses collègues (14) ont réalisé des rapports sur des tissus ovins de la tête et du cou pour simuler une variété de procédures, notamment la blépharoplastie, la réparation de la ptose, l'exploration du plancher orbital, la dissection et la réparation des nerfs faciaux, l'ostéosynthèse mandibulaire, la trachéotomie, la laryngofissure, la résection trachéale, et la laryngectomie. Les auteurs ont trouvé que ce simulateur était anatomiquement compatible, abordable et utile pour une variété de procédures.

Il existe plusieurs autres simulateurs physiques de chirurgie de la tête et du cou. Les simulateurs d'anastomose microvasculaire ont fait appel à des modèles animaux, tels que le système vasculaire de la cuisse de poulet. Cependant, il existe également des matériaux synthétiques disponibles dans le commerce qui simulent le système vasculaire et qui ont été utilisés pour enseigner la réparation vasculaire, comme la réparation de la veine jugulaire interne (65). En incluant des tubes IV et du liquide teinté en rouge, on simule également des saignements actifs. En outre, des sections intestinales simulées disponibles dans le commerce ont été utilisées pour enseigner le point de Connell inversé, couramment utilisé dans les laryngectomies totales (65) Griffin et ses collègues (65) ont rapporté le premier simulateur de dissection du cou publié dans lequel ils utilisent un modèle d'entraînement à la pose d'un cathéter central (Blue Phantom CentralLine Placement Training Model (Blue Phantom, Redmond, WA) et le modifient de telle sorte qu'une dissection cervicale sélective puisse être réalisée. Il existe également des simulateurs utilisant un robot da Vinci³ et une tête cadavérique pour préparer la réalisation d'une amygdalectomie radicale, d'une laryngectomie

³ Intuitive Surgical Inc, Sunnyvale, CA

partielle supraglottique et d'une résection de la base de la langue. Enfin, l'oesophagoscopie rigide est une compétence importante que les assistants doivent maîtriser. Récemment, un groupe a conçu un modèle d'oesophagoscopie rigide avec des capteurs de force sous l'incisive maxillaire et à l'extrémité de l'oesophagoscope (66).

LES SIMULATEURS DE RÉALITÉ VIRTUELLE :

Contrairement aux simulateurs physiques, les simulateurs de réalité virtuelle en ORL fournissent des environnements générés par ordinateur qui ont des représentations visuelles anatomiques. Ces simulateurs de réalité virtuelle peuvent inclure des représentations bidimensionnelles ou plus communément 3D d'un environnement ou d'un cadre chirurgical. Les progrès de l'ingénierie et des technologies informatiques ont permis d'incorporer une rétroaction sensorielle qui peut améliorer la capacité du simulateur à imiter des situations et des expériences de la vie réelle. Par exemple, avec les simulateurs d'os temporaux, outre les interfaces visuelles 3D, la rétroaction haptique fournit une sensation tactile et une entrée auditive (le son du fraisage) et peut rendre l'expérience plus réaliste et plus immersive. Les simulateurs de réalité virtuelle nécessitent des équipes d'experts composées d'ingénieurs, d'informaticiens et de professionnels de la médecine pour créer ces systèmes sophistiqués. Cet investissement en ingénierie et l'obligation d'acheter la technologie peuvent rendre ces systèmes de réalité virtuelle coûteux (11). L'ORL étant une petite spécialité médicale, la production à grande échelle d'un simulateur de réalité virtuelle pour une application spécialisée peut ne pas être rentable pour les investisseurs. Il s'agit là d'un obstacle au développement et à la diffusion de cette technologie.

Simulateurs de réalité virtuelle des voies aériennes et du larynx :

Les seuls simulateurs de réalité virtuelle des voies aériennes disponibles impliquent des modèles bronchoscopiques virtuels qui simulent une bronchoscopie flexible avec une anatomie précise des voies aériennes distales (67) (68) (69) (70) (71) (Figure 11). Certains systèmes sont capables d'une rétroaction haptique. Certains de ces simulateurs de réalité virtuelle sont disponibles à l'achat. La commercialisation de ce simulateur de réalité virtuelle est probablement due à son application plus large allant au-delà de la seule otolaryngologie, à la pneumologie et peut-être à l'anesthésie. En outre, il existe un site web qui offre à l'apprenant la possibilité d'explorer gratuitement la bronchoscopie virtuelle à l'aide d'une vidéo en temps réel (72).

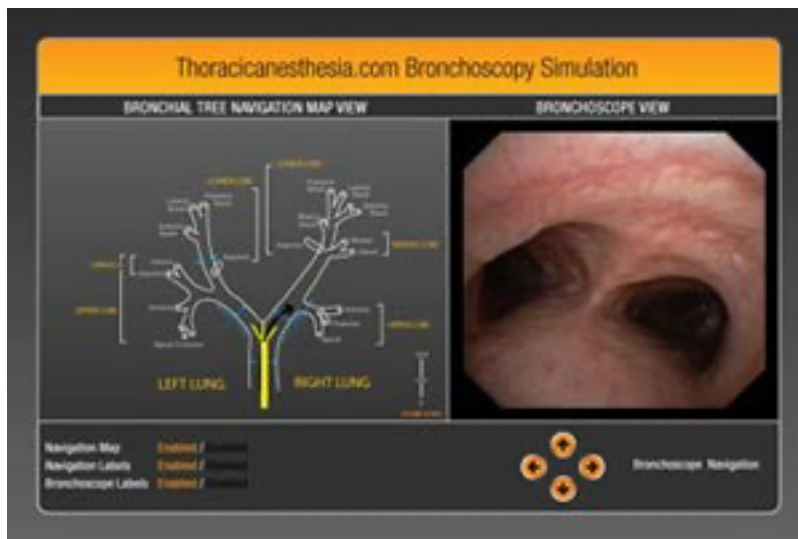


FIGURE 11: SIMULATEUR VIRTUEL DE BRONCHOSCOPIE (TORONTO GENERAL HOSPITAL) (72)

Simulateurs de réalité virtuelle en otologie :

L'otologie, en tant que sur-spécialité, dispose de certains des simulateurs de réalité virtuelle les mieux conçus et les plus validés (11) (73). L'une des compétences de base les plus importantes que les étudiants en médecine et les assistants en ORL doivent maîtriser est l'otoscopie. Il est essentiel d'identifier correctement les résultats normaux par rapport aux résultats pathologiques lors des examens. Dans une étude utilisant l'*OtoSim*⁴, 93 % des étudiants en médecine ont déclaré avoir davantage confiance dans leurs compétences en otoscopie après avoir utilisé ce modèle (73) Des simulateurs de réalité virtuelle existent également pour la paracentèse (74) avec certains intégrant également un retour d'information haptique (75) (76). En tant que simulateurs de réalité virtuelle, ces systèmes nécessitent des ordinateurs spécialisés, leur programmation et le matériel. Les critiques principales concernent le manque de retour d'information haptique et à la « validité de face » ou réalisme. Enfin, le fraisage de l'os temporal reste le domaine de l'otologie le plus développé en termes de simulation en réalité virtuelle. Il existe une myriade de simulateurs d'os temporaux en réalité virtuelle validés, dont le VOXEL-MAN (Figure 12), le simulateur d'os temporal Mediseus, le simulateur de l'université de l'État de l'Ohio et le Stanford Temporal Bone surgical simulator (77) (78) (79) (80). Les progrès technologiques ont conduit à des améliorations progressives de la technologie de réalité virtuelle utilisée dans ces systèmes. Ces systèmes utilisent le dispositif haptique PHANTOM pour la rétroaction et des interfaces

⁴ OtoSim Inc, otoscopie pneumatique

visuelles 3D pour permettre une sensation plus réaliste (81). Le VOXEL-MAN, le simulateur de l'université d'État de l'Ohio et les simulateurs de l'os temporal Mediseus sont probablement les trois plus étudiés. D'après l'expérience personnelle de notre service, le VOXEL-MAN permet une expérience immersive avec visualisation en 3D, un feedback haptique, des pathologies variées et même des modules de formation qui évaluent et fournissent un feedback à l'apprenant. Plusieurs études sur la réalité virtuelle en otolaryngologie ont conclu qu'une plateforme de réalité virtuelle de l'os temporal est digne d'être intégrée dans les programmes de formation, surtout dans les premières années, mais que l'expérience opératoire réelle ne peut être remplacée (81). Ces systèmes permettent une répétition illimitée, une meilleure compréhension de l'anatomie chirurgicale et peuvent faciliter la planification des opérations.



FIGURE 12: VOXEL-MAN TEMPO (HAMBURG, ALLEMAGNE)

Simulateurs de réalité virtuelle en rhinologie :

Les procédures endoscopiques rhinosinusiennes se prêtent à la simulation en réalité virtuelle car les tissus sinusaux, comme les tissus osseux temporaux, sont moins sensibles à la déformation et donc moins lourds à modéliser d'un point de vue informatique (81). En outre, les procédures rhinosinusiennes reposent largement sur la manipulation de l'instrumentation, ce qui permet de suivre facilement les mouvements pour l'analyse des performances et le retour d'information (81) (82). Parmi les premiers simulateurs de réalité virtuelle bien décrits, on trouve le simulateur d'endoscopie nasale (82). Un modèle de tête couplé à une station de travail graphique utilise des ensembles de données d'images de la cavité nasale et de la zone des sinus paranasaux provenant de patients modélisés. Un système de suivi mesure la position de l'endoscope et des instruments chirurgicaux dans l'espace, et fournit un retour

d'information formateur pour les procédures de base. Au départ, l'absence de retour d'information proprioceptif constituait une limitation, c'est pourquoi les modèles ultérieurs ont intégré l'haptique (83) (84) (85). Peu après, le simulateur de chirurgie sinusale endoscopique (ES3), développé par Lockheed Martin⁵ (82) (Figure 13), a démontré des capacités améliorées. Le matériel comprend quatre éléments : une plate-forme de simulation sur un poste de travail; un contrôleur haptique sur ordinateur personnel ; un instructeur à reconnaissance vocale sur ordinateur personnel qui fait fonctionner le simulateur par commandes vocales ; et une plate-forme électromécanique d'interaction humaine avec réplique d'un endoscope, outil chirurgical et précision technique. Une méthode Delphi modifiée rigoureuse, à laquelle ont participé des experts en otolaryngologie, en enseignement chirurgical, en analyse statistique, en sciences du comportement et en développement de simulateurs, a été utilisée pour définir les mesures de performance (86). Une liste de catégories d'erreurs a été générée et discutée individuellement jusqu'à ce qu'un consensus soit atteint. Le simulateur a recueilli et analysé les données de performance en utilisant ces normes tout au long de l'utilisation de l'apprenant, et a pu fournir un retour d'information en temps réel. Il a également archivé les données afin de fournir des informations sommatives pour l'évaluation des performances et l'établissement de rapports (87). Au-delà d'une conception méticuleuse, l'ES3 est l'un des simulateurs de sinus les plus largement validés. Il a également été démontré que les performances des assistants sur l'ES3 sont fortement corrélées à la perception visuospatiale, comme le montrent les scores obtenus sur le simulateur d'orientation de surface picturale, validé précédemment (88) (89) qui exige des apprenants qu'ils orientent une flèche perpendiculairement à un cube à l'aide de touches de curseur et qui a été démontré pour prédire les performances laparoscopiques (90). La validité a été démontrée par des études multi-institutionnelles impliquant des sujets allant des novices aux experts (91) Elle a également été démontrée par une amélioration du temps global de la procédure, une réduction des erreurs et une plus grande dextérité de manipulation des instruments pour diverses tâches endoscopiques (92) (93). Enfin, il a été démontré que les apprenants conservent leurs compétences à moyen terme (35 jours en moyenne) par rapport aux sujets contrôles (93). Malgré cette conception, ce développement et cette validation minutieux, comme pour les autres simulateurs de sinus en réalité virtuelle, le développement commercial de l'ES3 a été freiné par un marché restreint et des coûts de production élevés.

⁵ Lockheed Martin, Bethesda, MD

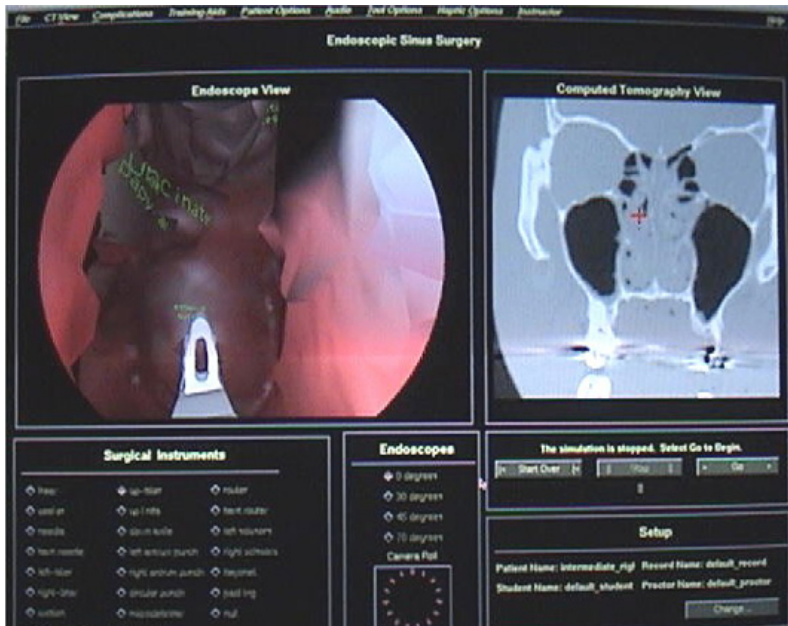


FIGURE 13: SIMULATEUR VIRTUEL DE CHIRURGIE ENDOSCOPIQUE RHINOSINUSIENNE (ES3)

Simulateurs de réalité virtuelle divers :

Avec la diffusion généralisée de la chirurgie robotique en ORL, il est essentiel que les résidents reçoivent une formation appropriée à cette nouvelle modalité. Le simulateur de compétences da Vinci⁶ enseigne aux résidents les manœuvres et le fonctionnement de base du robot (94) (95) (96). Au lieu de procédures chirurgicales, ce simulateur utilise les commandes et l'interface da Vinci pour naviguer dans un monde de réalité virtuelle afin d'accomplir des tâches telles que le ciblage par caméra, le placement d'objets sur une planche d'allumettes, un anneau et un rail, le ciblage par aiguille et la dissection. Avec le nombre croissant d'amygdalectomies subtotales/intracapsulaires pratiquées, un simulateur de réalité virtuelle avec retour haptique a même été mis en place pour cette procédure (97). Des indices visuels et auditifs sont utilisés pour alerter l'utilisateur lorsque des structures critiques, telles que la capsule amygdalienne, étaient approchées ou percées. Le dispositif haptique imite une pièce à main de coblation. D'autres études de validation sont nécessaires pour ce prototype. Enfin, un simulateur de réalité virtuelle pour la biopsie par aspiration à l'aiguille fine est également décrit pour des lésions de la thyroïde (98).

⁶ Intuitive Surgical Inc

TABLEAU 1 RÉSUMÉ DES SIMULATEURS ORL

| | Compétences ciblées | Scenarii | Simulateur physique | Simulateur virtuel |
|---------------------------|---|--|--|--|
| Voies aériennes et larynx | Micro-laryngoscopie, intubation, bronchoscopie, nasolaryngoscopie, trachéotomie | Corps étranger bronchique, dyspnée aigue, intubation difficile, hémorragie des voies aériennes supérieures, pneumothorax, incendie per-opératoire, biopsie cordale, medialisation et, élévation de lambeaux,... | *Biologique : modèle ovin et bovin *Non biologique : Mannequins adultes et pédiatriques, corps partiel ou complet, haute fidélité ou basse fidélité, entraîneur de tâche non biologique ou mixte, impression 3D | Modèle de Toronto General Hospital (Bronchoscopie virtuelle) |
| Otologie | Otoscopie, myringotomie, chirurgie de l'oreille moyenne et de l'os temporal | Paracentèse, myringoplastie, mise en place de drain, stapédotomie, ossiculoplastie, chirurgie endoscopique de l'oreille moyenne, mastoidectomie | *Non biologique : entraîneur de tâche (seringue et membrane simulée), modèle de Volksy, os temporal de pettigrew et os temporaux modifiés, os temporal de Nancy et os temporal de rose (impressions 3D), otoskills trainer | *Otosim *Voxel-Man *Mediseus *Stanford |
| Rhinologie | Endoscopie nasale et chirurgie endoscopique rhinosinusienne | Sondage et ponction de sinus, retrait de corps étranger, gestion d'épistaxis, injections, polypectomie et endoscopie sinusienne | *Mixte : entraîneur de tâche (modèle de Malkzadeh) *Non biologique : modèle de Harbison et Steehler, modèle Shelley | ES3 |
| Divers | | Tamponnement nasal, ligature de vaisseaux (hémorragie rhinosinusienne ou oropharyngée) drainage d'abcès péri-amygdalien, amygdaléctomie classique ou intracapsulaire, suture de plaies, levée de lambeaux, laryngectomie, sutures microvasculaires, trachéotomie, chirurgie robotique oesophagoscopie, biopsie/aspiration thyroïdienne | *Biologique : modèle porcin ou ovin (suture de plaie, prélèvements de lambeaux), aviaire *Mixte : simulateur d'épistaxis *Non biologique : mannequin simulateur d'épistaxis (RCP), simulateur d'oropharynx, simulateur de suture de plaie, modèle de Griffin, simulateur de cervicotomie | *Simulateur de compétence Da-Vinci *Simulateur oropharyngé *Simulateur de biopsie thyroïdienne |

Méthodes d'évaluation objective des compétences techniques en chirurgie

Il nous a semblé important à ce stade de développer ces concepts car il s'agit de notions récurrentes dans la littérature s'intéressant à la simulation et le développement d'outils pédagogiques. En effet, avant d'introduire un simulateur ou un protocole d'enseignement dans le programme chirurgical, le modèle doit d'abord être soumis à une évaluation rigoureuse pour démontrer sa « validité » reconnue par les pairs, dans ses différentes dimensions ainsi de sa « fiabilité ». La validité est ici définie comme la propriété d'être vrai, correct et conforme à la réalité (99) (114). La fiabilité d'un test est la capacité d'une évaluation à produire des résultats stables et cohérents. Un niveau de fiabilité adéquat est une condition nécessaire de la validité d'un test : si la mesure n'est pas fiable, elle ne peut pas être valide.

Les premières étapes du processus de validation comprennent l'évaluation du « face validity » et du « content validity », qui découlent de l'opinion d'experts.

- La « **face validity** » est établie lorsque les experts conviennent que le simulateur enseigne ou mesure bien ce qu'il a l'intention d'enseigner ou mesurer : le modèle "ressemble-t-il" à la situation réelle ? Quelqu'un d'extérieur reconnaîtra-t-il le type d'intervention ou d'anatomie illustrée ?
- La « **content validity** », également fondée sur l'avis d'experts, consiste à savoir si le simulateur contient bien les étapes et les compétences qui sont requises dans une procédure : le modèle contient-il des éléments du "domaine d'étude" souhaité ? (par exemple, en essayant d'évaluer des compétences techniques, nous pourrions en fait tester des connaissances théoriques)

Ensuite, l'évaluation du « construct validity » du modèle vient compléter ces démarches.

- La « **construct validity** » est déterminée par l'évaluation de la capacité du simulateur à différencier les niveaux de compétences chirurgicales (expert-novice).

L'évaluation peut également être complétée par la mesure de :

- La « **concurrent validity** » : le modèle est-il corrélé avec d'autres tests pour mesurer cette différence de compétence ? (99) (corrélation avec le « gold standard » dans ce domaine)
- La « **transfer validity** » ou « **predictive validity** » : capacité de l'examen à prédire de futures performances (par exemple, le simulateur va-t-il améliorer les performances opératoires in situ ?)

Concernant la fiabilité de l'outil, ou autrement dit sa « **consistance** », il s'agit d'une mesure de son aptitude à générer des résultats similaires lorsqu'il est appliqué à deux contextes différents. Par exemple, lorsque les évaluations sont effectuées par plusieurs observateurs (« **inter-rater agreement** »). Par ailleurs, lorsqu'on mesure une aptitude psychométrique chez un même groupe de personnes passant le même test à deux occasions, on s'attend à ce que chaque personne obtienne le même score, ou du moins, un score très proche, lors des deux passations. De fortes corrélations sont attendues entre les résultats du « **test-retest** ». (114) (115).

L'équipe de Nancy propose un exemple de processus de validation morphologique objectif concernant un nouveau modèle d'os temporal imprimé en 3D pour l'enseignement de la chirurgie de l'oreille moyenne. La méthodologie utilisée dans cette étude est quantitative, inspirée des sciences industrielles, ce qui en fait la première du genre. La validité du processus de fabrication a également été vérifiée et pourrait donc être étendue à d'autres spécialités, soulignant l'importance des collaborations interdisciplinaires concernant les nouvelles technologies (116).

NOTIONS DE PSYCHOLOGIE DE L'ÉDUCATION APPLIQUÉE AU BLOC OPÉRATOIRE

Cette section a été rédigée avec l'aide du Professeur Anne-Marie Etienne⁷ et le Centre de Simulation en Santé de Liège⁸

Dans plusieurs centres, le temps consacré à l'enseignement en général et à la simulation en particulier est rarement intégré dans les plannings. Ces activités nécessitent du temps et des moyens pour les enseignants. La formation des experts est essentielle tout particulièrement en ce qui concerne les techniques de débriefing (100). De même, l'élaboration de programmes de formation est indispensable, et nécessite des connaissances avancées en simulation. Enfin et surtout, la simulation est une méthode d'enseignement parmi d'autres et n'est pas une fin en soi. Elle doit être intégrée dans les programmes généraux de formation initiale et continue (100).

Classiquement, les résidents reçoivent une formation au bloc opératoire en tant que chirurgiens "assistants" (100). Toutefois, aucun programme d'études officiel n'existe pour la formation des instructeurs, et par conséquent, ils dispensent une formation peropératoire de manière idiosyncrasique. L'efficacité de l'éducation peropératoire est débattue depuis des années (100). L'analyse de l'enseignement qui existe actuellement doit être améliorée. Les études déjà menées au sujet de l'enseignement peropératoire révèlent une concentration sur la gestion clinique, et plus particulièrement sur la technique opératoire (100). Le développement actuellement croissant de ce domaine de recherche permettra de clarifier les comportements éducatifs de façon plus précise.

L'environnement même des salles d'opération représente à lui seul un défi pour l'efficacité de la formation. Par exemple, les distractions et les interruptions lors des périodes d'enseignement, pour différentes raisons, posent des problèmes qui n'existent pas dans les systèmes éducatifs plus statiques (100).

Glarner et al. (100) ont cherché à comprendre cet environnement lors d'une chirurgie colorectale dans un établissement universitaire en analysant des enregistrements vidéo et audio réalisés lors des procédures sur une période de 3 mois. Ils observent que les chirurgiens seniors ont passé en moyenne plus de la moitié du temps de travail à enseigner aux assistants. Le comportement d'enseignement le plus courant était plutôt court, spécifique et technique, lié aux mouvements chirurgicaux. Il est intéressant de noter que cette étude n'a révélé aucun cas de comportement négatif comme le questionnement intempestif de

⁷ Unité de Psychologie de la Santé, Université de Liège

⁸ Professeur Ghuysen, Département de santé publique et d'épidémiologie et Service des urgences et son équipe

l'assistant, les blagues négatives et les réprimandes. On pourrait imaginer que cela ne s'est pas produit parce que les chirurgiens étaient observés, mais la quasi-inexistence de ces comportements dans l'étude suggère qu'ils sont néanmoins moins fréquents que certaines anecdotes ne le suggèrent. Des comportements positifs de tonification comme les commentaires, les plaisanteries positives, et les conversations étaient par contre fréquents, suggérant que le bloc opératoire peut être un environnement de travail positif où les assistants peuvent apprendre. L'ensemble des sujets étudiés a modifié inconsciemment ses méthodes d'enseignement au fur et à mesure de l'avancement de l'opération. Par exemple, la mise en scène et les comportements de confirmation ont été les plus répandus dès le début de l'intervention lors de l'abord chirurgical alors que l'utilisation de questions fermées s'est majoré au cours du stade d'anastomose. Ces changements dans leur approche de l'enseignement peuvent être associés au degré de contrôle que le chirurgien a à un moment donné de l'intervention sur le travail de l'assistant. Comme l'indique la littérature, les interruptions lors des périodes d'enseignement sont nombreuses. Ces interruptions peuvent être liées à des problèmes techniques (les plus fréquents), communicationnels ou de coordination. Ces interruptions mènent cependant rarement à l'arrêt de la progression de l'intervention. Ces périodes d'interruptions peuvent également constituer des moments propices à l'apprentissage. Pendant les phases techniquement difficiles d'une intervention, les seniors se concentrent tous sur la sécurité des patients. Généralement, cela implique une reprise en main des instruments et un comportement d'enseignement où le senior pense tout haut en donnant ses explications. Ceci implique que les chirurgiens seniors ont la sensation qu'enseigner aux assistants pendant phase critique pourrait mettre en danger la sécurité des patients. Les interruptions peuvent également influencer la concentration de résidents.

Les résultats de cette étude soutiennent que la formation basée sur la simulation dans certains contextes permettrait d'éliminer les distractions afin que l'accent puisse être mis sur l'assistant en tant qu'apprenant et non plus sur le patient. Les résultats indiquent cependant également que ces périodes d'interruption peuvent offrir des possibilités d'enseignement de sorte que leur élimination du système de travail ne serait pas non plus bénéfique.

Le bloc opératoire étant riche en complexité, l'étude conclut que les chirurgiens sont censés exécuter les procédures avec succès tout en gérant les perturbations dans leur système de travail et l'enseignement des stagiaires et assistants. Ces interruptions du flux de travail devraient être utilisées comme des opportunités d'enseignement tant que la sécurité des patients n'est pas menacée.

Trickey et al. (101) ont quant à eux évalué les compétences de communication interpersonnelle des résidents en chirurgie. Ces compétences interpersonnelles et de communication des chirurgiens sont essentielles à la prestation de soins de qualité. L'ouvrage de la revue médicale "Crossing the Quality Chasm" (101) note que la fourniture de soins centrés sur le patient nécessite une communication interpersonnelle personnalisée et variée

dans des situations cliniques complexes. L'intelligence émotionnelle, la conscience, l'empathie et la gestion de soi sont primordiales. En conséquence, le Conseil d'accréditation des formations médicales de troisième cycle (ACGME)⁹ reconnaît les compétences en matière de communication en tant que facteur essentiel et fournit un cadre de travail permettant de mesurer le développement de ces compétences. Il établit les comportements que les résidents devraient viser à maîtriser, notamment la capacité de gérer les informations difficiles sur le plan émotionnel et gérer les conflits au sein de l'équipe ou entre les patients et les familles. Bien que les jalons de l'ACGME prévoient la clarification de ces comportements ciblés, l'évaluation des compétences en communication interpersonnelle des chirurgiens reste difficile à normaliser et valider en raison des possibilités d'observation externe limitée. En effet, les conversations avec les patients et les membres de la famille sont souvent réservées aux chirurgiens seniors en huis clos.

Ici aussi, la simulation a un intérêt pédagogique et scientifique, car elle permettrait de mesurer et accompagner cette éducation. Le développement de compétences non techniques liées à l'intelligence émotionnelle peut être particulièrement ciblé par différentes échelles d'évaluation et l'utilisation de patients standardisés et de scénarii, par exemple (101)

L'équipe de Mapiour et al. (102) plus spécifiquement proposé un moyen de catégoriser l'enseignement verbal de l'endoscopie digestive. Comme les études précédentes sur l'enseignement en salle d'opération, leur objectif était d'étudier l'enseignement verbal qui a lieu lors d'une endoscopie, en partant du principe que les méthodes d'enseignement actuelles sont efficaces pour produire des résidents compétents à la fin d'une rotation de 3 mois. Ils ont donc tenté d'identifier les différentes méthodes verbales utilisées, et développer un moyen de quantifier l'enseignement verbal de façon à ce qu'il puisse être utilisé comme outil dans de futures études visant à améliorer la façon dont nous enseignons l'endoscopie. Ils ont également émis l'hypothèse qu'il existait effectivement des différences entre l'enseignement de l'endoscopie au début et à la fin de la rotation de 3 mois et qu'il existait également des différences entre l'enseignement de la gastroscopie et de la coloscopie.

Leur classification fournit donc une classification pratique et simple avec un nombre raisonnable de catégories qui devrait être utile pour déterminer quel type d'enseignement verbal est le plus efficace pour quelle procédure et à quel stade de l'apprentissage. Ces résultats ont incité plusieurs enseignants à réfléchir et à changer leur façon d'enseigner l'endoscopie et à incorporer certains types d'enseignement auxquels ils n'avaient pas pensé

⁹ L'Accreditation Council for Graduate Medical Education (ACGME) est l'organisme responsable de l'accréditation de tous les programmes de formation médicale supérieure (c'est-à-dire les assistanats, les résidences et les bourses, c'est-à-dire les programmes de spécialité) destinés aux médecins aux États-Unis. Il s'agit d'un conseil privé à but non lucratif qui évalue et accrédite les programmes de résidence et d'assistantat en médecine. L'ACGME a été fondé en 1981 et a été précédé par le Liaison Committee for Graduate Medical Education, qui a été créé en 1972. L'ACGME supervise actuellement l'éducation et la formation post-universitaires de tous les médecins MD et DO aux États-Unis (122)

auparavant. Il est donc intéressant de voir comment la prise de conscience de ces types d'enseignement change la façon dont l'endoscopie est enseignée dans une institution (Figure 14).

| Category | Examples |
|-------------------------------------|---|
| Demonstration with verbal narrative | "So I turn the big wheel to try to look around that corner, all the while ensuring continued torque on the scope" |
| Motor instruction | "... keep it centered. Now, look up. Look up again by using the big dial. ... tap, tap on the suction ..." "stay out of that stool." |
| Tips/tricks/pointers | "... the trick to any colon is you've got to negotiate the sigmoid colon without too much insufflation. It makes all the difference." |
| Feedback | "Good. Well done" |
| Questioning | "What do you think of the stomach lining over there?" |
| Non-procedural information | "If we don't find the bleeding here, the next step should be a nuclear medicine scan" |

FIGURE 14: EXEMPLES DE 6 CATÉGORIES DE MÉTHODES D'ENSEIGNEMENT VERBAL (102)

Pour finir, l'équipe de Pourmand (103) tente à travers son étude de définir ce qui fait de nous de bon tuteurs (« *What makes a good endoscopic teacher* ») en fournissant des recommandations. En effet, enseigner aux assistants à effectuer des procédures endoscopiques est un défi, et les pratiques efficaces d'enseignement de l'endoscopie restent mal décrites dans la littérature. La plupart des études se concentrent sur les perspectives des superviseurs plutôt que sur celles des apprenants. Ils ont donc cherché à caractériser, du point de vue des apprenants, les comportements d'enseignement perçus comme bénéfiques et nuisibles à l'apprentissage en utilisant des méthodes qualitatives. Des comportements d'enseignement spécifiques peuvent favoriser ou entraver l'apprentissage des compétences endoscopiques. Ces comportements peuvent être utiles pour les efforts liés à l'évaluation de l'enseignement, au développement de la faculté et à l'enseignement direct.

| Theme | Behavior Code | Valence | Teaching Behavior |
|----------------------|------------------------------|----------|---|
| Teaching | Knowledge expansion | Positive | "Discussed guidelines for number of biopsies to take" |
| | Procedural skill development | Positive | "Taught me how to retroflex in the cecum" |
| | Clinical reasoning | Positive | "Considered differential diagnosis prior to starting" |
| Learning environment | Patience | Positive | "Very patient" |
| | Involved | Positive | "Looked at screen the entire time" |
| | Supportive | Positive | "Created safe learning environment" |
| Autonomy | Autonomy | Positive | "Didn't take the scope" |
| | Autonomy | Negative | "Took the scope too fast" |
| | Graded responsibility | Positive | "Appropriate level of trust with unfamiliar procedures" |
| Communication | Communication | Positive | "Explained how to navigate at flexures well" |
| | Communication | Positive | "Very clearly explained appropriate maneuvers" |
| | Communication | Negative | "Talking with anesthesiologist" |
| Coaching | Coaching | Positive | "Guidance during difficult procedures" |
| | Coaching | Positive | "Pushes us to strive for perfection during endoscopy" |
| | Motivation | Positive | "Encourages cecal retroflexion every time" |
| Feedback | Feedback | Positive | "Provides good feedback" |
| | Feedback | Positive | "Commented on my strengths" |
| | Feedback | Negative | "Did not review endoscopy note" |
| Professionalism | Supervision | Negative | No help with sedation/medications |
| | Supervision | Negative | Inattentive |
| | Professionalism | Negative | "Unavailable when everyone else ready to start case" |

FIGURE 15: EXEMPLE DE COMPORTEMENTS D'ENSEIGNEMENT ET LEUR VALENCE PÉDAGOGIQUE (103)

APPLICATION À LA SIMULATION EN SANTÉ

Ces études permettent d'entrevoir le large potentiel d'application de la simulation. Que cela soit dans le domaine médical, comme en anesthésie, première discipline médicale à avoir utilisé la simulation en Belgique, ou dans le domaine de l'aviation (4).

En effet, il existe un certain parallélisme entre ces 2 domaines :

- Ce sont des domaines complexes au niveau technologique, mais aussi au niveau humain, puisqu'il existe des interactions, un travail collectif.
- La communication y est donc un élément important.
- Une situation quotidienne peut se compliquer et devenir une situation de crise, qu'il faut prendre en charge de manière organisée.
- Des études prouvent que les facteurs humains y jouent un rôle prépondérant dans l'apparition d'incidents (104).

La sécurité du patient (12)

La publication du rapport de l'Institut de Médecine Américain intitulé "To err is human" a marqué un tournant décisif dans l'histoire du mouvement de sécurité appliquée au patient (12). Ce rapport pointe l'importance des facteurs humains dans l'incidentologie médicale. Ainsi, il démontre que 70 % des erreurs seraient la conséquence d'un dysfonctionnement de différents facteurs impliquant les êtres humains ainsi que les interactions qu'ils ont entre eux et avec l'environnement. Ce rapport met en évidence que selon 2 études américaines, quarante-quatre milles à nonante-huit milles décès par an aux États-Unis seraient dus à des erreurs médicales (12) Parmi celles-ci, les erreurs de médication donneraient lieu à 7.000 décès par an. Suite à cela, un Centre National pour la sécurité des patients a été établi aux États-Unis. Ce rapport met aussi en avant des recommandations pour construire une Culture de la Sécurité dans les soins de santé. Il recommande notamment la mise en place de standards pour la sécurité, ainsi que la mise en place de systèmes de rapport des événements indésirables qui permettront de mieux comprendre et d'analyser l'étiologie des incidents et de pouvoir mettre en place des corrections appropriées. Tout cela en suivant le modèle de l'amélioration continue. Au niveau Européen, l'OMS relate que des erreurs médicales et des événements indésirables liés aux soins apparaissent dans 8 à 12 % des hospitalisations (105). Ces erreurs mènent à approximativement 95.000 décès par an en Europe. La plupart des erreurs sont la conséquence d'une succession de faits et/ou de comportements qui conduisent à l'accident. L'essentiel n'est donc plus de savoir qui a fait une faute, mais d'identifier pourquoi et comment le système de défense a failli pour prévenir la répétition d'une erreur.

Les facteurs humains

Les facteurs humains apparaissent partout où travaillent des individus. En fait, il n'existe pas qu'une seule définition de ces facteurs, mais nous pouvons définir l'étude des facteurs humains comme " l'étude de la relation entre l'individu et le système dans lequel il interagit, que cela soit son environnement ou la technologie, afin d'améliorer l'efficacité des systèmes et de minimiser les erreurs"(104).

Il existe plusieurs classifications des facteurs humains dans littérature. On peut par exemple catégoriser ces facteurs selon qu'ils dépendent de l'état temporaire ou permanent d'une personne, ou encore de sa relation avec l'environnement. Les facteurs liés à l'état permanent sont les plus incisifs. On y retrouve, par exemple, les divergences en termes de culture ou de philosophie. Ce sont des facteurs intrinsèques. Les facteurs liés à la relation entre une personne et son environnement font références aux spécificités du milieu dans lequel l'individu est plongé. Il peut s'agir d'une méconnaissance des procédures et protocoles en place ou encore d'une mauvaise ergonomie de l'environnement.

Enfin, si nous prenons l'état temporaire d'une personne, certains facteurs individuels affectent les performances humaines et prédisposent une personne à l'erreur. La fatigue, les interruptions incessantes et le stress, par exemple, sont des facteurs qui ont un grand impact. En effet, il a été démontré qu'ils induisent une diminution des performances. Concernant le stress, il faut cependant être conscient qu'un trop faible niveau de stress peut être contre-productif (voir section « sécurité psychologique »).

Dans le domaine de la santé, les facteurs humains peuvent intervenir dans l'apparition d'évènements indésirables associés aux soins et avoir des conséquences graves. Il est toutefois possible de rendre les systèmes de soins de santé plus sûrs en admettant que le risque d'erreur existe et en développant des solutions qui permettent de limiter la survenue et les conséquences des incidents. Il est aussi important de comprendre la complexité du système. Un système complexe est un système dans lequel de nombreuses parties interagissent entre elles et pour lequel il est donc difficile de prévoir les réactions, sur base de la seule connaissance des parties prises individuellement (12). En effet, cette définition peut s'appliquer à un établissement de soin constitué de nombreuses composantes telles que les personnes (patients et membres du personnel), les infrastructures et la technologie qui interagissent de façon complexe et variable. La compréhension de ce système dans son ensemble permet d'avoir une approche dite systémique qui s'oppose à une approche culpabilisante. Le professionnel peut parfois être qualifié de "seconde victime" dans ces circonstances. En effet, lorsqu'il est impliqué dans un évènement indésirable grave, l'impact psychologique peut être important. Cette culture culpabilisante mène à d'autres conséquences, comme par exemple, une diminution de la déclaration des évènements

*indésirables par le personnel afin d'éviter les sanctions ou les représailles. Ce qui aura pour effet d'entraver le système d'amélioration continue qui se base en partie sur les événements déclarés pour mettre en place des solutions d'amélioration. Il est donc important de se diriger vers une culture positive de l'erreur, une culture sécuritaire qui prend en compte l'ensemble des facteurs sous-jacents impliqués dans l'apparition d'un événement indésirable, afin d'obtenir une compréhension globale. Cela permet d'accroître la transparence des processus de soins. Mais cela n'enlève toutefois pas les responsabilités éthiques et juridiques qui incombent aux professionnels. Dans le domaine des soins de santé, les incidents impliquant les facteurs humains ont l'incidence la plus élevée dans les unités de **soins aigus, comme les urgences, les soins-intensifs ou encore le bloc opératoire**. En effet, la probabilité d'erreur augmente avec la complexité des situations, le nombre d'intervenants, leur caractère pluridisciplinaire et le contexte critique. Par définition, ces unités ont la particularité de travailler principalement en équipe et de devoir gérer des crises au quotidien. Dans ce contexte, l'anesthésie a été la première discipline médicale à investiguer l'opérationnalisation des compétences non-techniques via l'adaptation d'un concept issu de l'aéronautique, le Crew Resource Management (CRM), en Anesthesia Crisis Resource Management (ACRM).¹⁰*

Parmi les compétences non-techniques, deux types d'habiletés sont à distinguer. Les habiletés interpersonnelles comme le leadership, la communication ou l'attribution des rôles. Et les habiletés cognitives telles que l'anticipation et la planification ou encore la conscience de la situation. Ces habiletés sont interconnectées et s'influencent les unes les autres (12).

Malgré l'évidence des points-clés du CRM, leur application sur le terrain n'est pas aisée. Dès lors, former les professionnels à ces concepts de manière théorique et surtout pratique est nécessaire. Pour ce faire, la simulation est une méthode de prédilection.

En ORL, les situations peu fréquentes mais pouvant mener à des conséquences dramatiques existent bel et bien et sont à la base de la constitution de scénario de simulations « in situ »

¹⁰ Historiquement, le terme CRM provient de Cockpit Resource Management et reprend l'ensemble des enseignements dédiés aux facteurs humains. Ce terme s'est ensuite élargi à l'ensemble de l'équipe et du système sous le nom de Crew Resource Management. Plus rarement, on retrouve aussi la dénomination Company Resource Management pour prendre en compte les ressources structurelles extérieures (104) Le terme Crisis Resource Management (CRM) reprend l'ensemble des compétences non techniques nécessaire à la gestion des situations de crises. Le CRM vise à coordonner, utiliser et intégrer toutes les ressources disponibles pour optimiser la sécurité des patients. Ces ressources incluent toutes les personnes impliquées dans le processus, leurs compétences et capacités, leurs comportements et limites, ainsi que les équipements présents (104).

(11). En voici quelques exemples basé sur l'incidentologie de notre discipline (liste non exhaustive) :

- Intubation ou ventilation impossible, nécessitant un accès chirurgical urgent aux voies aériennes
- Erreur de côté (intervention en salle d'opération)
- Hémorragie oropharyngée avec perte de l'accès aux voies aériennes
- Corps étranger obstructif trachéo-bronchique ou caillot sanguin
- Rupture carotidienne avec saignement massif
- Pneumothorax sous tension
- Anaphylaxie
- « Airway fire » en salle d'opération
- Hyperthermie maligne
- Epistaxis massive avec perte d'accès aux voies aériennes
- Laryngospasme avec oedème pulmonaire à pression négative
- Embolie pulmonaire massive
- Lésion carotidienne lors d'une chirurgie sphénoïdale
- Canule de trachéotomie expulsée ou obturée
- Hématome cervical d'expansion rapide
- ...

La sécurité psychologique (12)

Qui dit simulation, dit souvent appréhension, voire émotions forte (106). . Toutefois, il est important de comprendre le rôle primordial que jouent ces émotions dans le processus d'apprentissage. En effet, l'état émotionnel du sujet durant la période d'apprentissage influence directement la rétention et l'activation du savoir (106). Les états d'activation élevés tendent à rendre l'apprentissage plus indélébile. Les émotions ancrent les évènements en mémoire. Ceci s'explique par la focalisation attentionnelle qui se réalise lors de l'encodage, avec effet sur la mémoire à court et long terme. La consolidation est augmentée pour les évènements émotionnels. Dès lors, les souvenirs émotionnels rappelés sont plus vifs (106)

Il est démontré que le stress est nécessaire à l'apprentissage. Un stress trop faible amène à l'ennui et des performances très faibles. Dans les niveaux croissants de stress, l'augmentation de l'excitation et la performance s'améliorent jusqu'à un certain point, après quoi la performance diminue et peut même être gravement altérée dans les niveaux extrêmes (106) (Figure 16).

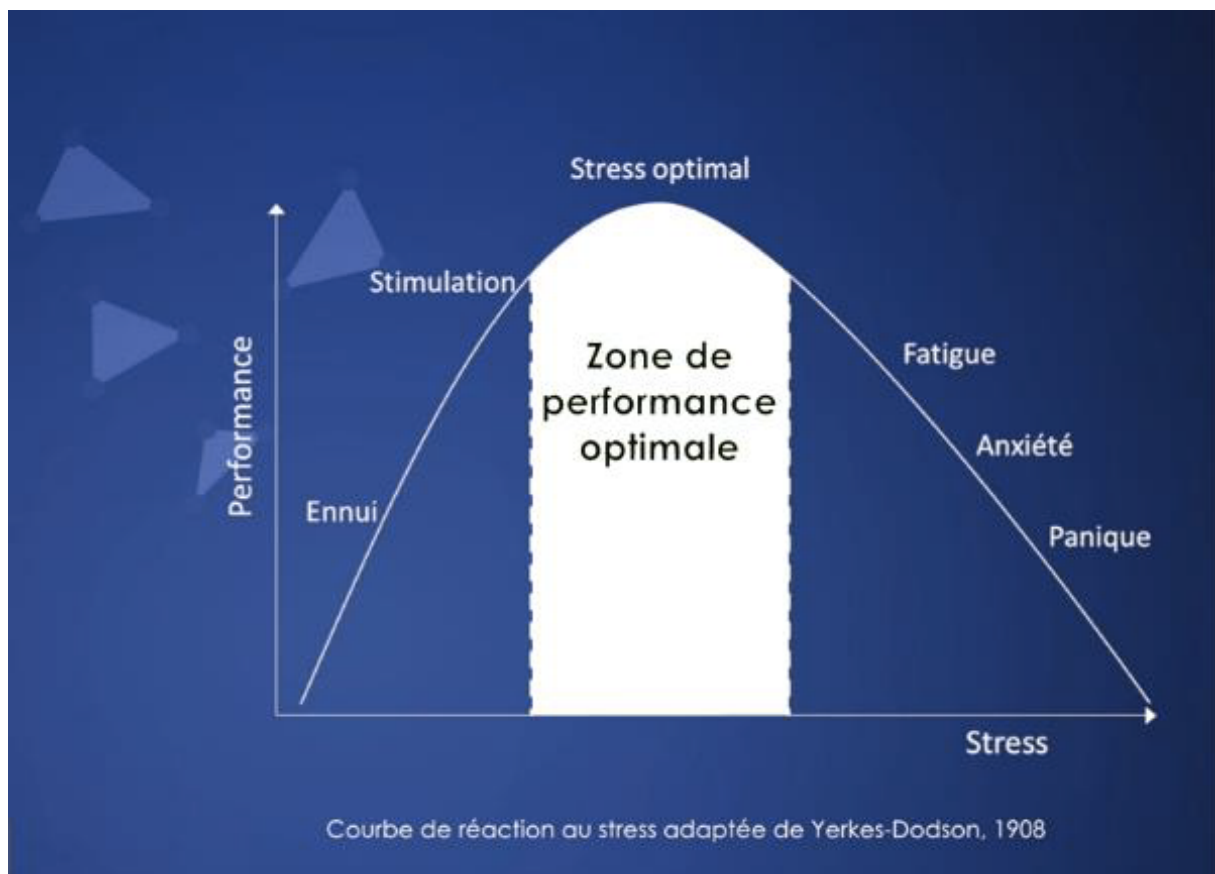


FIGURE 16: COURBE DE RÉACTION AU STRESS (ADAPTÉE DE YERKES-DODSON (106)).

La Société Américaine pour la Simulation Médicale définit la sécurité psychologique comme "un sentiment dans une activité de simulation, pour les apprenants d'être à l'aise de participer, de s'exprimer, de partager leurs réflexions et de demander de l'aide, sans gêne ou crainte de représailles" (106). En résumé, une situation d'apprentissage induit chez le participant une réponse biologique et psychologique de stress. Les effets de ce stress sur l'apprentissage et la performance vont varier selon la difficulté de la tâche, la présence d'observateurs,... Le stress a un rôle à jouer dans le design de la simulation mais il est nécessaire d'être conscient que le stress contribue à une charge cognitive externe dont l'excès diminue le fonctionnement de la mémoire de travail et augmente le risque de faibles résultats d'apprentissage.

La sécurité psychologique va pouvoir être consolidée à différentes étapes de la simulation.

Commençons par le pré-briefing. Le pré-briefing est l'occasion la plus importante pour réduire le stress d'un point de vue cognitif et émotionnel. Enfin, le débriefing peut-être pleinement utilisé pour réduire le stress et faciliter l'apprentissage.

Clés pour l'élaboration d'un programme de formation (12)

Afin d'avoir une vision globale de l'élaboration d'un programme de formation, nous allons ici suivre un modèle d'ingénierie pédagogique, le modèle ADDIE (Basque, 2017) (107) (Figure 17) C'est un modèle de conception de dispositif pédagogique qui propose 5 étapes consécutives.

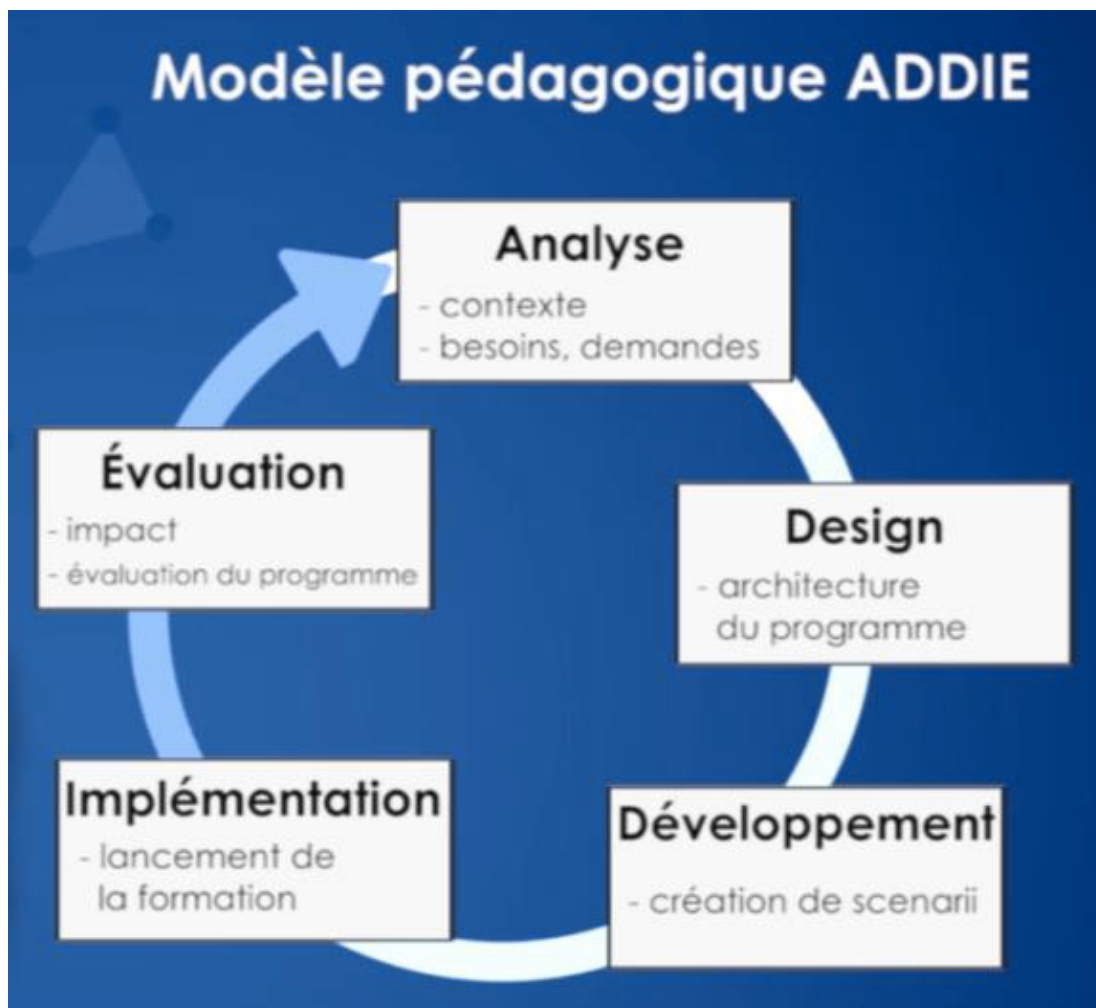


FIGURE 17: MODÈLE D'INGÉNIERIE PÉDAGOGIQUE ADDIE (BASQUE , 2017, RÉF. 107).

La première est la phase d'Analyse, qui permet de récolter les données nécessaires à l'élaboration, comme le contexte dans lequel s'inscrit le programme mais également les besoins ou demandes spécifiques en formation.

La deuxième phase est la phase de Design, elle correspond à l'élaboration, à la conception de l'architecture du programme de formation. C'est aussi durant cette phase que seront définis les objectifs pédagogiques.

Ensuite vient la phase de Développement qui correspond à la construction des outils nécessaires. En l'occurrence, dans un programme de formation utilisant la simulation, c'est la phase de création des ateliers.

La quatrième phase est l'Implémentation de la formation. Cette phase peut éventuellement être précédée d'une phase de test, qui permettra de réaliser certains ajustements.

La dernière phase est l'Évaluation. Elle permet d'évaluer l'impact du programme sur les apprenants, via par exemple des tests de performance ou d'auto-évaluation. Mais cette phase permet aussi d'évaluer le programme lui-même, par exemple en réalisant des études de satisfaction ou des audits par des experts.

Les travaux que nous allons présenter se sont attachés à répondre au premier point de ce modèle de conception : la phase d'Analyse. En effet, l'objectif de ce travail est double. Tout d'abord, dresser un état des lieux des apprentissages, en particulier chirurgicaux, au cours de la spécialisation en ORL du point de vue des apprenants. Et ensuite, mettre en évidence les facteurs qui ont un impact significatif sur les qualités chirurgicales procédurales en utilisant une échelle validée, et étudier l'impact éventuel de l'utilisation de la simulation sur ces facteurs.

Des travaux ultérieurs permettront de répondre aux points suivants afin de se rapprocher le plus possible d'un modèle de conception efficace et crédible.

PRÉSENTATION DES TRAVAUX

ENT SURGICAL TRAINING IN 2018: NATIONAL CROSS-SECTIONAL STUDY

Reference: F. Rogister, S. Camby, E. Ansari, P. Lefebvre, A.-L. Poirrier, B-ENT, 2019, 15, 77-84

Ce travail a été présenté en poster lors du « spring meeting » de la société Belge d'ORL à Bruxelles en avril 2019 et a été publié dans la revue à comité de lecture B-ENT.



B-ENT, 2019, 15, 77-84

ENT surgical training in 2018: national cross-sectional study

F. Rogister, S. Camby, E. Ansari, P. Lefebvre, A.-L. Poirrier

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, University Hospital of Liege, Belgium

Key-words. Surgical training; clinical competence; ENT trainee; skills improvement

Abstract. *Objectives:* This study aimed to inventory current practical training from the surgical trainee point of view, identifying strengths and gaps in current training and potential tools to be developed.

Methodology: We conducted a broad national survey among ENT Belgian trainees from all universities in the country. The questions included self-assessment, training objectives, training quality, and training tools.

Results: Of 94 trainees contacted, the overall response rate was 59.5%. Of these, 35.7% evaluated their level of overall surgical competence at 3/5 compared to ideal mastery. More than half (55%) of respondents did not know the training objectives and 73% did not know the basic surgical procedures that a qualified ENT surgeon should be able to perform. The main mode of learning (41%) was the observation of a senior and repetition under supervision (companionship). The results showed mainly logistical and economic drawbacks that seem largely actionable using learning methods based on implementing organized training sessions, associated with different learning tools such as surgical and procedural simulation. Some of these are already available in Belgium but remain difficult to access or develop.

Conclusion: This study revealed real demand and motivation from trainees and could serve as a basis for a teaching scheme to improve skills and confidence of future surgeons. Additional studies are needed to identify the most effective ways for implementing this type of teaching within the constraints of the surgical curriculum and teaching hospital resources.



Introduction

The complementary master's degree curriculum in ENT surgery is currently spread over at least 5 years in Belgium after completion of medical school and varies from 4 to 5 years in other European countries.^{1,2} During this period, a physician in training must acquire both theoretical knowledge and technical skills. In addition, education is only a small part of the lives of these doctors, whom hospitals employ to undertake day-to-day clinical responsibilities. These clinicians staff services round the clock and rotate among hospitals every 6–12 months. Learning and assessment methods are not standardized and remain heterogeneous across the European Union.^{1,2} Because learning is focused on the patient, it is based mainly on observation and progressive companionship, as for other surgical specialties.² However, ideal training conditions based on companionship or apprenticeship seem to be realized rarely because of logistical, economic,

and temporal reasons, which can lead to frustration and disappointment.^{2,3,4} The first challenge is ethical: direct patient contact is needed to train surgeons, but patients expect their surgeries to be performed only by experienced surgeons. The second challenge is logistical with the development of increasingly complex surgical techniques to be taught without lengthening the duration of trainings. Studies on surgical training quality have already been conducted in different disciplines and countries, mainly in urology,^{5,6} gynecology,⁷ and gastrointestinal surgery.³ These investigations have revealed the generalized nature of such issues, reporting varying degrees of dissatisfaction during training that seems to diminish with increasing experience.² In a broad European study published by Oker et al. in 2017, satisfaction with training, including support and guidance from seniors, was lowest in Italy. In Belgium, gaps were identified between the quality of teaching and feedback from seniors as well as the apprenticeship. The highest

Conflict of interest: the authors have no conflict of interest to declare.



satisfaction with training was reported in France and Spain, followed by Austria. Thus, the European countries varied in terms of the analysed features.² Solutions proposed in the literature are based on cadaveric dissection or virtual simulation, synthetic laboratories or situations, and communication exercises, associated with debriefing sessions involving regular feedback.⁷⁻⁹ In this study, we aimed to develop an inventory of current practical training from the Belgian trainee point of view, identifying strengths and gaps in current training and potential tools to be developed.

Material and methods

We conducted a broad national survey of the Belgian trainee population from all universities in the country. We constructed an online survey (*Google Forms*[®]) translated into French, English, German, and Dutch and sent it to all listed Belgian trainees (N=94) available at the official repertoire via their official email addresses. To increase the response rate, we also contacted the association of Belgian residents in otolaryngology (VA-NKO) and provided access via QR codes to be scanned by smartphones at several Belgian congresses. Participation was voluntary, and doctors in training returned the survey anonymously. The questionnaire stated that answering (or not) the questions would not alter a trainee's university or hospital relationships.

The survey consisted of 25 questions about trainees' perception of their surgery practical teaching, divided into five categories: general candidate data, candidate self-assessment, evaluation of training objectives, training quality, and training tools. Each category is detailed separately in the results section (<https://goo.gl/forms/ij5uil8XBIC8ci112>). Quantitative and qualitative data were grouped and analysed using *Google Forms*[®] software. Statistical analysis was carried out using the "R commander" software.

Results

General data

The overall participation rate was 59.5%, with a better rate among southern universities (76% versus 43% response rate for northern institutions; Table 1). There was a large female predominance

in all universities (73%). The most represented university networks were the Catholic University of Louvain (19.64%), followed by the University of Liège and University of Brussels (17.8% and 16%, respectively) in the southern part and Catholic University of Leuven (25%), followed by the University of Ghent (12.5%) in the northern part. The main areas of interest reported were rhinology-allergology and sinus surgery (71.4%), followed by laryngology and head-and-neck surgery (57%), paediatric ENT (37.5%), and paediatric oto-vestibulology (37.5%). The vast majority of trainees did not engage in any research activity in Belgium (78%). According to the trainees, the three qualities most sought after in a clinical trainee are reliability and involvement (punctuality, availability, profitability), 91%; practical skills (procedural, ambulatory and surgical), 80%; and relational skills (within the team and with patients), 64.5%. Only 37.5% and 16%, respectively, cited theoretical and scientific knowledge as important. Responses from the northern and southern parts of the country were similar.

Self-assessment

Answers to this section depended on the training year, and showed a large range: 35.7% evaluated their level of overall surgical competence at 3/5 (on a 5-step scale) compared to what they viewed as an ideal mastery. Another 26% evaluated their level at 2/5; 19% put it at 1/5, and 17% at 4/5 (Table 2). Their assessment of their degree of autonomy regarding the surgical management of an urgent case was heterogeneous and also depended on the year of training. Communication skills were favourably rated; 62.5% rated themselves as 4/5 for patient communication and 46.43% as 4/5 for communicating with the medical team.

Training objectives

More than half (55%) of trainees did not know the training objectives according to their internship logbook (Table 3). More than half (73%) also did not know the basic surgical procedures that an ENT should be able to perform alone at the end of training. Most of them never received any form of information regarding these training objectives and did not base their objectives on items described in the internship logbook.

Table 1
ENT training in Belgium in 2018: summary of data from a national audit

| General data | | n | % |
|----------------------|---|----|-------|
| Sex | M | 15 | 26.79 |
| | F | 41 | 73.21 |
| Training level | 1st year | 10 | 17.86 |
| | 2nd year | 12 | 21.43 |
| | 3rd year | 10 | 17.86 |
| | 4th year | 14 | 25.00 |
| | 5th year | 8 | 14.29 |
| Home university | University of Liège | 10 | 17.86 |
| | Catholic University of Louvain | 11 | 19.64 |
| | University of Brussels | 10 | 17.86 |
| | Catholic University of Leuven | 14 | 25.00 |
| | University of Ghent | 7 | 12.50 |
| | University of Antwerp | 2 | 3.57 |
| | Vrije Universiteit Brussel | 2 | 3.57 |
| Field of interest | Laryngology – head and neck surgery | 32 | 57.14 |
| | Rhinology–allergology – face and sinus surgery | 40 | 71.43 |
| | Otology–vestibulology | 21 | 37.50 |
| | Paediatric ENT | 21 | 37.50 |
| | Sleep apnoea | 1 | 1.79 |
| | All fields | 1 | 1.79 |
| Research activity | No | 43 | 78.18 |
| | Yes | 12 | 21.82 |
| Most required skills | Theoretical knowledge | 21 | 37.50 |
| | Reliability and commitment (punctuality, availability, profitability) | 51 | 91.07 |
| | Practical skills (procedural, ambulatory and surgical) | 45 | 80.36 |
| | Relational skills (within the team and with patients) | 36 | 64.29 |
| | Scientific skills (e.g., research, curiosity, publications) | 9 | 16.07 |

Table 2
Self-assessment of Belgian trainees

| Self-assessment | Mean ± SD |
|---|-------------|
| Overall skills in relation to what is ideal | 2.52 ± 1.01 |
| Current autonomy | 2.59 ± 1.13 |
| Communication skills with medical team | 4.09 ± 0.84 |
| Communication skills with patients | 4.21 ± 0.62 |
| Training quality | 2.60 ± 1.10 |

Quality of training

We obtained highly variable answers regarding the quality of global surgical training in ENT, from 1/5 to 3/5 mainly (on a 5-step scale; Table 4). Practical skills were assessed in a largely mixed way in the operating room, followed by outpatient and inpatient clinics, or were not assessed at all in one third of cases. When these competencies were assessed, trainees did so informally and relatively

Table 3
Training objectives

| Training objectives | n | % |
|---|----|-------|
| Knowledge of internship training objectives | | |
| Yes | 25 | 44.64 |
| No | 31 | 55.36 |
| Knowledge of the basic procedures that a specialist must be able to perform | | |
| Yes | 15 | 26.79 |
| No | 41 | 73.21 |
| Ways objectives are communicated | | |
| Not communicated | 31 | 57.41 |
| Orally | 3 | 5.56 |
| Written (e.g., mail) | 14 | 25.93 |
| Training plan | 4 | 7.41 |
| Website | 2 | 3.70 |

randomly. Of the respondents, 32% said feedback could be found in the internship logbook at the end of the year, 59% had it in informal discussions with the supervisor, and there was no feedback in 23% of cases.

More than half of the doctors in training (54.5%) thought that the distribution of surgical activities was not adapted to the individual level over the entire training period. The other half did not have any suggestions or did not suggest that it could be better. The primary modes of learning in 73% of cases were observation of a senior and repetition with supervision from the senior (companionship). In 69.6% of cases, it was practical work performed outside the parent institution, and 67.8% cited practical work within the institution. Trial-and-error learning remained a training mode in 14.3% of cases.

Training tools

Regarding technical and surgical ENT procedures, more than half of trainees did not have the opportunity to train on anatomical-organic, synthetic, or virtual parts before performing these procedures in patients (Table 5; Fig. 1A). The other portion had access to these tools too rarely and expressed a wish for more training of this type. Most of the simulation experience that trainees had attempted throughout their medical training were dissections on corpses, followed by exercises on mannequins, exercises on anatomical parts, and role play of cases. We found that 10.7% of respondents had never had contact with this type of teaching. Most had had access to a

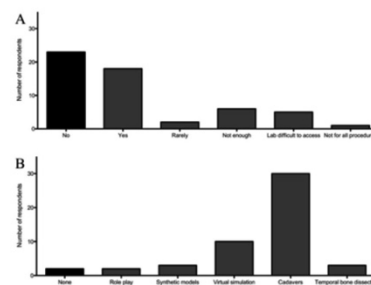


Figure 1

Training tools **A.** Do Belgian trainees have regular access to a lab for training? Almost half of doctors in training had access to a laboratory to learn and practice surgical procedures before performing these procedures in patients, although respondents expressed their wish to have more access to lab-based learning. **B.** On which kind of lab do Belgian trainees have the opportunity to train, if available (more than 1 answer possible)? When available, the most widespread learning modality was a cadaver laboratory. Alternative simulation-based experiential learning was not regularly available, and 16% of respondents had never had contact with this type of teaching.

cadaver dissection laboratory and some to a virtual simulation laboratory; 4.8% had access to a surgical laboratory on synthetic parts; and 3.5% had access to role-playing games with concrete situations (Fig. 1B). A large majority (91%) of respondents believed that a cadaver dissection laboratory was a preferred tool to improve learning, followed by more practical work on 3D synthetic parts, regular debriefing sessions with a supervision team, and better management and distribution of schedules.

Table 4
Training quality according to Belgian trainees

| Training quality | n | % |
|---|----|-------|
| Skills assessment | | |
| Not assessed | 18 | 32.14 |
| In surgery room | 22 | 39.29 |
| At bedside | 4 | 7.14 |
| During patient appointment | 9 | 16.07 |
| On virtual model | 12 | 21.43 |
| Internship book | 9 | 16.07 |
| With staging | 20 | 35.71 |
| Oral adjustments | 1 | 1.79 |
| On corpses | 1 | 1.79 |
| Frequency of assessment | | |
| Never | 18 | 32.14 |
| Randomly | 6 | 10.71 |
| Rarely | 2 | 3.57 |
| Annually | 10 | 17.86 |
| Monthly | 5 | 8.93 |
| Weekly | 6 | 10.71 |
| Daily | 7 | 12.50 |
| Half-yearly | 2 | 3.57 |
| Type of feedback | | |
| No feedback | 13 | 23.21 |
| Informal one-to-one discussion with the supervisor | 33 | 58.93 |
| Oral report provided by one or several supervisors | 7 | 12.50 |
| Delivery of a written report | 3 | 5.36 |
| Via internship book at the end of the year | 18 | 32.14 |
| Group discussion at meetings with various members | 1 | 1.79 |
| Relevance of the individual distribution of surgical activities | | |
| No | 30 | 54.55 |
| Yes | 13 | 23.64 |
| I don't know | 12 | 21.82 |
| Main ways of learning | | |
| Learning alone by trial/error | 8 | 14.29 |
| Observation of a senior and repetition alone | 16 | 28.57 |
| Observation of a senior and repetition supervised by a senior (companionship) | 41 | 73.21 |
| Various courses within my institution | 38 | 67.86 |
| Various exercises outside my institution | 39 | 69.64 |
| Following an oral presentation ex-cathedra, live, or online | 12 | 21.43 |

Half of the respondents (50%) advocated practical work on virtual simulator and podcasts (33%). Some of them (10.71%) also thought that more inter-university exchange would be beneficial. Animal models, role-playing, and practical work on

mannequins seemed less favoured (21.43%, 12.5%, and 19.6%, respectively). Some of the residents (26.8%) also thought that a practical anatomy examination could be beneficial.

Table 5
Training tools available in Belgium

| Training tools | n | % |
|--|----|-------|
| Experience with medical simulation | | |
| Never | 6 | 10.71 |
| Dissection on corpses | 47 | 83.93 |
| Animal dissection with anatomical study, suture exercise, or endoscopic procedures | 4 | 7.14 |
| Resuscitation training on mannequin | 26 | 46.43 |
| Dissection on synthetic part | 9 | 16.07 |
| Virtual/augmented reality | 5 | 8.93 |
| Nursing (blood tests, infusion) | 13 | 23.21 |
| Role play and staging | 13 | 23.21 |
| Simulation on prosthetic models | 1 | 1.79 |
| Dissection at the beginning of medical studies | 1 | 1.79 |
| Team management and communication strategy via scenario | 7 | 12.50 |
| Complementary tools for learning | | |
| Practical work on corpses | 51 | 91.07 |
| Practical work on animals | 12 | 21.43 |
| Practical work with virtual simulation | 28 | 50.00 |
| Practical work on 3D synthetic parts | 26 | 46.43 |
| Practical work with a mannequin | 11 | 19.64 |
| Practical exam on anatomical piece and specific staging | 15 | 26.79 |
| Role play and staging | 7 | 12.50 |
| Podcasts (online video, YouTube, Vimeo, other) | 19 | 33.93 |
| Ex-cathedra courses | 11 | 19.64 |
| Regular debriefing sessions with supervision | 21 | 37.50 |
| Better management and distribution of assistants and schedules of each | 26 | 46.43 |
| More inter-university exchanges | 6 | 10.71 |
| Supervised learning in the operating room (companionship) | 1 | 1.79 |
| Other: better communication of objectives | 1 | 1.79 |

Discussion

Feedback from young doctors across the country indicated a positive response to the development of training tools to improve the surgical training. The main reported weakness in the current training program was a lack of communication, notably regarding training objectives. Our finding is in line with a previous study by Oker and colleagues in 2017.² The main reported strength was the use of alternatives to apprenticeship, with the majority of respondents having access to a cadaver dissection laboratory and some of them to a virtual simulation laboratory.

Several explanations are possible for the apparent contradiction between trainees having

to fulfil a logbook with stated objectives and then having a lack of knowledge about those objectives.

The logbook may not be adapted in the same way to every trainee, depending on the level of training, the hospitals, or the tutors. Some sections of the logbook may remain empty throughout the training because of logistical constraints. Available supervision and clinical activity may also vary from one hospital to another. Respondents pointed out a lack of concrete feedback. Our study highlighted a great variability in support for practical training within the different hospitals, with varying levels of satisfaction depending on the training sites. Differences were not related to the region of the country. Our findings showed that residents in the two linguistic communities of the country have

more in common than differences from each other.

Among the Belgian trainees, we observed that most of them were involved primarily in clinical activities, with few devoting themselves to a research activity. From our survey, technical and communicative capacities were valued comparably to scientific or theoretical performance. No communication difficulties were reported within the teams or with the patients, but the vast majority of trainees did not know the training objectives or the basic surgical procedures that a surgeon must be able to perform at the end of training. According to Bhutta and colleagues, the most important factors that encourage choosing ENT as a career include the variety of operative procedures, work–life balance, inherent interest in this clinical area, and inspirational senior role models. Thus, it seems important to focus on and improve these aspects during the training period.¹⁰

Belgian trainees showed a particular interest in rhinology and cervical and laryngeal surgery, followed by otology and paediatric ENT. To the best of our knowledge, this preference was not published before on a European or international scale, so we cannot speculate about whether it is a general finding or specific to Belgium. Vocations could be inspired by available information, representation of the subspecialty during the training, ease of access to this specific discipline, or role models among supervisors.

In terms of practical learning, the degree of satisfaction of these respondents varies with year of training and the centre concerned. This observation seems homogeneous from one specialty to another, and the comments from our respondents are generally similar to those in other specialties.³ In our study, trainees did not think that surgical activity was adapted to the individual scale through the whole training. Surgical training in Belgium, as elsewhere, is based on the apprenticeship model (observation/repetition), which has limitations in terms of performance learning.^{11,12} Feedback from our respondents indicated that more access to “simulation-based teaching” would be favourable to improve learning, as would access to cadaver, virtual, and synthetic models adapted to targeted surgery, and better logistics for using their time according to a pre-established and tested model. Using simulation makes the initial ramp-up significantly easier, more efficient, and less frightening.^{13,14} Given the scarcity, cost, and relative

unavailability of cadaveric human tissue, physical models and virtual reality simulators have become available during training and beyond.^{12,13,15,16}

Teaching methods based on simulation have proven their efficiency in surgical and practical learning.^{7,9,17} Simulation is not limited to the ENT field and concerns surgical and medical specialties requiring technical skills, as well (e.g., abdominal or thoracic puncture, removal of hematopoietic marrow).^{10,11,18} The proposed solutions are based mainly on various methods of procedural simulation that rely on adapted tools.^{7,8,12,13,19} This field is growing in terms of learning, but most of the available tools have yet to attract interest and find a place in the learning curriculum, as technology should complement rather than replace clinical training.^{8,19}

Conclusion

The results of this national cross-sectional study could assist faculty and students in improving their strengths and tracking the gaps in current ENT training. Logistical and organizational problems, from the trainee perspective, may be related to a lack of structured and pre-established training plans in an era of increasing constraints on time and money. Additional studies are needed to identify the most effective ways of implementing educational tools, such as cadaver dissection and simulation models, within the limitations of the surgical curriculum and teaching hospital resources.

References

1. <http://orluems.com>
2. Oker N, Naif H, Reichelt AC, Herman P, Bernal-Sprekelsen M, Albers AE. European otorhinolaryngology training programs: results of a European survey about training satisfaction, work environment and conditions in six countries. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2017;274:4017-4029.
3. Piessen G, Chau A, Mariette C, Bouillot JL, Veyrie N. Evaluation of training of residents and chief-residents in visceral and digestive surgery in France: results of a national survey. *J Visc Surg.* 2013;150(5):297-305.
4. Okera N, Escabasse V, Coste A, Albers AE. ORL residency in France: Satisfaction and training quality in 2013. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.* 2011;132(6):327-32.
5. du Pouget L, Nouhaud FX, Blah M, Defortescu G, Ndongang M, Grise P, Pfister C. Interest of surgical companionship during the training period of robot-assisted radical prostatectomy. *Prog Urol.* 2017;27(5):297-304.

6. Haraux E, Ravasse P, Sharma D, Canarelli JP, Gouron R, Tillou X. Evaluation of a teaching tool for learning the surgical technique of inguinal orchidopexy. *Prog Urol*. 2016;26(9):507-16.
7. Usami T, Fujioka T, Yoshida A, Miyaue H, Yasuoka T, Uchikura Y, Takagi K, Matsubara Y, Matsumoto T, Matsubara K, Sugiyama T. Assessment of laparoscopic training for gynecological malignancies using Thiel-embalmed human cadavers. *Mol Clin Oncol*. 2018;9(5):511-514.
8. Sonya Malekzadeh. *Simulation in otolaryngology, Otolaryngologic Clinics of North America Volume 50, Number 5*. Elsevier, New-York: 2017.
9. Pirochchai P, Avery A, Laopaiboon M, Kennedy G, O'Leary S. Virtual reality training for improving the skills needed for performing surgery of the ear, nose or throat. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;9(9).
10. Bhutta M, Mandavia R, Syed I, Qureshi A, Hettige R, Wong BY, Saeed S, Cartledge J. A survey of how and why medical students and junior doctors choose a career in ENT surgery. *J Laryngol Otol*. 2016;130(11):1054-1058.
11. Mark S, Ward J, Irias N, Navedo A, Pollart J, Weinstock PH. Using Medical Simulation to Teach Crisis Resource Management and Decision-Making Skills to Otolaryngology Housestaff. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011;145(1):35-42.
12. Glaser B, Schellenberg T, Koch L, Hofer M. Design and evaluation of an interactive training system for scrub Nurses. *Int J Nurs*. 2016;11:1527-1536.
13. Shafiq Z, Mufti TS, Qayum I. Role of clinical skill centre in undergraduate medical education: Initial experience at Rehman Medical College Peshawar. *J Pak Med Assoc*. 2017;67(1):73-76.
14. Abou-Elhamd KA, Rashad UM, Al-Sultan AI. Applying problem-based learning to otolaryngology teaching. *J Laryngol Otol*. 2011;125(2):117-120.
15. George AP, De R. Review of temporal bone dissection teaching: how it was, is and will be. *J Laryngol Otol*. 2010;124:119-125.
16. Marglani O, Alherabi A, Al-Andejani T, Javer A, Al-Zalabani A, Chalmers A. Development of a tool for Global Rating of Endoscopic Surgical Skills (GRESS) for assessment of otolaryngology residents. *B-ENT*. 2012;8(3):191-195.
17. Al-Qahtani KH, Alkhalidi AM, Islam T. Tool for assessing surgical tracheostomy skills in otolaryngology residents. *B-ENT*. 2015;11(4):275-280.
18. Bakker NH, Fokkens WJ, Grimbergen CA. Investigation of training needs for Functional Endoscopic Sinus Surgery. *Rhinology*. 2005;43:104-108.
19. Smith ME, Trinidad A, Tysome JR. The ENT boot camp: an effective training method for ENT induction. *Clin Otolaryngol*. 2016;41(4):421-424.

Dr. Florence Rogister, MD,
 ENT department,
 University Hospital of Liege,
 Sart-Tilman B35,
 4000 Liege, Belgium.
 Phone +3243667269.
 Fax +3243667525.
 E-mail: frogister@student.uliege.be

USE OF VANDENBERG AND KUSE MENTAL ROTATION TEST TO PREDICT PRACTICAL PERFORMANCE OF RHINOSINUS ENDOSCOPIC SURGERY

Référence : Rogister F, Pottier L, El Haddadi I, Monseur J, Donneau AF, Diep AN, Camby S, Defaweux V, Bonnet P, Tombu S, Lefebvre P, Poirrier AL. Ear Nose Throat J. 2021

Ce travail a été présenté sous forme de poster lors du spring meeting de la Societe Belge d'ORL en mars 2021. Il a été publié dans la revue à Comité de lecture Ear, Nose & Throat Journal

Use of Vandenberg and Kuse Mental Rotation Test to Predict Practical Performance of Sinus Endoscopy



Florence Rogister, MD¹, Laurence Pottier, MD¹, Ilyas El Haddadi, MD¹, Justine Monseur, MSc², Anne-Françoise Donneau, MSc, PhD², Anh Nguyet Diep, MSc, PhD², Séverine Camby, MSc¹, Valérie Defaweux, MD, PhD³, Pierre Bonnet, MD, PhD³, Sophie Tombu, MD¹, Philippe Lefebvre, MD, PhD¹, and Anne-Lise Poirrier, MD, PhD¹

Abstract

Objectives: The aim of this study was to assess the predictive value of the Vandenberg and Kuse Mental Rotation Test (MRT) on performance of novice medical students for manipulation of a nasal endoscope on a cadaveric model. **Material and Method:** We randomly selected 39 medical students who had never handled a nasal endoscope and subjected them to the MRT. General information including experience in manual, technical, or surgical activities and testing of anatomical knowledge were collected to exclude possible confounding factors. They were then asked to perform series of cadaveric model exercises using a nasal endoscope. Their cadaver performance was evaluated by 2 blinded observers, using a standardized scale. **Results:** We found that medical students with higher mental rotation skills had significantly increased endoscopic sinus performance ($P = .0002$ using multivariate regression adjusted for specialty choice, previous surgical exposure, and anatomy knowledge). Higher anatomy knowledge was also associated with better endoscopic sinus performance ($P = .0141$). Other parameters had no impact on endoscopic sinus performance measured by the endoscopic scale ($P > .05$). **Conclusion:** The score obtained on the MRT was correlated with the practical performance of manipulating the nasal endoscope in cadaver. It could therefore be a useful spatial ability tool for directing targeted training in rhinology.

Keywords

endoscopic sinus surgery, surgical training, visuospatial ability, cognitive training, anatomy learning

Introduction

Practical training in endoscopic sinus surgery mainly relies on companionship, anatomic knowledge, and complex coordination of hands movements with depicted endoscopic visualization on a screen in a compact 3-dimensional space.¹ Advances have been made in the development and validation of educational tools to assess surgical skills in Otolaryngology–Head & Neck Surgery.²⁻⁴ The objective structured assessment of technical skills proposed by Reznick et al is the main reference in that field and many similar assessment tools have been developed and validated for operative procedures in other surgical specialties.^{2,3} Indeed, objective assessment of a trainee's abilities and progress in learning surgical skills would allow to

focus on specific areas of needed improvement and remediation, thus improving teaching methods.²⁻⁵ Regarding spatial abilities, Vandenberg and Kuse's Mental Rotation Test (MRT)

¹ Department of Otorhinolaryngology, University Hospital of Liège, Belgium

² Biostatistics Unit, Department of Public Health, University of Liège, Belgium

³ Department of Anatomy, University Hospital of Liège, Belgium

Received: February 04, 2021; revised: February 04, 2021; accepted: February 15, 2021

Corresponding Author:

Florence Rogister, MD, University Hospital of Liège, ENT department, Avenue de L'Hôpital 1, Liège 4000, Belgium.

Emails: florence.rogister@chuliege.be; frogister@student.ulg.ac.be



Creative Commons Non Commercial CC BY-NC: This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits non-commercial use, reproduction and distribution of the work without further permission provided the original work is attributed as specified on the SAGE and Open Access pages (<https://us.sagepub.com/en-us/nam/open-access-at-sage>).

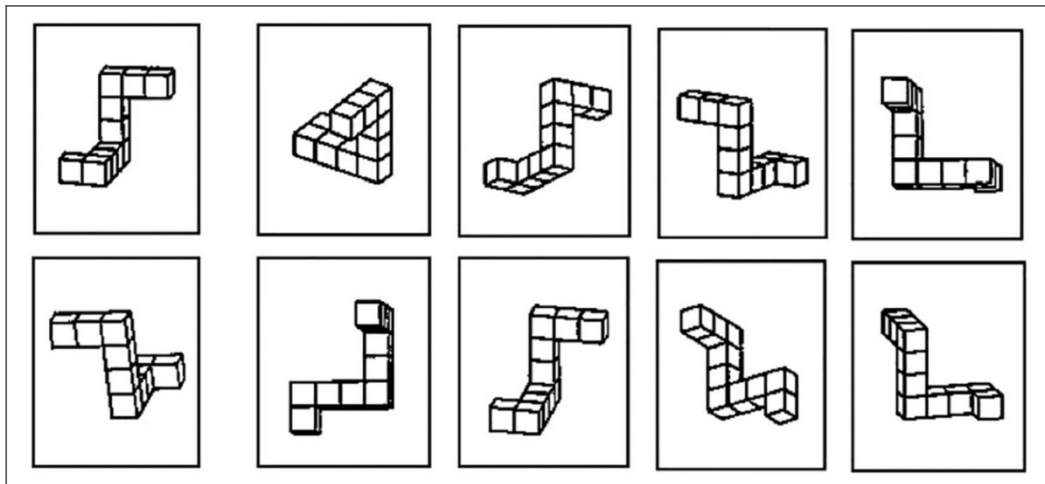


Figure 1. Examples of items with drawings of 3-dimensional geometrical figures. Each Mental Rotation Test (MRT) item consists of a row of 5-line drawings, including a target figure in the left position followed by 4 choice figures. The patient's task is to indicate which of the 4 response-choice figures are rotated reproductions of the left figure.

is one of the most widely used tools.⁶⁻⁹ It conventionally consists of 24 points representing 2-dimensional drawings of 3-dimensional geometrical figures. These drawings were adapted by Vandenberg and Kuse from the original studies of Shepard and Metzler^{7,8} on mental rotation. Each point consists of a row including a reference figure in the left position followed by 4 figures: two of them are rotated reproductions of the left figure and 2 are figures of different structure (Figure 1). The patient's aim is to identify correct reproductions of the reference figure.⁶ This test has already proven its interest in different fields such as aeronautics¹⁰ or different medical fields including anatomy learning, abdominal endoscopic surgery, urology, robotic surgery, anesthesiology, and health simulation.¹¹⁻¹⁷ In 2018, Vajsbaher et al showed that spatial cognition was found to play an important role in minimal invasive surgery, with mental rotation showing a specific significance.¹⁸ Numerous references in the literature also report relation between space performance and gender.^{6-9,19-21} To our knowledge, there are no studies evaluating the applicability of this tool in the evaluation of performance in nasal endoscopy. The aim of this study was therefore to demonstrate the predictive interest of the MRT on the practical performance of novice students on a cadaveric model using a standardized scale.¹

Material and Method

This prospective cohort study evaluated mental rotation skills of 39 inexperienced medical students and their endoscopic sinus performance in the cadaver lab of our University Hospital.

We recruited randomly volunteers who had never handled a nasal endoscope. Informed consent to the study purpose and the

terms contained in a General Data Protection Regulation form was obtained from each patient. They were then summoned for a session where they were firstly submitted to the MRT and then were asked to perform simple exercises using a nasal endoscope on a cadaveric model. Before participating in this session, they were subjected to a survey aimed at defining their general profile: age, sex, prospective surgical orientation for residency, previous surgical clerkship, endoscopic general surgery exposure, sinus surgery exposure, endoscope handling experience, technical procedure experience, last year of medical school, manual hobby, job as student tutors, scrub into operative cases experience, surgical simulator experience, and videogame use. In addition, they were tested for rhinosinusal anatomy to complete the exclusion of possible confounding factors.

The cadaver performance was measured with a standardized scale to evaluate movement in the 3 planes of space, precision of gesture, and dexterity. We used an adapted version of the 7-point scale established by Lindquist et al¹, adapted from Laeeq et al.¹⁻³ This is a standardized Global Rating Scale (GRS) using a 5-point Likert-type scale, adapted from Laeeq et al, and published in 2019 in the Ear, Nose and Throat journal for the evaluation of Simulator-Based Teaching Methods of endoscopic sinus surgery. This scale includes different dimensions allowing for the measurement of the installation and the setting up of the equipment, the control of the camera manipulations, the quality of the exposure, the tremors, the control of hands movements, the overall quality of the manipulations, and the completion of the requested task. The overall score is calculated as the sum of the scores from the 7 subdimensions. This scale was tailored to correspond to the clinical imperatives we are confronted with in our daily reality. Tasks to perform on

cadavers were basic to photograph the piriform aperture with the camera, to photograph the nasopharynx, to touch the middle turbinate's head with a surgical instrument, to touch the lower turbinate's head with a surgical instrument, to place a swab in the nasopharynx and to remove of it, to place a swab in the middle meatus and to remove it, to photograph the maxillary sinus, and to place a swab in the maxillary sinus and to remove it. Performance was assessed by 2 senior rhinologist surgeons blinded to the MRT results and to each other.

Regarding the data analysis, first of all interrater agreement was assessed by 2-way mixed intraclass correlation coefficients (ICC) for the 7 dimensions and total scores of the Lindquist's scales. To facilitate the evaluation, sessions were video recorded for each participant. The distribution of quantitative variables was investigated numerically and graphically. Shapiro-Wilk normality test completed this normality investigation. Quantitative variables were summarized by using median and interquartile range (P25-P75), whereas qualitative variables were described with frequency and percentage. In order to detect potential confounding factor, association between student's characteristics and MRT were tested using Spearman test for quantitative characteristics and using Mann-Whitney *U* test for qualitative characteristics. In a first step, association between MRT and sinus endoscopic performance was tested using Spearman's correlation test. In a second step, univariate tests—Spearman's correlation coefficient for quantitative variable and Mann-Whitney *U* test for qualitative variable—were performed between student's characteristics, mental rotation skills, and anatomic knowledge and endoscopic sinus performance score by Lindquist's scale. Finally, multivariate regressions included significant factors in univariate analysis were applied to determine parameters that influence endoscopic sinus performance scored by the Lindquist's scale and mental rotation skills. Statistical analysis was conducted using SAS 9.4 software. Result was considered significant at the uncertainty level of 5% ($P < .05$).

In this study, we made the hypotheses that MRT is significantly correlated with the 7 dimensions of the scale and that the total score/MRT is a significant predictor of the 7 dimensions and the total scores adjusted for other confounding factors.

Results

Interrater Agreement

Two independent observers evaluated the performance of the students based on the 7 dimensions of the Lindquist scale. Two-way mixed ICCs absolute agreement, revealed almost excellent interrater agreement for all of the dimensions (ICCs > 0.9), except for the task completion (ICC = 0.886). The 2 judges were also strongly in agreement with each other regarding the total scores, which were the sum of the 7 dimensions (Table 1). On this basis, the final scores of performances were calculated for each student by taking the mean of the scores given by the 2 observers.

Table 1. Interrater Agreement by 2-Way Mixed Intraclass Correlation Coefficients (ICCs) for the 7 Dimensions and Total Scores of the Lindquist's Scale.

| Lindquist scale | Two-way mixed ICC (absolute agreement) | 95% CI |
|-----------------|--|-------------|
| Setup | 0.926 | 0.859-0.961 |
| Camera | 0.937 | 0.879-0.967 |
| Exposure | 0.956 | 0.913-0.977 |
| Tremor | 0.983 | 0.967-0.991 |
| Motion flow | 0.938 | 0.881-0.967 |
| Handling | 0.942 | 0.885-0.970 |
| Task | 0.886 | 0.779-0.941 |
| Total score | 0.978 | 0.958-0.988 |

Table 2. Endoscopic Sinus Skills Scored by Lindquist Scale and Results of the Mental Rotation Test (MRT).

| Lindquist scale | N | Median (P25-P75) |
|----------------------|----|---------------------|
| Total score | 39 | 18.50 (16.50-20.50) |
| Setup | 39 | 3.00 (2.50-3.00) |
| Camera | 39 | 2.00 (2.00-3.00) |
| Exposure | 39 | 2.00 (2.00-3.00) |
| Tremor | 39 | 3.00 (2.00-4.00) |
| Motion flow | 39 | 2.00 (2.00-3.00) |
| Handling | 39 | 2.50 (2.00-3.00) |
| Task | 39 | 3.50 (3.00-4.00) |
| Mental rotation test | 39 | 4.0 (3.0-6.0) |

Univariate Analysis

Endoscopic sinus skills scored by Lindquist scale, MRT results, demographics, education, and training history are summarized in Tables 2 and 3. In order to uncover potential confounding factors, association between each baseline parameter and MRT (Table 3) and association between each baseline parameter and endoscopic performance scored by Lindquist scale (Table 4) were screened by univariate analysis. None of the potential confounding factors did reach significance to influence MRT scores. Mental Rotation Test scores were homogeneously distributed across participants' baseline characteristics ($P > .0500$).

Mental Rotation Test scores were significantly associated with the endoscopic performance on a cadaveric model ($P = .0251$). Thus, the higher the mental rotation capacity, the higher the endoscopic score tended to be ($r = 0.3580$). However, higher anatomy knowledge, surgical orientation, surgical clerkship, and sinus surgery experience were also associated with better endoscopic sinus performance on the Lindquist scale (Table 4). These significant factors for endoscopic performance were introduced into a multivariate regression model modeling the overall score.

Multivariate Analysis

Medical students with higher mental rotation skills had significantly increased endoscopic sinus performance measured by

Table 3. Demographics, Education, and Training History of the Participants.^{a,b}

| Participants' characteristics | N | Number (%), Median (P25-P75) | MRT, Median (P25-P75) | Spearman's coefficient | P value |
|---|----|------------------------------|-----------------------|------------------------|---------|
| Age (year) | 39 | 23.0 (22.0-25.0) | | -0.25 | .1243 |
| Sex | 39 | | | | |
| Male | | 16 (41.0) | 5 (4-8) | | .0596 |
| Female | | 23 (59.0) | 4 (3-5) | | |
| Orientation for residency | | | 4 (3-8) | | |
| Surgery-oriented | 27 | 12 (44.4) | 4 (2-5) | | .3850 |
| Not surgery-oriented | | 15 (55.6) | | | |
| Previous surgical clerkship | | | | | |
| Yes | 30 | 18 (60.0) | 4 (2-6) | | .5589 |
| No | | 12 (40.0) | 4 (3.5-4.5) | | |
| Previous endoscopic surgery exposure | | | | | |
| Yes | 39 | 31 (79.5) | 4 (2-6) | | .6212 |
| No | | 8 (20.5) | 4 (4-5) | | |
| Previous sinus surgery exposure | | | | | |
| Yes | 39 | 6 (15.4) | 4 (3-7) | | .7974 |
| No | | 33 (84.6) | 4 (3-5) | | |
| Previous endoscope handling experience | | | | | |
| Yes | 39 | 5 (12.8) | 5 (4-9) | | .2962 |
| No | | 34 (87.2) | 4 (3-5) | | |
| Previous technical procedure experience | | | | | |
| Yes | 39 | 24 (61.5) | 4 (2.5-5.5) | | .6925 |
| No | | 15 (38.5) | 4 (3-6) | | |
| Level of medical training | | | | | |
| Last year of medical school | 39 | 5 (12.8) | 4 (4-5) | | .7817 |
| Other year of medical school | | 34 (87.2) | 4 (3-6) | | |
| Practicing manual hobbies | | | | | |
| Yes | 39 | 16 (41.0) | 4 (4-6.5) | | .0900 |
| No | | 23 (59.0) | 4 (2-5) | | |
| Job as student tutor experience | | | | | |
| Yes | 39 | 18 (46.2) | 5 (3-7) | | .0863 |
| No | | 21 (53.8) | 4 (3-4) | | |
| Surgical assistance experience | | | | | |
| Yes | 39 | 15 (38.5) | 3 (2-7) | | .1553 |
| No | | 24 (61.5) | 4 (4-5.5) | | |
| Surgical simulator experience | | | | | |
| Yes | 39 | 6 (15.4) | 4 (3-5) | | .8434 |
| No | | 33 (84.6) | 4 (3-6) | | |
| Video gamers | | | | | |
| Yes | 39 | 10 (25.6) | 4 (3-5) | | .9740 |
| No | | 29 (74.4) | 4 (3-6) | | |
| Anatomy test result | 39 | 7.0 (5.0-8.0) | | 0.094 | .5703 |

Abbreviation: MRT, Mental Rotation Test.

^an = 39.^bIn order to uncover potential confounding factors, association between the results of the Mental Rotation Test and each of these parameters is presented by the P value obtained by univariate analysis. None of these potential confounding factors did reach significance. Mental Rotation Test scores were homogeneously distributed across participants' baseline characteristics ($P > .05$).

the Lindquist scale ($R^2 = 0.797$; $P = .0002$, using multivariate regression adjusted for specialty choice, previous surgical exposure, and anatomy knowledge). Higher anatomy knowledge was also associated with better endoscopic sinus performance ($P = .0141$). Other parameters had no impact on endoscopic sinus performance measured by the Lindquist scale ($P > .0500$, Table 5).

Subanalysis of the 7 subdimensions of the Lindquist scale is presented in Table 6. Results of the MRT were significantly

associated with some of the subdimensions of the Lindquist scale. Thus, the higher the score on the MRT, the higher the score obtained for the quality of exposure ($r = 0.516$, $P = .0008$). The same was found for the scores obtained for the motion flow ($r = 0.395$, $P = .0128$) and for the completion of the task ($r = 0.444$, $P = .0047$). The scores obtained for the equipment setup, for the camera handling, for the control of tremors, and for the quality of the manipulations were not significantly associated with the results of the MRT ($P > .05$).

Table 4. Univariate Analysis Screening for the Association Between Baseline Characteristics of the Participants and Their Endoscopic Performance on the Total Lindquist Score.^a

| Patients' characteristics | N | Lindquist score, Median (P25-P75) | Pearson's coefficient | P value |
|---|-----|-----------------------------------|-----------------------|---------|
| Age (years) | 39 | 18.50 (16.50-20.50) | 0.313 | .0526 |
| Sex | | | | |
| Male | 16 | 19.75 (17.25-22.50) | | .0630 |
| Female | 23 | 18.00 (15.50-20.00) | | |
| Orientation for residency | | | | |
| Surgical oriented | 12 | 22.50 (18.75-25.00) | | .0278 |
| Not surgical oriented | 15 | 19.00 (16.50-20.50) | | |
| Previous surgical clerkship | | | | .0139 |
| Yes | 18 | 20.25 (19.00-22.50) | | |
| No | 12 | 17.00 (16.25-18.75) | | |
| Previous endoscopic surgery experience | 318 | | | .2503 |
| Yes | | 19.00 (17.00-22.00) | | |
| No | | 17.50 (15.75-19.25) | | |
| Previous sinus surgery experience | | | | .0320 |
| Yes | 6 | 21.25 (19.00-24.00) | | |
| No | 33 | 18.00 (16.50-20.50) | | |
| Previous endoscope handling experience | | | | .1098 |
| Yes | 5 | 20.50 (19.50-26.00) | | |
| No | 34 | 18.25 (16.50-20.50) | | |
| Previous technical procedure experience | | | | .1652 |
| Yes | 24 | 19.75 (16.75-22.50) | | |
| No | 15 | 18.00 (16.00-19.00) | | |
| Level of medical training | | | | .4119 |
| Last year of medical school | 5 | 19.50 (18.00-20.50) | | |
| Other year of medical school | 34 | 18.50 (16.50-20.50) | | |
| Practicing manual hobbies | | | | .2242 |
| Yes | 16 | 19.00 (17.50-22.00) | | |
| No | 23 | 18.00 (15.50-20.50) | | |
| Job as student tutor experience | | | | .7243 |
| Yes | 182 | 18.75 (17.00-20.50) | | |
| No | 1 | 18.50 (16.50-20.50) | | |
| Surgical assistance experience | | | | .0085 |
| Yes | 15 | 20.50 (19.00-23.50) | | |
| No | 24 | 17.50 (16.25-19.00) | | |
| Surgical simulator experience | | | | .4828 |
| Yes | 6 | 19.75 (18.50-20.50) | | |
| No | 33 | 18.00 (16.50-20.50) | | |
| Video gamers | | | | .2209 |
| Yes | 10 | 20.25 (16.50-22.50) | | |
| No | 29 | 18.00 (17.00-20.00) | | |
| Mental Rotation Test | 39 | | 0.358 | .0251 |
| Anatomy test | 39 | | 0.458 | .0034 |

^an = 39.

Discussion

Increased mental rotation ability was associated with enhanced technical performance in a sinus endoscopy cadaver test, even after multivariate regression adjusted for specialty choice, previous surgical exposure, and anatomy knowledge. Although our study did not identify confounding parameters influencing the MRT result, anatomical knowledge was the other parameter associated with better endoscopic score. Anatomical knowledge therefore appeared to be as important as spatial orientation skills.

This study is contemporary with increased pressure on doctors and hospitals to prove the safety and competence of practitioners at different levels of patient care. It is in this context that various stakeholders such as accreditation and licensing bodies, as well as the public body that funds medical trainees in particular, are increasingly demanding objectivity in terms of measuring competence, especially procedural performance, before allowing procedures on patients. This study identified a tool that can be used to assess psychomotor skills performance. So far, available evidences concerned 2 main tools: the 7-item GRS and the Procedure-Based Assessment.¹³ Some authors

Table 5. Multivariate Regression Modeling the Total Lindquist Score as a Function of the Univariate Significant Parameters— $R^2 = 0.797$.^a

| Students-related factors | Multivariate regression coefficients \pm standard errors | P value |
|------------------------------------|--|---------|
| Surgical orientation for residency | 2.724 \pm 1.298 | .0521 |
| Previous surgical clerkship | 1.142 \pm 1.568 | .4770 |
| Previous sinus surgery experience | -1.304 \pm 1.357 | .3510 |
| Surgical assistance experience | 0.448 \pm 1.420 | .7565 |
| Mental Rotation Test | 0.952 \pm 0.202 | .0002 |
| Anatomy test | 0.719 \pm 0.261 | .0141 |

^an = 23.**Table 6.** Multivariate Correlation Between the Mental Rotation Test Results and the Total Lindquist Score as Well as the Individual Dimensions of the Lindquist's Scale.^a

| Lindquist's scale dimension | Coefficient | P value |
|-----------------------------|-------------|---------|
| Total score | 0.358 | .0251 |
| Setup | 0.155 | .3472 |
| Camera | 0.297 | .0664 |
| Exposure | 0.516 | .0008 |
| Tremor | 0.274 | .0915 |
| Motion flow | 0.395 | .0128 |
| Handling | 0.172 | .2962 |
| Task | 0.444 | .0047 |

^an = 39.

reported outcomes from a redrawn version of the MRT and for alternate versions of the test.⁷⁻¹⁰ Some studies showed high variability within medical disciplines and provided evidence for differences in profiles between surgical and medical specialties.²²⁻²⁵ Our findings were in line with previous reports demonstrating that mental rotation skills may predict novice performance of surgical tasks.¹⁴⁻¹⁷ The findings did predict initial endoscopic sinus skills; however, they did not predict the ability to learn endoscopic skills. This is paramount as many skills are teachable and the MRT test alone cannot be used as a screen for an applicant's ability to perform endoscopic sinus surgery.

In the literature, it also appears that males perform better than females on MRT, and physical sciences students perform better than social sciences students.⁹ However, training has a significant effect on the evolution of test results and seems to erase this gender difference.⁹ Our study did not find this gender difference, which may be due to the small number of participants which is the main limitation of our study. Our study was limited to naive medical students and their endoscopic performance; therefore, our findings cannot directly be generalized to more experienced surgeons. The lack of correlation with almost all of the other variables except for the MRT also deserves more deliberate discussion and consideration in future study designs. It would therefore be useful to conduct this study on a larger sample by employing an experimental design on a

surgical learning model in order to measure changes in MRT scores and other variables. We hypothesize that several variables would predict and identify possible learning difficulties and could allow for closer companionship, including adapted surgical training in targeted surgical trainees.

Conclusion

The score obtained on the MRT was significantly correlated with the practical performance of manipulating the nasal endoscope in surgery. Mental Rotation Test was significantly correlated with the 7 dimensions of the endoscopic scale even when adjusted for confounding factors. It could, therefore, be a useful tool for educational purposes for candidates specializing in rhinology, helping to predict initial endoscopic sinus skills and to identify possible learning difficulties. It would allow for closer companionship, including adapted surgical training in targeted surgical trainees.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

ORCID iD

Florence Rogister, MD  <https://orcid.org/0000-0002-9483-6495>
 Anh Nguyen Diep  <https://orcid.org/0000-0001-5134-3220>

References

- Lindquist NR, Leach M, Simpson MC, Antisdell JL. Evaluating simulator-based teaching methods for endoscopic sinus surgery. *Ear Nose Throat J*. 2019;98(8):490-495. doi:10.1177/0145561319844742. PMID: 31018690.
- Laeq K, Waseem R, Weatherly RA, et al. In-training assessment and predictors of competency in endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope*. 2010;120(12):2540-2545. doi:10.1002/lary.21134. PMID: 21082748.
- Reznick RK. Teaching and testing technical skills. *Am J Surg*. 1993;165:358-361.
- Jelovsek JE, Kow N, Diwadkar GB. Tools for the direct observation and assessment of psychomotor skills in medical trainees: a systematic review. *Med Educ*. 2013;47(7):650-673. doi:10.1111/medu.12220. PMID: 23746155.
- Yamauchi Y, Yamashita J, Morikawa O, et al. Surgical skill evaluation by force data for endoscopic sinus surgery training system. MICCAI 2002, LNCS 2488, 44-51;2002.
- Caissie AF, Vigneau F, Bors DA. What does the mental rotation test measure? An analysis of item difficulty and item characteristics. *Open Psychol J*. 2009, 2, 94-102.
- Vandenberg SG, Kuse AR. Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization. *Percept Mot Skills*. 1978;47(2):599-604. doi:10.2466/pms.1978.47.2.599. PMID: 724398.

8. Shepard RN, Metzler J. Mental rotation of three dimensional objects. *Science*. 1971;171:701-703.
9. Peters M, Laeng B, Latham K, Jackson M, Zaiyouna R, Richardson C. A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test: different versions and factors that affect performance. *Brain Cogn*. 1995;28(1):39-58. doi:10.1006/brcg.1995.1032. PMID: 7546667.
10. Krüger JK, Suchan B. You Should Be the Specialist! weak mental rotation performance in aviation security screeners—reduced performance level in aviation security with no gender effect. *Front Psychol*. 2016;7:333. doi:10.3389/fpsyg.2016.00333. PMID: 27014142; PMCID: PMC4792886.
11. Hewson DW, Knudsen R, Shanmuganathan S, et al. Effect of mental rotation skills training on ultrasound-guided regional anaesthesia task performance by novice operators: a rater-blinded, randomised, controlled study. *Br J Anaesth*. 2020;125(2):168-174. doi:10.1016/j.bja.2020.04.090. PMID: 32560911.
12. Rosser JC Jr, Lynch PJ, Cuddihy L, Gentile DA, Klonsky J, Merrell R. The impact of video games on training surgeons in the 21st century. *Arch Surg*. 2007;142(2):181-186; discussion 186. doi:10.1001/archsurg.142.2.181. PMID: 17309970.
13. Ou Y, McGlone ER, Camm CF, Khan OA. Does playing video games improve laparoscopic skills? *Int J Surg*. 2013;11(5):365-369. doi:10.1016/j.ijsu.2013.02.020. PMID: 23467109.
14. Abe T, Raison N, Shinohara N, Shamim Khan M, Ahmed K, Dasgupta P. The effect of visual-spatial ability on the learning of robot-assisted surgical skills. *J Surg Educ*. 2018;75(2):458-464. doi:10.1016/j.jsurg.2017.08.017. PMID: 28918007.
15. Teishima J, Hattori M, Inoue S, et al. Effect of spatial cognitive ability on gain in robot-assisted surgical skills of urological surgeons. *J Surg Educ*. 2016;73(4):624-630. doi:10.1016/j.jsurg.2016.02.009. PMID: 27052203.
16. Guillot A, Champely S, Batiat C, Thiriet P, Collet C. Relationship between spatial abilities, mental rotation and functional anatomy learning. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2007;12(4):491-507. doi:10.1007/s10459-006-9021-7. PMID: 16847728.
17. Hedman L, Ström P, Andersson P, Kjellin A, Wredmark T, Felländer-Tsai L. High-level visual-spatial ability for novices correlates with performance in a visual-spatial complex surgical simulator task. *Surg Endosc*. 2006;20(8):1275-1280. doi:10.1007/s00464-005-0036-6. PMID: 16865624.
18. Vajsbaher T, Schultheis H, Francis NK. Spatial cognition in minimally invasive surgery: a systematic review. *BMC Surg*. 2018;18(1):94. doi:10.1186/s12893-018-0416 -1. PMID: 30404634; PMCID: PMC6223063.
19. Voyer D, Rodgers MA, McCormick PA. Timing conditions and the magnitude of gender differences on the Mental Rotations Test. *Mem Cognit*. 2004;32(1):72-82. doi:10.3758/bf03195821. PMID: 15078045.
20. Peters M. Sex differences and the factor of time in solving Vandenberg and Kuse mental rotation problems. *Brain Cogn*. 2005;57(2):176-184. doi:10.1016/j.bandc.2004.08.052. PMID: 15708213.
21. Stienen MN, Scholtes F, Samuel R, Weil A, Weyerbrock A, Surbeck W. Different but similar: personality traits of surgeons and internists—results of a cross-sectional observational study. *BMJ Open*. 2018;8(7):e021310. doi:10.1136/bmjopen-2017-021310. PMID: 29982214; PMCID: PMC6045716.
22. Surbeck W, Samuel R, Spieler D, Seifritz E, Scantamburlo G, Stienen MN, Scholtes F. Neurologists, neurosurgeons, and psychiatrists' personality traits: a comparison. *Acta Neurochir (Wien)*. 2020;162(3):461-468. doi:10.1007/s00701-020-04233-9. PMID: 31980949.
23. Maron BA, Fein S, Maron BJ, Hillel AT, El Baghdadi MM, Rodenhauser P. Ability of prospective assessment of personality profiles to predict the practice specialty of medical students. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*. 2007;20(1):22-26. doi:10.1080/08998280.2007.11928228. PMID: 17256038; PMCID: PMC1769529.
24. Scheepers RA, Lombarts KM, van Aken MA, Heineman MJ, Arah OA. Personality traits affect teaching performance of attending physicians: results of a multi-center observational study. *PLoS One*. 2014;9(5):e98107. doi:10.1371/journal.pone.0098107. PMID: 24844725; PMCID: PMC4028262.
25. Surbeck W, Samuel R, Spieler D, et al. Neurologists, neurosurgeons, and psychiatrists' personality traits: a comparison. *Acta Neurochir (Wien)*. 2020;162(3):461-468. doi:10.1007/s00701-020-04233-9. PMID: 31980949.

VIRTUAL REALITY SURGICAL SIMULATION AS A TUITION AID FOR UNDERSTANDING SURGICAL TEMPORAL BONE ANATOMY: TRIAL OF 15 EAR, NOSE AND THROAT REGISTRARS

Reference:

F. Rogister, C.Salmon, A.Ghuysen, P.Bonnet, S.Camby, P.Lefebvre, AL. Poirrier. Archives of Public Health 2019, 77(Suppl 2):A9.

Rogister F, Salmon C, Ghuysen A., P.Bonnet, Peter J. Andrews, S.Camby, P.Lefebvre, AL. Poirrier B-ENT 2020; 16(2): 103-8.

Ce travail a été présenté en communication orale à 2 reprises au « spring meeting » de la société belge d'ORL en avril 2019 et lors du premier congrès liégeois en simulation en avril 2019 également. Il a été publié dans la revue à comité de lecture B-ENT.

Virtual reality surgical simulation as a tuition aid for understanding surgical temporal bone anatomy: trial on 15 ear, nose, and throat registrars

Florence Rogister¹, Caroline Salmon¹, Alexandre Ghuysen², Peter J. Andrews³, Pierre Bonnet⁴, Séverine Camby¹, Philippe Lefebvre¹, Anne-Lise Poirrier¹

¹Department of Otorhinolaryngology, University Hospital of Liège, Belgium

²Department of Emergency Medicine, University Hospital of Liège, Belgium

³Royal National Throat Nose and Ear Hospital, London, UK

⁴Department of Anatomy, University Hospital of Liège, Belgium

Cite this article as: Rogister F, Salmon C, Ghuysen A. Virtual reality surgical simulation as a tuition aid for understanding surgical temporal bone anatomy: trial on 15 ear, nose, and throat registrars. B-ENT 2020; 16(2): 103-8.

ABSTRACT

Objective: Virtual reality (VR) surgical simulation is only a supplementary teaching tool for surgical students, and current evidence base that supports its benefits in surgical training is lacking. This study aimed to evaluate VR simulation as a tool to improve the understanding of temporal bone anatomy during Ear, Nose, and Throat residency.

The primary goal was to determine whether VR simulation improved written examination performance on temporal bone radiology. Notably, 15 residents were recruited and trained by the VOXEL-MAN Tempo surgical simulator system (UKE-Voxel-man Group, Hamburg, Germany, 2009). The secondary outcome was to determine whether VR simulation improved the surgical skills of the trained residents during cadaveric dissection of temporal bone.

Methods: Examination performance on temporal bone radiology anatomy was evaluated in 15 residents from the university-affiliated teaching hospital before and after 5 training sessions on the VOXEL-MAN Tempo surgical simulator. Technical skills after simulation training were assessed on cadaveric temporal bones and evaluated by blinded senior otology surgeons.

Results: Residents significantly improved their examination performance on their temporal bone radiology anatomy test after completing virtual training on the simulator. Second, a significant correlation was not found between virtual simulator performances and surgical performances on cadaveric model; however, a significant correlation was shown between the anatomic examination result and the performances on the cadaveric model.

Conclusion: This study suggests that a high-fidelity VR simulator improves the understanding of temporal bone anatomy and specifically increased trainees' practical knowledge regarding radiological anatomy of the temporal bone.

Keywords: Educational issue, skills development, surgical simulation, temporal bone anatomy, virtual reality

Introduction

Flight simulation has become a "standard of practice" in aeronautical training over the last 20 years and has enabled the prevention of risks and errors previously encountered (1). Equally, "virtual reality (VR) training" has significant potential in the field of medical training especially for residents in surgery. Training with real patients is limited by time and opportunity, whereas VR simulation allows repeated practices in a computerized environment that can mimic healthy or pathologic situations (2-6). The degree of realism depends upon the device's

characteristics and sophistication. Repetition of technique in a controlled environment will help residents to learn the required skills for their specialty including anatomic knowledge and the confidence needed for real-life situations (1, 7, 8).

The evidence base to support the effectiveness of virtual learning in medical training, particularly with regard to potential patient feedback, is challenging and is currently lacking (9, 10). Consequently, other performance indicators are employed to rate technical skills such as time to complete the procedure, psychomotor scores, and anatomic knowledge, which are well

Corresponding Author: Florence Rogister, rogisterflo@gmail.com

Received: July 27, 2020 **Accepted:** November 25, 2020

Available online at www.b-ent.be



CC BY 4.0: Copyright@Author(s), "Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License."

described in the literature (11, 12). The costs and benefits of current simulation applications are also available but often difficult to interpret and appraise.

The issue over measuring patient safety is extremely challenging, and typically, a reduction in clinical errors with improved clinical care only becomes evident after many years of clinical experience (2). The inability to measure cost effectiveness of simulation training and, in particular, high-fidelity VR simulation training remains a major drawback but needs to be addressed so as to improve future investment planning in training healthcare professionals.

Within the Ear, Nose, and Throat surgery domain, simulation has been reported to provide a structured, safe, and supportive environment that is complementary to conventional training (1, 2, 9, 10, 13, 14). However, research on surgical learning based on simulation and VR is still in its infancy.

In this study, we hypothesize that the integration of VR temporal bone simulation may provide an advantage over current learning methods with regard to understanding temporal bone radiology anatomy. More precisely, we aimed to determine whether it would be advantageous to integrate the use of a surgical simulator (VOXEL-MAN Tempo) in a trainee curriculum in this aspect. The first aim was to determine whether this tool with its 3-dimensional computed tomography (CT) scan guidance technology could improve knowledge base of the radiology appearance of the temporal bone and surgical anatomy. Second, we assessed the trainees' technical skills on cadaveric models after their virtual training sessions.

Methods

A total of 15 Belgian otorhinolaryngology residents affiliated to the University Hospital of Liège were recruited, and all participants completed 5 sessions of antromastoidectomy simulation training. This involved identification and preservation of important anatomic structures using the VOXEL-MAN Tempo device (Hamburg, Germany, 2009) (14). All residents were given an induction session on how to use the device before the training sessions commenced. The 5 training sessions took place in the same room and with the same simulator over a 3-month period. Residents did not have access to any other teaching tools during this period and were alone during these sessions (Figure 1).

Primary Assessment (Knowledge Assessment of Radiological Anatomy)

Residents were asked to complete an online temporal bone radiology anatomy examination (<http://www.radioanatomie.com>) directly before and after simulation training, which ensured the residents had very little time to revise. The radiology examination was devised by the neuroradiology department of the Grenoble University Hospital Center and consisted of identifying anatomic structures as seen on CT scans with a range of questions of increasing difficulty. The pretest (GO) was performed just before the training sessions started, and the posttest (RETURN) was taken after the completion of the 5 training sessions. These tests were different (randomized) to limit learning by test-retest effect.

com) directly before and after simulation training, which ensured the residents had very little time to revise. The radiology examination was devised by the neuroradiology department of the Grenoble University Hospital Center and consisted of identifying anatomic structures as seen on CT scans with a range of questions of increasing difficulty. The pretest (GO) was performed just before the training sessions started, and the posttest (RETURN) was taken after the completion of the 5 training sessions. These tests were different (randomized) to limit learning by test-retest effect.

Secondary Assessment (Skills Assessment and Learning Curve)

Surgical skills were assessed during training sessions on the VOXEL-MAN Tempo simulator, and the technical mistakes and surgical parameters were recorded. The simulator metrics have been validated (15). Automatically-recorded parameters within the VOXEL-MAN software, were as follows: *task fulfillment* (percentage of fulfillment of the complete antromastoidectomy), *instrument handling* (measured as seconds of "wrong handling"), *efficiency* (measured as minutes used to perform the whole procedure during virtual drilling), *number of injured structures* (auditory ossicles, dura mater, sigmoid sinus, and facial nerve), and *global result*.

Surgical skills were also assessed by measuring residents' surgical technique on cadaveric human temporal bones directly after the simulator training period (within a week). Blinded assessment was performed by a senior otology surgeon with a temporal bone dissection rating scale (Table 1).

Statistical Analysis

Statistical analysis was performed using the free software R (<https://www.r-project.org>, The R Foundation, Vienna, Austria) with R Commander (RCmdr) (R commander, Fox, 2005). Non-parametric tests were used because the data were not normally distributed. Pre- and postsimulation training scores were compared with a nonparametric Wilcoxon test for paired samples. Spearman regression was used to evaluate the correlation between survey scores and dissection scale scores. Results



Figure 1. VOXEL-MAN Tempo's practical setting for training sessions

Main Points:

- Simulator was effective in improving anatomic knowledge and, in particular, radiology anatomy.
- The most successful cadaver dissection subjects were those who were most familiar with radiology anatomy before and after the training period.
- Most students were in favor to integrate VR in their training program.

were considered as statistically significant when a $p \leq 0.05$ was reached.

Ethical Consideration

All procedures were in accordance with the ethical standards of the Comité d'éthique Hospitalo-Facultaire Universitaire de Liège and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments. A waiver of informed consent was obtained for anonymized data abstracted from residents testing. Participants were all volunteers and understood their right not to participate, without any change in their ongoing training. They received all explanations concerning the study, the publication type, and the intended audience. Data were collected in an anonymized database.

Results

First Endpoint

Improvement of temporal bone radioanatomy knowledge

Each resident completed the online temporal bone radiological anatomy test before (GO) and after (RETURN) the simulation training sessions. Results showed a statistically significant increase of performance between the radiological GO survey

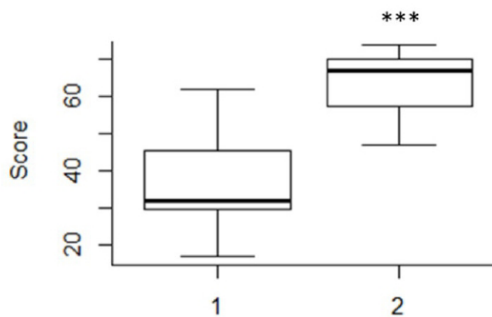


Figure 2. Radiological survey GO and RETURN evolution scores. *0.05≥p>0.01; **0.01≥p>0.001; ***p ≤ 0.001.

Table 1. Quoting scale for cadaveric temporal bone assessment

| | 0 | 1 | 2 |
|---|----------|---|---|
| Complete mastoidectomy with antroatticotomy | | | |
| Posterior tympanotomy with preservation of the scutum and posterior bony canal wall | | | |
| Skeletonization of the horizontal semicircular canals | | | |
| Skeletonization of the facial nerve and chorda tympani | | | |
| Skeletonization of the temporal dura | | | |
| Skeletonization of the sigmoid sinus | | | |
| | Score/12 | | |

2=Perfectly performed; 1=Average (incomplete or lesion of anatomic structure); 0=Not performed

and the radiological RETURN survey, with a score improvement of 28 ± 12.12 ($p=0.0011$) (Table 2, Figure 2). For the record and for comparison, we also gave the radioanatomy test to several novice trainees with no specific knowledge of radioanatomy of the temporal bone, and the average score was 23/76, whereas the average score of the same test performed by 2 seniors' otologists from our department was 73/76, which confirms its discriminatory nature.

Table 2. General data's, results of radiological survey, evolution of VOXEL-MAN parameters and results of cadaver dissection scale

| | Whole group (mean±SD) |
|---|-----------------------|
| General data | |
| Age (years) | 27±1.08 |
| Mean time interval (days) | 14.15±12.32 |
| Temporal bone radiological anatomy knowledge | |
| Quest GO (score) | 32±14.16 |
| Quest RETURN (score) | 67±9.26 |
| Skills development on the simulator | |
| Task fulfillment (%) | |
| Session 1 | 58±15.20 |
| Session 2 | 67±14.82 |
| Session 3 | 75±15.05 |
| Session 4 | 84±11.25 |
| Session 5 | 89±12.61 |
| Results (score) | |
| Session 1 | 25.5±24.64 |
| Session 2 | 51.5±16.58 |
| Session 3 | 66.5±18.63 |
| Session 4 | 68±15.75 |
| Session 5 | 78±12.06 |
| Instrument handling (seconds) | |
| Session 1 | 4.5±9.54 |
| Session 2 | 1±1.87 |
| Session 3 | 1±2.24 |
| Session 4 | 0±0.97 |
| Session 5 | 1±1.39 |
| Efficiency (minutes) | |
| Session 1 | 29.33±21.76 |
| Session 2 | 18.92±11.51 |
| Session 3 | 14.26±8.07 |
| Session 4 | 14.95±5.45 |
| Session 5 | 12.69±4.19 |
| Skills on cadaveric model | |
| Dissection scale (cadaver) | 5±3.23 |

SD: Standard deviation

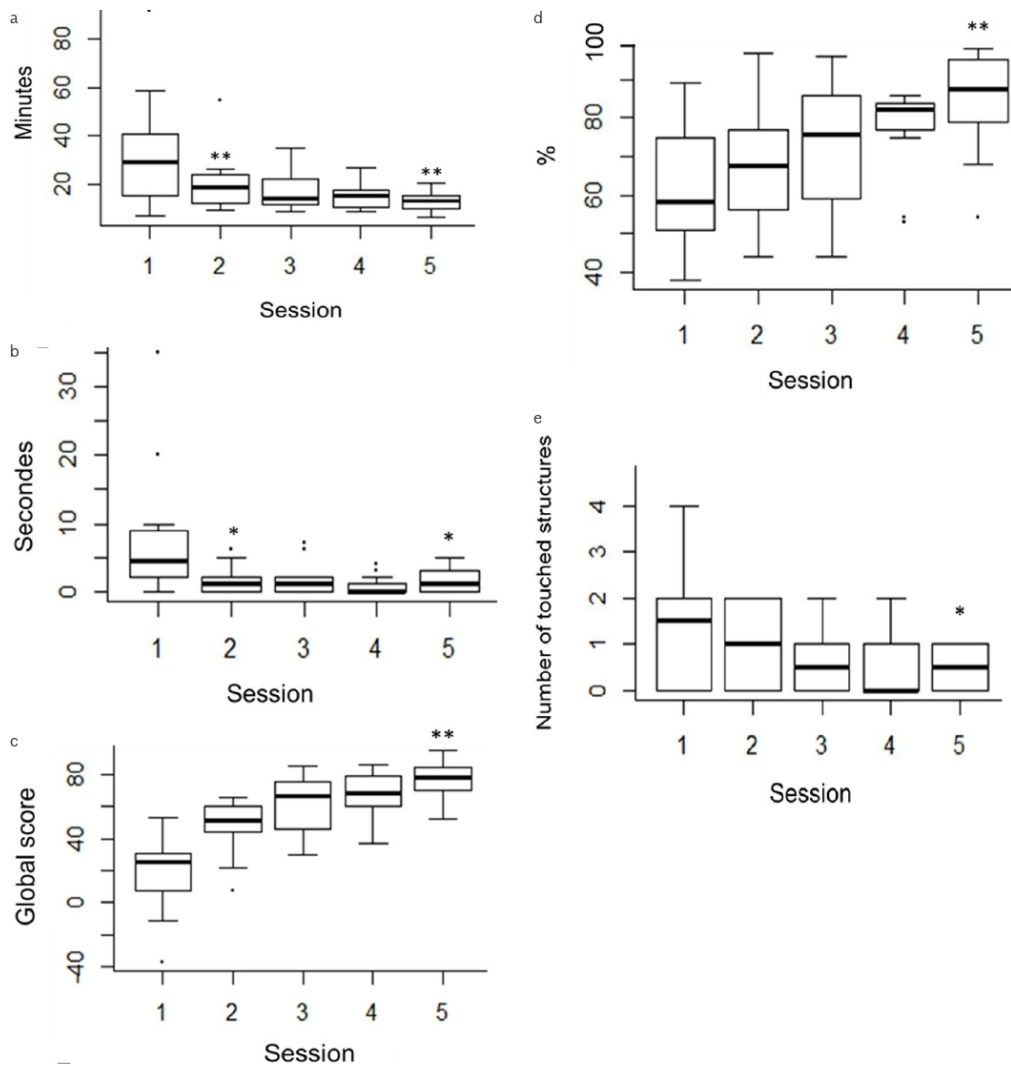


Figure 3. a-e. Evolution of the global task fulfillment per session (%) on the VOXEL-MAN Tempo® device (a-e). *0.05≥p>0.01; ** 0.01≥p>0.001; ***p ≤ 0.001

Secondary Endpoints

Skills development on the voxel-man tempo surgical simulator

Comparison of surgical parameters between session 1 and session 5 showed a statistically significant increase in the percentage of “task fulfillment” (p=0.0033) (Table 2, Figure 3) and the “global results” (+53 ±26.7; p=0.0033) (Figure 4), whereas the “instrument handling” (Figure 5) and “efficiency” (Figure 6) variables significantly decreased. All these parameters have been described in the Methods section. Evolution of the du-

ration of incorrect instrument handling and number of injured anatomic structures are also reported in Figures 7 and 8.

Transitions from session 1 to session 2 and session 4 to session 5 were noteworthy. Transition to session 2 showed the highest increase of global results (p=0.0053) and the highest decrease in “instrument handling” and “efficiency”. Transition to session 5 showed the highest increase in “task fulfillment” (+24.5%±20.03%), a second improvement in “global results” (p=0.0248), and the decrease in “instrument handling” (Figures 3-6).

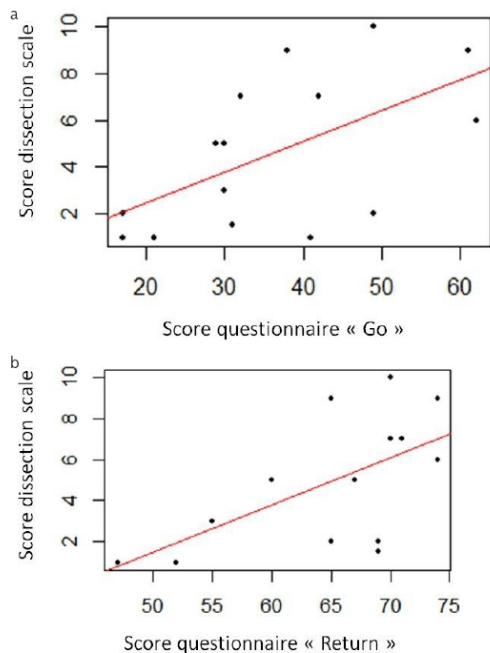


Figure 4. a, b. Evolution of the global score per session (score/100) (a, b). *0.05 \geq p>0.01; ** 0.01 \geq p>0.001; ***p \leq 0.001

Skills on cadaveric model

With regard to the surgical results on cadaveric specimens, higher results on the GO survey were associated with a greater score on the dissection scale. Similarly, higher results on the RETURN survey were related to greater score on the dissection scale. However, the magnitude of the improvement in the survey score was not significantly correlated with the score on the dissection scale. These results also showed that the higher the scores of the GO and RETURN questionnaires, the higher the cadaver dissection score (Figure 9 and Figure 10).

Discussion

Overall, our primary outcome indicated that the simulator was effective in improving anatomic knowledge and in particular radiology anatomy. Our study was not designed to prove that simulator training directly affected surgical skills; however, we found that the most successful dissection subjects were those who were most familiar with radiology anatomy before and after the training period. The main limitation of our study was the absence of a control group to compare our results because the study design was a pre- and postevaluation of the same group of 15 residents. This was mainly caused by the small number of residents available to conduct this study, making it statistically challenging to divide them into 2 groups. The same problem arose with the cadaveric dissection assessment before the training period on a simulator to evaluate initial level. Regarding the improvement of simulation performance (measured on simulator-integrated metrics), it was also not surprising to

find an improvement from having simulation training on the same device. Because a specific scale was used for cadaveric dissection scoring, simulation performances and subsequent cadaveric performance could not be properly compared. Indeed, there are many temporal bone dissection scales in the literature, but we have chosen the one usually used and adapted to our department (15). It would obviously also have been interesting to compare scores with medical students and staff members after training sessions, and it will be the next step in our research.

The importance of having a knowledge of anatomy location has not been extensively explored in the literature. A few studies previously highlighted that knowledge of anatomy can avoid unnecessary injury to structures in temporal bone surgery and cochlear implantation (14, 16, 17). Our results are in line with their conclusions; correlation between the anatomy examination performance and higher scores on cadaver dissection was demonstrated. We conclude that the subjects who scored the best in dissection are those who had the best understanding of radiology anatomy before and after the training period. Comparing practices with real patients is obviously limited, whereas VR simulator training allows for repeated practices. This has led to a better knowledge base of the anatomy and suitable surgical gestures, which enhances self-confidence in real situation (1, 7, 8, 10). Companionship training left many trainees with a lack of confidence and difficulty performing suitable surgical gestures, even at the end of their residency period (6). All of the residents in our university accepted to participate in this study and stated their subjective opinion about the device. Even if several weaknesses were reported, most students were in favor to integrate VR in their training program and did not have an aversion in using this technology (3, 7, 8, 16, 17). Current literature demonstrated the utility of several high-fidelity simulators (9, 14, 18-20). Previous reports have demonstrated that simulator-generated objective metrics in a standardized temporal bone task could also differentiate between individuals of varying levels of experience (14, 15). Therefore, VR simulation seems to be not only a useful training tool but may also have roles in both formative and summative assessment (13-17, 20, 21). Thus, this project delves into a major current issue and offers innovative solutions. Moreover, training in anatomic knowledge is an important element to consider *because all trainees will require knowledge of anatomy to correctly diagnose correlated pathologies*. The next step would be to determine the optimal integration of teaching tools in the training program effectively. We also think that there is now a bigger need for simulation-based teaching after the coronavirus disease 2019 crisis experience.

This study demonstrated that the use of the VR simulator, the VOXEL-MAN Tempo® device, has led to improved performance on temporal bone anatomy testing. This is an important aspect for the global assessment of this device, which helps to define its place within the training to develop a mixed teaching protocol involving optimal use of different teaching tools.

Ethics Committee Approval: Ethics Committee Approval is not necessary due to the nature of this study.

Informed Consent: Informed consent is not necessary due to the nature of this study.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Supervision – F.R., A.L.P.; Design – F.R., A.L.P., P.L., P.B.; Resources – P.B., A.G., P.J.A., C.S.; Materials – F.R., S.C., P.J.A., C.S.; Data Collection and/or Processing – F.R., S.C., C.S.; Analysis and/or Interpretation – F.R., A.L.P., P.L., P.B., C.S.; Literature Search – F.R., A.L.P.; Writing Manuscript – F.R., A.L.P.; Critical Review – A.L.P., P.L., P.B., A.G.

Conflict of Interest: The authors have no conflict of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

References

- Arora A, Hall A, Kotecha J, Burgess C, Khemani S, Darzi A. Virtual reality simulation training in temporal bone surgery. *Clin Otolaryngol* 2015; 40: 140-6. [\[CrossRef\]](#)
- Lui JT, Hoy MY. Evaluating the effect of virtual reality temporal bone simulation on mastoidectomy performance: A meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2017; 156: 1018-24. [\[CrossRef\]](#)
- Lui JT, Compton ED, Ryu WHA, Hoy MY. Assessing the role of virtual reality training in Canadian Otolaryngology- Head & Neck Residency Programs: A national survey of program directors and residents. *J Otolaryngol - Head Neck Surg* 2018; 47:1-7. [\[CrossRef\]](#)
- Izard SG, Juanes JA, Peñalvo FJG, Estella JMG, Ledesma JS, Ruisoto P. virtual reality as an educational and training tool for medicine. *J Med Syst* 2018; 42: 1-5. [\[CrossRef\]](#)
- Khemani S, Arora A, Singh A, Tolley N, Darzi A. Objective skills assessment and construct validation of a virtual reality temporal bone simulator. *Otol Neurotol* 2012; 33: 1225-31. [\[CrossRef\]](#)
- Register F, Camby S, Ansari E, Lefebvre P, Poirrier AL. ENT Surgical Training in 2018: National Cross-sectional Study. *B-ENT* 2019; 15: 77-84.
- Locketz GD, Lui JT, Chan S, Salisbury K, Dort JC, Youngblood P. Anatomy-specific virtual reality simulation in temporal bone dissection: Perceived utility and impact on surgeon confidence. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2017; 156: 1142-9. [\[CrossRef\]](#)
- Hardcastle T, Wood A. The utility of virtual reality surgical simulation in the undergraduate otorhinolaryngology curriculum. *J Laryngol Otol* 2018; 132: 1072-6. [\[CrossRef\]](#)
- Bhutta M. A review of simulation platforms in surgery of the temporal bone. *Clin Otolaryngol* 2016; 41: 539-45. [\[CrossRef\]](#)
- Piromchai P, Avery A, Laopaiboon M, Kennedy G, O'Leary S. Virtual reality training for improving the skills needed for performing surgery of the ear, nose or throat John Wiley & Sons, Ltd. 2015; 9: 1465-1858. [\[CrossRef\]](#)
- Marglani O, Alherabi A, Al-Andejani T, Javer A, Al-Zalabani A, Chalmers A. Development of a tool for Global Rating of Endoscopic Surgical Skills (GRESS) for assessment of otolaryngology residents. *B-ENT* 2012; 8:191-5.
- Al-Qahtani KH, Alkhalidi AM, Islam T. Tool for assessing surgical tracheostomy skills in otolaryngology residents. *B-ENT* 2015; 11: 275-80.
- Smith ME, Navaratnam A, Ent M, Jablenska L, Dimitriadis PA, Ent M. A randomized controlled trial of simulation-based training for ear, nose, and throat emergencies. *Laryngoscope* 2015; 125:1816-21. [\[CrossRef\]](#)
- Varoquier M, Hoffmann CP, Perrenot C, Tran N. Construct, face, and content validation on voxel-man simulator for otologic surgical training. *Int J Otolaryngol* 2017; 1-8. [\[CrossRef\]](#)
- Al-Shahrestani F, Sørensen MS, Andersen SAW. Performance metrics in mastoidectomy training: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2019; 276: 657-64. [\[CrossRef\]](#)
- Zhao Y, Kennedy G, Yukawa K, Pyman B, O'Leary S. Can virtual reality simulator be used as a training aid to improve cadaver temporal bone dissection? Results of a randomized blinded control trial. *Laryngoscope* 2011; 121: 831-7. [\[CrossRef\]](#)
- Ioannou I, Zhou Y, Wijewickrema S, Piromchai P, Copson B, Kennedy G. Comparison of experts and residents performing a complex procedure in a temporal bone surgery simulator. *Otol Neurotol* 2017; 38: e85-e91. [\[CrossRef\]](#)
- Andersen SAW, Cay-Thomassen P, Sorensen MS. Mastoidectomy performance assessment of virtual simulation training using final-product analysis. *Laryngoscope* 2014; 125: 431-5. [\[CrossRef\]](#)
- Waran V, Narayanan V, Karuppiah R, Pancharatnam D, Chandran H, Raman R. Injecting realism in surgical training - initial simulation experience with custom 3d models. *J Surg Educ* 2014; 71: 193-7. [\[CrossRef\]](#)
- Musbahi O, Aydin A, Omran Y Al, Skilbeck CJ, Ahmed K. Current status of simulation in otolaryngology. A systematic review. *J Surg Educ* 2017; 74: 203-15. [\[CrossRef\]](#)
- Linke R, Leichtle A, Sheikh F, Schmidt C, Frenzel H, Graefe H. Assessment of skills using a virtual reality temporal bone surgery simulator. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2013; 33: 273-81.

DISCUSSION

Les travaux présentés permettent d'apporter des éléments de réponse à la phase d'Analyse selon le modèle de conception ADDIE (107). Ils permettent en effet de faire l'état des lieux de la situation en Belgique et étudient l'intérêt de 2 outils pédagogiques disponibles à l'Université de Liège pour y faire face, basés sur la simulation virtuelle d'une part et l'évaluation des compétences visuo-spatiales d'autre part. Ils soulignent l'importance de ces compétences ainsi que les performances aux tests anatomiques dans l'apprentissage de la chirurgie. Ces travaux démontrent par ailleurs que la simulation permet de développer ces paramètres.

L'audit national permet d'obtenir un sondage au sein des jeunes médecins belges et indique une réaction positive à l'élaboration d'outils pour améliorer la formation en chirurgie. La principale faiblesse signalée dans le programme de formation actuel est le manque de communication, notamment en ce qui concerne les objectifs de formation. La principale force signalée était l'utilisation de solutions de rechange à l'apprentissage, la majorité des répondants ayant accès à un laboratoire de dissection de cadavres et certains d'entre eux à un laboratoire virtuel de simulation. Au sein de la population médicale belge, majoritairement féminine, nous avons observé que la plupart d'entre eux avaient une activité essentiellement clinique, avec dans l'absolu peu de répondants se consacrant à une activité de recherche. A partir de notre enquête, les capacités techniques et communicatives ont été évaluées par rapport aux performances scientifiques ou théoriques. Aucune difficulté de communication n'a été rapportée au sein des équipes ou avec les patients, mais la grande majorité des médecins en formation ne connaissait pas les objectifs de formation selon la commission d'accréditation ou les interventions chirurgicales de base qu'un chirurgien doit pouvoir effectuer à la fin de sa formation. Selon Bhutta et ses collègues (108), les facteurs les plus importants qui encouragent la carrière d'ORL sont : la variété des procédures opératoires, l'équilibre travail-vie privée, l'intérêt inhérent à ce domaine clinique et les modèles de rôle inspirants pour les seniors, il semble donc important de se concentrer sur ces aspects et de les améliorer pendant la formation. Les assistants belges ont manifesté un intérêt particulier pour la rhinologie et la chirurgie cervicale et laryngée suivies de l'otologie et de l'ORL pédiatrique, ces aspects étant sans doute à privilégier dans un premier temps avec une volonté d'optimiser le temps de formation au lieu de le prolonger. En termes d'apprentissage pratique, le degré de satisfaction des assistants reste variable selon l'année de formation et le centre concerné. Cette observation semble globalement homogène d'une spécialité à l'autre et les remarques faites par les assistants ORL sont globalement similaires à celles des autres spécialités (109). Dans notre étude, les stagiaires ne pensent pas que l'activité chirurgicale soit répartie de manière adaptée à l'échelle individuelle sur l'ensemble de la formation. La formation chirurgicale est basée en Belgique comme dans le reste du monde sur le modèle du

compagnonnage (observation/répétition), qui a montré ses avantages et ses limites en terme d'apprentissage. Le feedback de nos répondants indique qu'un meilleur accès à un " enseignement basé sur la simulation " serait favorable à l'amélioration de l'apprentissage, insistant sur l'accès à des modèles cadavériques, virtuels et synthétiques adaptés à une chirurgie ciblée et une meilleure logistique de leur temps selon un modèle préétabli et validé. L'utilisation de la simulation rend la montée en puissance initiale beaucoup plus facile, plus efficace et moins effrayante. Les études récentes disponibles dans la littérature traitant de sujets similaires ne se limitent pas au domaine de l'ORL mais concernent également différentes spécialités chirurgicales ainsi que certains domaines de médecine interne nécessitant la réalisation d'actes techniques (ponction abdominale ou thoracique, de moelle hématopoïétique,...) (110). Les solutions proposées s'appuient principalement sur les différentes méthodes de simulation procédurale basées sur des outils adaptés. Il s'agit d'un domaine en pleine expansion en termes d'apprentissage, mais la plupart des outils disponibles n'ont pas encore prouvé leur intérêt et leur place dans le curriculum d'apprentissage. Cette étude transversale nationale pourrait aider le corps professoral et les étudiants à améliorer les forces et à combler les lacunes dans la formation actuelle en ORL. Les problèmes logistiques et organisationnels selon le point de vue des assistants peuvent être liés à un manque de plan de formation structuré et préétabli à une époque où les contraintes de temps, d'argent et de sécurité augmentent. Des études supplémentaires sont nécessaires pour identifier les moyens les plus efficaces de mettre en œuvre des outils éducatifs tels que les modèles de dissection et de simulation cadavériques dans les limites du programme de chirurgie et des ressources des hôpitaux universitaires. Nos résultats correspondent globalement à ceux obtenus lors d'une vaste étude réalisée à l'échelle européenne dans 6 pays en 2017 par Oker (109).

Si on analyse maintenant les outils disponibles, notamment le système Voxel-Man Tempo^o pour l'otologie, on note que les assistants ont considérablement amélioré leur performance au test d'anatomie radiologique de l'os temporal après avoir suivi une formation virtuelle sur le simulateur. L'enquête d'évaluation personnelle a également indiqué que 100 % des résidents intégreraient cet outil virtuel dans les méthodes d'apprentissage. Aucune corrélation significative n'a été trouvée entre les performances du simulateur virtuel et les performances chirurgicales sur modèle cadavérique, mais une corrélation significative a été démontrée entre les résultats des tests anatomiques et les performances sur modèle cadavérique. Cette étude suggère donc qu'un simulateur de réalité virtuelle haute-fidélité améliorerait l'enseignement de l'anatomie de l'os temporal et augmenterait spécifiquement les performances des assistants juniors en anatomie radiologique de l'os temporal.

Enfin, les résultats au questionnaire de rotation mentale de Vandenberg and Kuse semblent significativement corrélés à la performance pratique lors de la manipulation d'un endoscope

nasal en chirurgie avec corrélation statistiquement significative aux sept dimensions de l'échelle endoscopique, même après ajustement des facteurs de confusion. Il pourrait donc être un outil utile à des fins éducatives pour les candidats spécialisés en rhinologie. Nos résultats sont en accord avec d'autres études qui démontrent que les compétences visuospatiales peuvent prédire les performances de sujets novices pour la réalisation de tâches chirurgicales (111). Si ces résultats permettent de prédire les compétences initiales en matière de chirurgie endoscopique, ils ne mesurent néanmoins pas la capacité d'apprentissage des individus. Cette nuance est primordiale car de nombreuses compétences peuvent être enseignées : le test de Vandenberg and Kuse ne permet pas à lui seul de mesurer l'aptitude d'un candidat à apprendre à effectuer une chirurgie rhinosinusienne.

INTÉRÊT PÉDAGOGIQUE DE LA SIMULATION EN SANTÉ APPLIQUÉE À L'ORL

Le domaine de l'ORL reste relativement peu représenté dans la littérature à ce sujet, contrairement à l'anesthésie, l'urologie, l'ophtalmologie, la gastro-entérologie, la chirurgie digestive et l'obstétrique. Les concepts abordés dans ces études se translatent cependant aisément sur notre discipline.

On peut citer par exemple la BEME Systematic review (112) qui se résume ainsi :

- le debriefing est une étape essentielle de la simulation. De même que la pratique répétée;
- l'intégration de la simulation dans le curriculum global de formation (initiale ou continue) est un autre point majeur;
- la formation doit être réalisée avec des niveaux de difficulté croissants en utilisant plusieurs stratégies d'apprentissage ;
- la formation doit permettre de reproduire des situations cliniques variées dans un environnement contrôlé (où les apprenants peuvent faire, détecter ou corriger des erreurs sans risque) ;
- les expériences pédagogiques avec la simulation doivent être reproductibles, standardisées et impliquant activement les participants ;
- les objectifs pédagogiques doivent être précis et explicites, permettant des comparaisons et des résultats mesurables ;
- enfin, il convient de s'assurer que le simulateur est un outil validé d'apprentissage.

Plusieurs revues mettent en évidence les faiblesses méthodologiques des travaux de recherche concernant la simulation en santé (113). Les causes en sont nombreuses: faible

nombre de sujets inclus, puissance statistique insuffisante, grande variabilité des tests utilisés pour l'évaluation, etc. La revue Cochrane, publiée en 2009 (113) reprenant les études contrôlées randomisées sur l'efficacité des méthodes de simulation en chirurgie, concluait sur la nécessité d'une plus grande rigueur méthodologique dans les travaux entrepris. Van Nortwick et al. (114) ont proposé des recommandations pour une standardisation méthodologique des travaux de recherche sur le thème de la simulation.

CONTRAINTES ET LIMITES

Si la simulation présente de nombreuses qualités pour la formation, elle souffre cependant de quelques inconvénients et limites.

La principale limite est le coût important pour la mise en place d'un programme de simulation. Celui-ci va se répartir sur les locaux, le matériel, mais surtout sur le personnel. Bien que l'utilisation du simulateur sur les lieux même de l'exercice soit préférable, des locaux dédiés sont le plus souvent nécessaires pour pouvoir organiser de façon régulière des séances et pour disposer d'une infrastructure audio-vidéo. La présence d'un personnel qualifié en simulation semble indispensable (4). L'équipe de base pourra, par exemple, être représentée par un médecin/chirurgien, un infirmier et un technicien en cas d'utilisation de matériel de haute technologie. Les quelques articles citant les ressources nécessaires montrent bien l'hétérogénéité des fonds utilisés par les différents centres (4).

L'aspect émotionnel et stressant du simulateur constitue aussi un frein pour les participants. Le briefing joue ici un rôle capital pour rassurer les participants sur le caractère non sanctionnant de la formation qui leur est proposée. Leur nombre doit rester suffisamment limité, et c'est là une des contraintes face à l'apprentissage de masse des cours théoriques. Cela apporte en revanche une atmosphère propice à l'échange, mais aussi facilite la mise en situation (4).

Enfin, malgré les progrès croissants de la robotique, le matériel actuellement commercialisé n'arrive pas encore à recréer le réalisme d'un patient de chair et d'os. Toute la sémiologie cutanée (marbrure, éruption cutanée, cyanose, etc.) et la motricité, couramment utilisée pour évaluer le score de Glasgow, sont quasi inexistantes sur les mannequins actuels (4) (104). L'avenir de la simulation passera alors probablement par la réalité virtuelle ou augmentée, déjà utilisée dans certaines disciplines chirurgicales, pour s'amender de ses limites et proposer une simulation encore plus immersive aux participants (104). La simulation haute-fidélité constitue donc un outil de formation complet pouvant réduire le fossé entre une faible exposition aux situations critiques et une pratique répétée nécessaire à une prise en charge efficace (104).

Elle ne doit cependant ne pas être réalisée « en vain » et doit correspondre au « contrat de fiction » établi avec l'apprenant pour que l'enseignement soit pertinent. A ce sujet, plusieurs études ont été conçues pour se concentrer sur le processus d'immersion dans un environnement de réalité virtuelle pour les étudiants en soins de santé. Elles visent à mieux comprendre les éléments qui peuvent influencer le sentiment de présence : la propension à l'immersion, le stress, la « cybersensibilité » et le niveau de formation des participants, et à proposer un cadre décrivant les liens entre ces facteurs. A ce sujet, Servotte and al. a démontré un modèle de simulation immersive au sujet d'un accident de masse induisant un niveau élevé de sentiment de présence et un faible niveau de « cybersickness ». Dans cette étude, le sentiment de présence était corrélé avec la propension individuelle à l'immersion (117).

CONSIDÉRATIONS ÉCONOMIQUES

Comme évoqué dans la première partie de ce travail, le deuxième élément, qui a motivé la mise en place de la simulation dans les industries à risques, est l'enjeu économique.

En Amérique du Nord, le financement des programmes et centres de simulation a été au départ principalement public (4). Dans un second temps, des centres privés ont été créés principalement aux États-Unis, alors que le Canada a privilégié les partenariats privé-public (4). Le modèle économique des centres publics repose sur le principe d'autofinancement par les formations, les donations et la recherche, une fois la phase de lancement initiale passée (4). Le coût en personnel tel que les techniciens en simulation et les formateurs ne doit pas être sous-estimé et peut représenter plus de la moitié du budget de fonctionnement (4). Les assureurs des professions médico-chirurgicales proposent depuis plusieurs années aux États-Unis des réductions significatives de primes d'assurance pour les praticiens justifiant de formation sur simulateurs. Au Canada, les leviers de financement sont au contraire majoritairement publics¹¹.

¹¹ L'accréditation des centres de simulation est en place aussi bien aux États-Unis qu'au Canada avec des systèmes et philosophies différents. Aux États-Unis, plusieurs organismes ont la possibilité de certifier les formations dispensées par les centres de simulation : la société internationale de simulation en santé, la société américaine des anesthésistes, la société américaine des chirurgiens, etc. Chaque organisme accréditeur est en mesure de certifier une formation particulière au sein d'un centre de simulation donné. À l'opposé, au Canada, un seul organisme accréditeur (le Collège royal) accrédite chaque programme de simulation pour l'ensemble des formations dispensées par ce centre. Ce processus d'accréditation des centres de simulation inclut l'accréditation des formateurs. Évidemment, les centres ne peuvent offrir des programmes de formations re-certificatives qu'après avoir obtenu leur accréditation.

En Europe, plusieurs centres sont financés de manière non négligeable par la clientèle externe à l'hôpital ou à l'université, mais de manière générale, les principaux financeurs sont les régions, les fonds privés de l'industrie y compris pharmaceutique et les centres hospitaliers (4).

Dans le rapport émis en 2012 par la Haute Autorité de la Santé (4), tous les centres interrogés considèrent avoir eu des difficultés pour obtenir le financement. Les délais d'obtention du financement varient entre une semaine et trois ans. Plus de la moitié des établissements a démarré avec un financement initial de moins de 100 000 euros (remarque : un mannequin haute-fidélité adulte coûte en moyenne 40 000 euros). L'origine des financements initiaux semble relever généralement de l'université et de fonds publics régionaux et, pour un centre, de fonds privés (4).

Néanmoins, il est important de souligner que le paradigme actuel de la formation chirurgicale comporte d'énormes coûts cachés liés à l'augmentation des temps d'intervention pour les procédures avec participation des résidents et aux coûts des erreurs médicales (4). En déplaçant la formation hors de la salle d'opération, il est possible d'améliorer la sécurité des patients, de minimiser le temps d'apprentissage pour atteindre la compétence et d'augmenter l'efficacité des opérations.

L'investissement dans la simulation chirurgicale a donc le potentiel de réduire les coûts pour les systèmes de soins de santé en améliorant l'efficacité des salles d'opération et en réduisant les erreurs médicales. L'un des défis les plus importants de la simulation en otorhinolaryngologie est lié à l'économie d'échelle. Nous sommes une spécialité relativement petite. Le coût par personne de la formation par simulation devrait diminuer avec l'augmentation du nombre de participants. Les oto-rhino-laryngologistes ont traditionnellement surmonté ces obstacles en s'associant à d'autres établissements pour accueillir des programmes de simulation régionaux (4) (11). Une collaboration multi-institutionnelle continue est nécessaire pour renforcer le rôle de la simulation dans la formation en ORL. Les hôpitaux et les compagnies d'assurance doivent être sensibilisés aux avantages économiques de la simulation chirurgicale par les sociétés professionnelles et les groupes de défense des patients. De nouvelles recherches permettront de mieux définir les coûts visibles et cachés du paradigme de formation actuel et démontrer un modèle économique viable pour la simulation chirurgicale (11).

DÉFIS ET PERSPECTIVES

POTENTIALITÉS DE DÉVELOPPEMENT A L'UNIVERSITÉ ET AU CHU DE LIÈGE

Cette section se concentre sur le premier « D » du modèle de conception ADDIE (Design) en tentant une ébauche de structure de programme de formation.

Un programme de simulation est donc un programme de formation qui utilise la simulation. Il peut, en fonction des thématiques et des objectifs, comprendre d'autres méthodes (cours théoriques, ateliers pratiques, etc.). Dans tous les cas, la place de la simulation dans ce programme doit être déterminée par la plus-value pédagogique amenée par rapport aux autres méthodes existantes. Les programmes de simulation peuvent être réalisés et mis en œuvre aussi bien dans le cadre de la formation initiale que de la formation continue (4) (11).

Il est intéressant de noter que, en France, depuis en moyenne 3 à 4 ans, plusieurs diplômes universitaires à destination des professionnels de santé médicaux et paramédicaux se développent. Parmi ces diplômes, certains sont clairement dédiés à l'activité de simulation et permettent de former les formateurs (deux diplômes répertoriés comme tel). Mais beaucoup d'enseignements intègrent d'ores et déjà des méthodes de simulation comme outils pédagogiques. Le but de cette pédagogie est de s'assurer que tous les apprenants réalisent l'ensemble des objectifs éducationnels avec peu de variations entre eux.

Cette méthode présente schématiquement cinq caractéristiques (ACGME) :

1. Évaluation initiale.
2. Objectifs clairement définis, sous forme de modules de difficulté croissante.
3. Utilisation des moyens pour atteindre ces objectifs (lecture, entraînement, etc.).
4. Évaluation minimale pour chaque module (test score).
5. Passage au module suivant seulement si les objectifs prévus sont atteints.

L'annexe 1 reprend une proposition de programme de formation pratique dédié aux médecins en voie de spécialisation en oto-rhino-laryngologie, élaboré à l'Université de Liège.

CONCLUSION

Plusieurs défis attendent les otorhinolaryngologistes en formation pour obtenir les compétences requises afin de prendre en charge de manière médicale et chirurgicale les affections de la tête et du cou. Après un cursus de base suivi d'une formation spécialisée, voire surspécialisée, comme les autres disciplines, ils doivent également poursuivre leur formation tout au long de leur vie pour développer et maintenir leurs compétences médicales et chirurgicales. La simulation ouvre la porte vers une formation plus structurée et accessible en proposant l'accès à plusieurs ateliers de formation afin de développer ou perfectionner ses compétences techniques (« *technical skills* ») et non techniques (« *nontechnical skills* ») qui font de nous de meilleurs médecins et chirurgiens. Elle offre l'avantage d'un environnement immersif avec un degré de technologie variable, sécuritaire, centré sur l'apprenant. Les objectifs de formation sont également modulables et adaptables aux apprenants eux-mêmes. Il s'agit d'une alternative dynamique et flexible, apportant une complémentarité au système d'enseignement classique basé sur l'observation/répétition et le compagnonnage.

L'évaluation des aptitudes et des compétences chirurgicales est un aspect important du processus de formation. Des méthodes d'évaluation mesurables et reproductibles avec un retour d'information objectif sont des éléments essentiels. Bien que l'évaluation des compétences chirurgicales puisse prendre du temps et nécessiter des ressources humaines et financières, les nouvelles méthodes d'évaluation et les technologies émergentes peuvent atténuer ces obstacles tout en améliorant les pratiques de collecte de données. Bien que les compétences opératoires ne représentent qu'une partie des qualités nécessaires pour devenir un chirurgien ORL, l'acquisition et l'évaluation de ces compétences jouent un rôle central dans tout programme de formation. Nous avons par exemple bien démontré l'impact des compétences visuo-spatiales sur ses performances endoscopiques nasales et sur la manière de guider l'apprentissage futur du candidat. Le test de Vandenberg and Kuse est en cela utile afin d'optimiser le contenu pédagogique des formations en rhinologie.

Au cours des dernières décennies et à travers notre audit, les assistants ont également exprimé leur inquiétude quant au manque de ressources, de confiance et de compétence au moment de la réception de leur diplôme. Cela a conduit à un intérêt accru pour le développement et l'utilisation de systèmes d'enseignement alternatifs valides et fiables. Néanmoins, la mise en œuvre de ces systèmes dans l'environnement quotidien des programmes de formation actuel reste un autre défi. Les heures de service limitées, l'autonomie peropératoire restreinte, les questions médico-légales et de sécurité des patients, ainsi que la pression toujours plus forte sur la productivité des médecins sont quelques-uns des problèmes auxquels les assistants et les seniors doivent faire face.

La pratique de la simulation en santé est malgré tout devenue une véritable méthode pédagogique dans plusieurs disciplines chirurgicales. Son objectif prioritaire est avant tout

éthique vis-à-vis du patient (« Jamais la première fois sur le patient »). Elle permet aux apprenants à la fois d'acquérir des connaissances, de renforcer les acquis sans risque pour le patient, de faciliter leur réflexion en groupe et d'améliorer la confiance en soi. Elle favorise l'apprentissage dit « actif ». Elle permet de reproduire une grande variété de situations rares, ainsi elle se place en tant que solution potentielle pour réduire l'écart existant entre le haut degré de compétences cliniques particulièrement requis en ORL et le faible niveau d'exposition. L'apprentissage par simulation contribue à l'amélioration des connaissances, à une meilleure rétention de celles-ci et à une modification positive des comportements. C'est ce que nous avons mis en évidence avec l'exemple du simulateur virtuel haute-fidélité Voxel-Man Tempo° pour l'apprentissage de la radio anatomie de l'os temporal. Des travaux de recherche sont cependant nécessaires pour valider définitivement l'efficacité de l'enseignement par simulation, tant au niveau des individus qu'au niveau des équipes, en accord avec les procédés méthodologiques précis que nous avons décrits. Le but étant de mettre en continuité les processus de formation, d'évaluation et de certification, comme c'est déjà le cas dans le modèle industriel à haut risque.

Le dernier défi est l'intégration de cette méthode dans le curriculum de la formation, au même titre que les autres techniques d'enseignement telles que le compagnonnage au bloc opératoire, le travail de recherche, etc. Ceci signifie que l'éducation par la simulation doit être organisée, planifiée et reconnue. Nous proposons pour cela un exemple de curriculum mixte en collaboration avec plusieurs partenaires, intéressant les 3 dimensions de l'ORL, élaboré à l'Université de Liège.

La simulation est complémentaire des autres méthodes de formation, mais ne pourra jamais remplacer l'expérience clinique au lit du malade. Des travaux de recherche complémentaires sont nécessaires pour préciser la place exacte de la simulation dans le cursus de formation en ORL et compléter le modèle de conception ADDIE.

BIBLIOGRAPHIE

1. <http://orluems.com>. [En ligne]
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. GPO, 2009.
3. Granry JC, Moll MC. 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. Saint-Denis La Plaine : HAS; 2012.
4. Haute Autorité de la Santé (2012). Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé. HAS-Santé, Saint-Denis.
5. www.caresimulation.uliege.be. [En ligne]
6. <http://www.bmsc.co.uk/>. [En ligne]
7. <https://www.programmes.uliege.be/>. [En ligne]
8. Le compagnonnage dans les métiers de l'humain. Description d'un dispositif d'autoformation basé sur l' échange de bonnes pratiques Isabelle Lacourt Dans Pensée plurielle 2013/1 (n°32), pages 129 - 137.
9. Berte N, Perrenot C. Surgical apprenticeship in the era of simulation. J Visc Surg. 2020 Jun et 32331851., 157(3 Suppl 2):S93-S99. doi: 10.1016/j.jvisurg.2020.04.003. Epub 2020 Apr 21. PMID:.
10. <https://sante.lefigaro.fr/article/-le-compagnonnage-doit-rester-un-pilier-central-de-la-medecine-/>. [En ligne]
11. Simulation in Otolaryngology, An Issue of Otolaryngologic Clinics of North, E-Book Sonya Malekzadeh 25 septembre 2017 Elsevier Health Sciences.
12. <https://www.fun-mooc.fr/>. : La simulation médicale : à vous de jouer ! Université de Liège, janvier 2021 [En ligne].
13. Deutsch E.S, Christenson T, Curry J, et al. Multimodality education for airway endoscopy skill development. Ann Otol Rhinol Laryngol . 2009 et 118:81–86.
14. Ianacone D.C, Gnadt B.J, Isaacson G. Ex vivo ovine model for head and neck surgical simulation. Am J Otolaryngol . 2016 et 37:272–278.

15. Howells T.H, Emery F.M, Twentyman J.E. Endotracheal intubation training using a simulator: an evaluation of the Laerdal adult intubation model in the teaching of endotracheal intubation. *Br J Anaesth* . 1973 et 45:400–402.
16. Hesselheldt R, Kristensen M.S, Rasmussen L.S. Evaluation of the airway of the SimMan full-scale patient simulator. *Acta Anaesthesiol Scand* . 2005 et 49:1339–1345.
17. Schebesta K, Hupfl M, Ringl H, et al. A comparison of paediatric airway anatomy with the SimBaby high-fidelity patient simulator. *Resuscitation* . 2011 et ., 82:468–472.
18. Sawyer T, Strandjord T.P, Johnson K, et al. Neonatal airway simulators, how good are they? A comparative study of physical and functional fidelity. *J Perinatol* . 2016 et 36:151–156.
19. <https://www.laerdal.com/be-fr/>. [En ligne]
20. Latif R, Bautista A, Duan X, et al. Teaching advanced airway management skills: using simulation to accelerate the fiberoptic intubation learning curve. *Crit Care Med* . 2010 et 38:A134. [En ligne]
21. Javia L, Sardesai MG. Physical Models and Virtual Reality Simulators in Otolaryngology. *Otolaryngol Clin North Am*. 2017 Oct et 28716337., 50(5):875-891. doi: 10.1016/j.otc.2017.05.001. Epub 2017 Jul 14. PMID:.
22. Smith M.E, Leung B.C, Sharma R, et al. A randomized controlled trial of nasolaryngoscopy training techniques. *Laryngoscope* . 2014 et 124:2034–2038.
23. Amin M, Rosen C.A, Simpson C.B, et al. Hands-on training methods for vocal fold injection education. *Ann Otol Rhinol Laryngol* . 2007 et 116:1–6.
24. Dedmon M.M, Paddle P.M, Phillips J, et al. Development and validation of a high-fidelity porcine laryngeal surgical simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg* . 2015 et 153:420–426.
25. Awad Z, Patel B, Hayden L, et al. Simulation in laryngology training, 2015, what should we invest in? Our experience with 64 porcine larynges and a literature review. *Clin Otolaryngol* . et 40:269–273.
26. Nixon I.J, Palmer F.L, Ganly I, et al. An integrated simulator for endolaryngeal surgery. *Laryngoscope* . 2012 et 122:140–143.
27. Fleming J, Kapoor K, Sevdalis N, et al. Validation of an operating room immersive microlaryngoscopy simulator. *Laryngoscope* . 2012 et 122:1099–1103.
28. Contag S.P, Klein A.M, Blount A.C, et al. Validation of a laryngeal dissection module for

- phonomicrosurgical training. *Laryngoscope* . 2009 et 119:211–215.
29. Holliday M.A, Bones V.M, Malekzadeh S, et al. Low-cost modular phonosurgery training station: development and validation. *Laryngoscope* . 2015 et 125:1409–1413.
30. Cabrera-Muffly C, Clary M.S, Abaza M. A low-cost transcervical laryngeal injection trainer. *Laryngoscope* . 2016 et 126:901–905.
31. Ainsworth T.A, Kobler J.B, Loan G.J, et al. Simulation model for transcervical laryngeal injection providing real-time feedback. *Ann Otol Rhinol Laryngol* . 2014 et 123:881–886.
32. Ross P.D, Steven R, Zhang D, et al. Computer-assessed performance of psychomotor skills in endoscopic otolaryngology surgery: construct validity of the Dundee Endoscopic Psychomotor Otolaryngology Surgery Trainer (DEPOST). *Surg Endosc* . 2015 et 29:3125–31.
33. Volsky P.G, Hughley B.B, Peirce S.M, et al. Construct validity of a simulator for myringotomy with ventilation tube insertion. *Otolaryngol Head Neck Surg* . 2009 et 141:603–608.
34. Malekzadeh S, Hanna G, Wilson B, et al. A model for training and evaluation of myringotomy and tube placement skills. *Laryngoscope* . 2011 et 121:1410–1415.
35. Hong P, Webb A.N, Corsten G, et al. An anatomically sound surgical simulation model for myringotomy and tympanostomy tube insertion. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* . 2014 et 78:522–529.
36. Estomba C, Garcia J.M.M, Zavarce M.I.H, et al. The Vigo grommet trainer. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis* . 2015 et 132:53–55.
37. Mills R, Lee P. Surgical skills training in middle-ear surgery. *J Laryngol Otol* . 2003 et 117:159–163.
38. Monfared A, Mitterramskogler G, Grube S, et al. High-fidelity, inexpensive surgical middle ear simulator. *Otol Neurotol* . 2012 et 33:1573–1577.
39. Clark M.P.A, Westerberg B.D, Mitchell J.E. Development and validation of a low cost microsurgery ear trainer for low-resource settings. *J Laryngol Otol* . 2016 et ., 130:954–961.
40. Dedmon M, Xie D, O’Connell B, et al. Development and Validation of a Modular Endoscopic Ear Surgery Skills Trainer. *Otology & Neurotology*. 2017 et 1193-1197., 38: (8):1193-1197. doi: 10.1097/MAO.0000000000001485. PMID: 28692591.
41. Awad Z, Ahmed S, Taghi A.S, et al. Feasibility of a synthetic temporal bone for training in mastoidectomy: face, content, and concurrent validity. *Otol Neurotol* . 2014 et 35:1813–

1818.

42. Da Cruz M.J, Francis H.W. Face and content validation of a novel three-dimensional printed temporal bone for surgical skills development. *J Laryngol Otol* . 2015 et 3):S23–S29., 129(Suppl).
43. Mick P.T, Arnoldner C, Mainprize J.G, et al. Face validity study of an artificial temporal bone for simulation surgery. *Otol Neurotol* . 2013 et 34:1305–1310. 31.
44. Mowry S.E, Jammal H, Myer C, et al. A novel temporal bone simulation model using 3d printing techniques. *Otol Neurotol* . 2015 et 36:1562–1565.
45. Hochman J.B, Rhodes C, Wong D, et al. Comparison of cadaveric and isomorphic threedimensional printed models in temporal bone education. *Laryngoscope* . 2015 et 125:2353–2357.
46. Rose A.S, Kimbell J.S, Webster C.E, et al. Multi-material 3d models for temporal bone surgical simulation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* . 2015 et 124:528–536.
47. Tolisano A.M, Justin G.A, Ruhl D.S, et al. Rhinology and medical malpractice: an update of the medicolegal landscape of the last ten years. *Laryngoscope* . 2016 et 126:14–19.
48. Awad Z, Touska P, Arora A, et al. Face and content validity of sheep heads in endoscopic rhinology training. *Int Forum Allergy Rhinol* . 2014 et 4:851–858.
49. Malekzadeh S, Pfisterer M.J, Wilson B, et al. A novel low-cost sinus surgery task trainer. *Otolaryngol Head Neck Surg* . 2011 et 145:530–533.
50. Steehler M.K, Chu E.E, Na H, et al. Teaching and assessing endoscopic sinus surgery skills on a validated low-cost task trainer. *Laryngoscope* . 2013 et 123:841–844.
51. Harbison R.A, Johnson K.E, Miller C, et al. Face, content, and construct validation of a low-cost, non-biologic, sinus surgery task trainer and knowledge-based curriculum. *Int Forum Allergy Rhinol* . 2017 et 7(4):405–413.
52. Atta L, Delrez S, Asimakopoulos A, Bendavid G, Delhez A, Goffinet M, Rogister F, Lefebvre PP, Poirrier AL. A prospective audit of acute ENT activity in a university teaching hospital. *B-ENT* 2019 et 15, 71-76.
53. Scott G.M, Roth K, Rotenberg B, et al. Evaluation of a novel high-fidelity epistaxis task trainer. *Laryngoscope* . 2016 et 126:1501–1503.
54. Pettineo C.M, Vozenilek J.A, Kharasch M, et al. Epistaxis simulator: an innovative

- design. *Simul Healthc* . 2008 et 3:239–241.
55. Pearson C.R, Wallace H.C. The tonsil cup: a simple teaching aid for tonsillectomy. *J Laryngol Otol* . 1997 et 111:1064–1065.
56. Duodu J, Lesser T.H.J. Tonsil tie simulator. *J Laryngol Otol* . 2013 et 127:924–926.
57. Raja M.K, Haneefa M.A, Chidambaram A. Yorick’s skull model for tonsillectomy tie training. *Clin Otolaryngol* . 2008 et 33:187–188.
58. Street I, Beech T, Jennings C. The Birmingham trainer: a simulator for ligating the lower tonsillar pole. *Clin Otolaryngol* . 2006 et 31:79.
59. Bunting H, Wilson B.M, Malloy K.M, et al. A novel peritonsillar abscess simulator. *Simul Healthc* . 2015 et 10:320–325.
60. Scott G.M, Fung K, Roth K.E. Novel high-fidelity peritonsillar abscess simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg* . 2016 et 154:634–637.
61. Taylor S.R, Chang C.W.D. Novel peritonsillar abscess task simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg* . 2014 et ., 151:10–13.
62. Giblett N, Hari C. Introducing a realistic and reusable quinsy simulator. *J Laryngol Otol* . 2016 et 30:201–203.
63. Janus J.R, Hamilton G.S. The use of open-cell foam and elastic foam tape as an affordable skin simulator for teaching suture technique. *JAMA Facial Plast Surg* . 2013 et 15:385–387.
64. Taylor S.R, Chang D.C.W. Gelatin facial skin simulator for cutaneous reconstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg* . 2016 et 154:279–281.
65. Griffin G.R, Rosenbaum S, Hecht S, et al. Development of a moderate fidelity neck dissection simulator. *Laryngoscope* . 2013 et 123:1682–1685.
66. Allak A, Liu Y.E, Oliynyk M.S, et al. Development and evaluation of a rigid esophagoscopy simulator for residency training. *Laryngoscope* . 2016 et 126:616–619.
67. Mandal S, Patel A.R.C, Goldring J.J.P. A simulated bronchoscopy course for new specialist trainees. *Thorax* . 2010 et 65:A117.
68. Patel A.R.C, Mandal S, Goldring J.J.P. Simulated bronchoscopy training delivered by experienced peers improves confidence of new trainees. *Thorax* . 2010 et 65:A116.
69. Pastis N.J, Vanderbilt A.A, Tanner N.T, et al. Construct validity of the Symbionix Bronch mentor simulator for essential bronchoscopic skills. *J Bronchology Interv Pulmonol* . 2014 et 21:314–321.

70. Vaidyanath C, Sharma M, Mistry V, et al. ORSIM™ bronchoscopy simulator improves psychomotor skills for fiberoptic intubation amongst novices. *Br J Anaesth* . 2013 et 111:691P.
71. Rowe R, Cohen R.A. An evaluation of a virtual reality airway simulator. *Anesth Analg* . 2002 et 95:62–66.
72. <http://www.thoracic-anesthesia.com/>. [En ligne]
73. Lee D.J, Fu T.S, Carrillo B, et al. Evaluation of an otoscopy simulator to teach otoscopy and normative anatomy to first year medical students. *Laryngoscope* . 2015 et 125:2159–2162.
74. Wheeler B, Doyle P.C, Chandarana S, et al. Interactive computer-based simulator for training in blade navigation and targeting in myringotomy. *Comput Methods Programs Biomed* . 2010 et 98:130–139.
75. Sowerby L.J, Rehal G, Husein M, et al. Development and face validity testing of a three-dimensional myringotomy simulator with haptic feedback. *J Otolaryngol Head Neck Surg* . 2010 et 39:122–129.
76. Ho A.K, Alsaffar H, Doyle P.C, et al. Virtual reality myringotomy simulation with realtime deformation: development and validity testing. *Laryngoscope* . 2012 et 122:1844–1851.
77. Zirkle M, Roberson D.W, Leuwer R, et al. Using a virtual reality temporal bone simulator to assess otolaryngology trainees. *Laryngoscope* . 2007 et 117:258–263.
78. Wiet G.J, Stredney D, Sessanna D, et al. Virtual temporal bone dissection: an interactive surgical simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg* . 2002 et 127:79–83.
79. Sewell C, Morris D, Blevins N.H, et al. Providing metrics and performance feedback in a surgical simulator. *Comput Aided Surg* . 2008 et ., 13:63–81.
80. Zhao Y.C, Kennedy G, Yukawa K, et al. Can virtual reality simulator be used as a training aid to improve cadaver temporal bone dissection? results of a randomized blinded control trial. *Laryngoscope* . 2011 et 121:831–837.
81. Arora A, Lau L.Y.M, Awad Z, et al. Virtual reality simulation training in otolaryngology. *Int J Surg* . 2014 et 12:87–94.
82. 2002, Edmond Jr. C.V. Impact of the endoscopic sinus surgical simulator on operating room performance. *Laryngoscope* . et 112:1148–1158.
83. Ecke U, Klimek L, Müller W, et al. Virtual reality: preparation and execution of sinus

- surgery. *Comput Aided Surg* . 1998 et 3:45–50.
84. Caversaccio M, Eichenberger A, H usler R. Virtual simulator as a training tool for endonasal surgery. *Am J Rhinol* . 2003 et 17:283–290.
85. Tolsdorff B, Pommert A, H hne K.H, et al. Virtual reality: a new paranasal sinus surgery simulator. *Laryngoscope* . 2010 et 120:420–426.
86. Satava R.M, Fried M.P. A methodology for objective assessment of errors: an example using an endoscopic sinus surgery simulator. *Otolaryngol Clin North Am* . 2002 et 35:1289–1301.
87. Chan M, Carrie S. Training and assessment in functional endoscopic sinus surgery. *J Laryngol Otol*. 2018 Feb et 29335042., 132(2):133-137. doi: 10.1017/S0022215117002183. Epub 2018 Jan 16. PMID:.
88. Fried M.P, Sadoughi B, Weghorst S.J, et al. Construct validity of the endoscopic sinus surgery simulator: II. Assessment of discriminant validity and expert benchmarking. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* . 2007 et 133:350–357.
89. Arora H, Uribe J, Ralph W, et al. Assessment of construct validity of the endoscopic sinus surgery simulator. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* . 2005 et 131:217–221.
90. Gallagher A.G, Cowie R, Crothers I, et al. PicSOR: an objective test of perceptual skill that predicts laparoscopic technical skill in three initial studies of laparoscopic performance. *Surg Endosc* . 2003 et 17:1468–1471.
91. Fried M.P, Satava R, Weghorst S, et al. Identifying and reducing errors with surgical simulation. *Qual Saf Health Care* . 2004 et 1):19–26., 13(Suppl.
92. Fried M.P, Sadoughi B, Gibber M.J, et al. From virtual reality to the operating room: the endoscopic sinus surgery simulator experiment. *Otolaryngol Head Neck Surg* . 2010 et 142:202–207.
93. Uribe J.I, Ralph Jr. W.M, Glaser A.Y, et al. Learning curves, acquisition, and retention of skills trained with the endoscopic sinus surgery simulator. *Am J Rhinol* . 2004 et 18:87–92.
94. Walliczek U, F rtsch A, Dworschak P, et al. Effect of training frequency on the learning curve on the da Vinci Skills Simulator. *Head and Neck* . 2016 et 1):E1762–E1769., 38(Suppl.
95. Walliczek-Dworschak U, Mandapathil M, Frtsch A, et al. Structured training on the da Vinci Skills Simulator leads to improvement in technical performance of robotic novices. *Clin Otolaryngol* . 2017 et 42:71–80.

96. Zhang N, Sumer B.D. Transoral robotic surgery: simulation-based standardized training. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2013 et 139:1111–1117.
97. Ruthenbeck G.S, Tan S.B, Carney A.S, et al. A virtual-reality subtotal tonsillectomy simulator. *J Laryngol Otol.* 2012 et S2):S8–S13., 126(Suppl.
98. Souza I.A, Sanches C, Zuffo M.K. Virtual reality simulator for training of needle biopsy of thyroid gland nodules. *Med Meets Virtual Reality.* 2009 et 17:352–357.
99. Allen, M. (2017). *The sage encyclopedia of communication research methods (Vols. 1-4).* Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc doi: 10.4135/9781483381411.
100. Glarner CE, Law KE, Zelenski AB, McDonald RJ, Greenberg JA, Foley EF, Wiegmann DA, Greenberg CC. Resident training in a teaching hospital: How do attendings teach in the real operative environment? *Am J Surg.* 2017 Jul et 10.1016/j.amjsur, 214(1):141-146.
101. Trickey AW, Newcomb AB, Porrey M, Wright J, Bayless J, Piscitani F, Graling P, Dort J. Assessment of Surgery Residents' Interpersonal Communication Skills: Validation Evidence for the Communication Assessment Tool in a Simulation Environment. *J Surg Educ.* 2016 Nov-Dec;73(6):e19-e27. doi: 10.1016/j.jsurg.2016.04.016. Epub 2016 May 20. PMID: 27216300.
102. Mapiour D, Prytula M, Moser M. A classification of the verbal methods currently used to teach endoscopy. *BMC Med Educ.* 2014 Aug 9, 25106078, 14:163. doi: 10.1186/1472-6920-14-163. PMID: et PMC4135051., PMCID:.
103. Pourmand K, Sewell JL, Shah BJ. What Makes a Good Endoscopic Teacher: A Qualitative Analysis. *J Surg Educ.* 2018 Sep-Oct et 29574017., 75(5):1195-1199. doi: 10.1016/j.jsurg.2018.02.016. Epub 2018 Mar 21. PMID:.
104. 2004, Gaba DM. The future vision of simulation in health care. *Qual Saf Heal Care.* et 13(1):2–10.
105. <https://www.who.int/fr>. [En ligne]
106. Diamond DM, Campbell AM, Park CR, Halonen J, Zoladz PR. The temporal dynamics model of emotional memory processing: a synthesis on the neurobiological basis of stress induced amnesia, flashback and traumatic memories, and the Yerkes-Dodson law. *Neural Pla.* 2007;2007:60803. doi: 10.1155/2007/60803. PMID: 17641736; PMCID: PMC1906714.
107. Basque, J.(2017). Introduction à l'ingénierie pédagogique (4e d.). Texte rédigé pour le

cours en ligne TED 6312 Ingénierie pédagogique et technologies éducatives

(ted6312.teluq.ca). Montréal, Canada : Université T LUQ. 25 pages.

108. Bhutta M, Mandavia R, Syed I, Qureshi A, Hettige R, Wong BY, Saeed S, Cartledge J.

A survey of how and why medical students and junior doctors choose a career in ENT

surgery. *J Laryngol Otol.* 2016 et 130(11):1054-1058.

109. Oker N, Naif H, Reichelt AC, Herman P, Bernal Sprekelsen M, Albers AE. European

otorhinolaryngology training programs: results of a European survey about training

satisfaction, work environment and conditions in six countries. *Eur Arch Otorhinolaryngol.*

2017 Nov;274(11):4017-4029. doi: 10.1007/s00405-017-4727-0. Epub 2017 Sep 11. PMID:

28894913.

110. Piessen G, Chau A, Mariette C, Bouillot JL, Veyrie N. Evaluation of training of residents

and chief-residents in visceral and digestive surgery in France: results of a national survey. *J*

Visc Surg. .2013 et 150(5):297-305.

111. Abe T, Raison N, Shinohara N, Shamim Khan M, Ahmed K, Dasgupta P. The effect of

visual-spatial ability on the learning of robot-assisted surgical skills. *J Surg Educ.* 2018 et

28918007., 75(2): 458-464. doi:10.1016/j.jsurg.2017.08.017. PMID:.

112. Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Lee Gordon D, Scalese RJ. Features and uses

of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic

review. *Med Teach.* 2005 Jan et 16147, 27(1):10-28. doi: 10.1080/01421590500046924.

PMID:.

113. Gurusamy KS, Aggarwal R, Palanivelu L, Davidson BR. Virtual reality training for

surgical trainees in laparoscopic surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009 Jan 21 et 2,

(1):CD006575. doi: 10.1002/14651858.CD006575.pub2. Update in: *Cochrane Database Syst*

Rev.

114. Van Nortwick SS, Lendvay TS, Jensen AR, Wright AS, Horvath KD, Kim S.

Methodologies for establishing validity in surgical simulation studies. *Surgery.* 2010 May et

20015529., 147(5):622-30. doi: 10.1016/j.surg.2009.10.068. Epub 2009 Dec 16. PMID:.

115. Moorthy K, Munz Y, Sarker SK, Darzi A. Objective assessment of technical skills in surgery.

BMJ. 2003 Nov 1;327(7422):1032-7. doi: 10.1136/bmj.327.7422.1032. PMID: 14593041; PMCID:

PMC261663.

116. Chauvelot J, Laurent C, Le Coz G, Jehl JP, Tran N, Szczetyńska M, Moufki A, Bonnet AS, Parietti-Winkler C. Morphological validation of a novel bi-material 3D-printed model of temporal bone for middle ear surgery education. *Ann Transl Med.* 2020 Mar;8(6):304. doi: 10.21037/atm.2020.03.14. PMID: 32355748; PMCID: PMC7186742.
117. Servotte, J.C., Goosse, M., Campbell, S.H., Dardenne, N., Pilote, B., Simoneau, I.L., Guillaume, M., Bragard, I., & Ghuysen, A. (2020, January). Virtual reality experience: Immersion, sense of presence, and cybersickness. *Clinical Simulation in Nursing*, 38(C), 35-43 <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2019.09.006>
118. <https://eaccme.uems.eu/home.aspx>. [En ligne]
119. <http://ebeorl-hns.org/>. [En ligne]
120. <http://www.interreg-gr.eu/>. [En ligne]
121. <https://medecine.univ-lorraine.fr/fr/ecole-chirurgie>. [En ligne]
122. 2007-08-18., "ACGME". Accreditation Council for Graduate Medical Education. Archived from the original on 13 August 2007. Retrieved.

ANNEXES

PROPOSITION D'UN PROGRAMME DE FORMATION

Objectif :

Il s'agit d'un programme de formation proposant différents ateliers répartis par sous-disciplines permettant l'acquisition de compétences *techniques et non techniques* générales, nécessaires à une activité chirurgicale au bloc opératoire d'ORL. À l'issue de sa formation, le participant doit obtenir une expérience cumulée suffisante pour assister les gestes chirurgicaux en oto-rhino-laryngologie.

Public cible :

Médecins en voie de spécialisation en Oto-rhino-laryngologie en Belgique francophone

Structure générale :

Chaque module propose différents paliers d'apprentissage à acquérir par l'apprenant. Ils se répartissent sur 3 journées de formation mises à disposition des assistants auxquelles ils doivent s'inscrire. Le système fonctionne par l'intermédiaire de contrats pédagogiques spécifiques à chaque module et propose un certificat de réussite en fin de formation attestant de la participation et la réussite des épreuves. Chacun des ateliers est par ailleurs encadré par une courte séance de briefing et de debriefing afin de définir les objectifs d'apprentissage et améliorer nos pratiques futures.¹²

Méthode d'évaluation :

Chacune des séances sera encadrée par un tuteur expert et une échelle de cotation spécifique, indicative et formative, sera rendue à la fin de chaque séance également.

Structure temporelle :

A définir

¹² Les objectifs d'apprentissage et unités d'enseignement de cette formation s'inspirent des programmes d'entraînement de l'union européenne des médecins spécialistes (<http://orluems.com/>), mettant déjà à disposition des programmes d'entraînement, méthodes d'évaluation, logbooks et différentes chartes.

1. Module otologie

Compétences ciblées :

- Acquisition de connaissances générales au sujet de l'anatomie chirurgicale et radiologique de l'os temporal
- Acquisition de connaissances pratiques des différents abord chirurgicaux de l'oreille moyenne
- Dissection de l'os temporal et l'oreille moyenne avec mise en évidence des différentes structures anatomiques (sinus sigmoïde, dure-mère, courte apophyse de l'enclume, 3^e portion du nerf facial, corde du tympan, fenêtre ronde)
- Mise en pratique des différentes techniques de fraisage
- Abord endoscopique de l'oreille moyenne ?

Schéma d'apprentissage :

Palier 1 :

- Réalisation de minimum 3 séances de dissection de l'os temporal (antromastoïdectomie) sur le simulateur virtuel haute-fidélité Voxel-Man Tempo°
- Réponse au questionnaire de radio-anatomie du rocher de Grenoble

Palier 2 :

- Prélèvement de minimum un rocher cadavérique au laboratoire d'anatomie humaine
- Dissection de minimum un rocher cadavérique et évaluation via une échelle de référence

Ressources nécessaires :

- Tuteur expert encadrant
- Simulateur virtuel Voxel-Man Tempo° et local dédié
- Questionnaire de radio-anatomie du rocher (disponible en ligne <http://www.radioanatomie.com>)
- Accès au laboratoire d'anatomie humaine et matériel dédié de prélèvement
- Local pour laboratoire de dissection du rocher cadavérique et matériel dédié (microscope binoculaire, fraises et moteur, irrigation, statif et matériel de protection)
- Échelle de cotation individuelle et formative (intégrée au simulateur et échelle propre au modèle cadavérique)

2. Module rhinologie

Compétences ciblées :

- Acquisition de connaissances générales au sujet de l'anatomie chirurgicale et radiologique des cavités rhino sinusiennes
- Acquisition de connaissances pratiques concernant l'approche endoscopique des cavités rhino sinusiennes
- Dissections endoscopiques générales (méatotomie moyenne, biopsies endonasaes et polypectomie, ponction sinusienne), bases de septoplastie-turbinoplastie
- Techniques de tamponnement nasal

Schéma d'apprentissage :

Palier 1 :

- Réalisation de minimum 3 séances d'exercices endoscopiques standardisés sur modèle physique (modèle Phacon° ou Twinmed°) et exercices de tamponnement nasal
- Réponse au test de Vandeberg and Kuse

Palier 2 :

- Réalisation de minimum une séance de dissection endoscopique sur modèle cadavérique (exercices standardisés et échelle de Lindquist)
- Techniques de septoplastie et turbinoplastie sur modèle cadavérique

Ressources nécessaires :

- Tuteur expert encadrant
- Simulateur physique Phacon° ou TwinMed°, tour endoscopique, optiques 0° et 30°
- Test de Vandeberg and Kuse
- Accès au laboratoire d'anatomie humaine et disponibilité du matériel endoscopique (boite dédiée) et de chirurgie endoscopique
- Échelle de Lindquist
- Matériel de tamponnement

3. Module laryngologie et chirurgie cervico-faciale

Compétences ciblées :

- Acquisition de connaissances générales au sujet de l'anatomie chirurgicale et radiologique cervico-faciale
- Acquisition de connaissances pratiques concernant la chirurgie cervicale et bucco-pharyngée, fibroscopie laryngées et bronchique souple et rigide
- Réalisation de procédures générales de trachéotomie chirurgicale, percutanée et sous anesthésie locale
- Gestion de prothèses phonatoires
- Abords de cervicotomie

Palier 1 :

- Procédures de laryngoscopie souple et rigide, bronchoscopie sur mannequin
- Crico-thyroïdectomie, trachéotomie et prothèse phonatoire sur mannequin

Palier 2 :

- Procédures de cervicotomie et trachéotomie sur cadavre

Ressources nécessaires :

- Tuteur expert encadrant
- Simulateur physique TwinMed° complet (larynx et bronches)
- Fibroscope et laryngoscope, bronchoscope
- Tour d'endoscopie
- Canules de trachéotomie, prothèse phonatoire
- Accès au laboratoire d'anatomie humaine et disponibilité du matériel de cervicotomie

EUROPEAN ACCREDITATION COUNCIL FOR CONTINUING MEDICAL EDUCATION (EACCME)

(118)

L'Union Européenne des Médecins Spécialistes (UEMS) a été fondée en 1958 dans le but de représenter les intérêts des médecins spécialistes au niveau international. L'UEMS est une organisation bénévole non gouvernementale dont les membres sont les organisations médicales nationales qui représentent les médecins spécialistes dans l'Union européenne et dans les pays associés. En janvier 2000, l'UEMS a créé le Conseil européen d'accréditation pour la formation médicale continue (EACCME®) dans le but d'encourager les normes les plus élevées dans le développement, la prestation et l'harmonisation de la formation médicale continue (FMC) et, plus tard, du développement professionnel continu (DPC). Le but de l'EACCME® était de fournir une accréditation de la FMC internationale en Europe et de faciliter la reconnaissance des crédits entre les différents pays d'Europe. Afin d'atteindre ce but, l'UEMS-EACCME® a signé des accords de coopération avec des pays en Europe, et aussi en dehors de l'Europe. Les pays reconnaissant les crédits octroyés par l'organisme sont référencés sur le site (et dont la Belgique fait partie), en Europe et aux USA ainsi qu'un Canada.

Pour l'examen des demandes soumises à l'EACCME® pour l'accréditation, l'EACCME® s'appuie sur l'expertise de ses partenaires. Par conséquent, toutes les demandes sont examinées simultanément par :

- L'Autorité Nationale d'Accréditation (NAA)¹³ du pays en Europe dans lequel le LEE aura lieu.
- L'organisation spécialisée concernée, qu'il s'agisse de la section spécialisée et du conseil d'administration/du comité mixte multidisciplinaire de l'UEMS (MJC) ou du Bureau européen d'accréditation des spécialités (ESAB)

L'EACCME® a signé des accords pour l'accréditation d'événements éducatifs en direct et de matériel d'apprentissage en ligne avec une majorité d'autorités nationales d'accréditation en Europe. Dans le cadre du processus d'examen de l'EACCME®, les autorités nationales d'accréditation vérifieront la compatibilité de la demande avec les réglementations locales.

¹³ Autorité nationale d'accréditation (NAA)

Chaque pays dispose d'un organisme compétent qui réglemente l'accréditation de la FMC-DPC sur son territoire. Cet organisme compétent varie selon le pays et peut être organisé de différentes manières

L'UEMS compte actuellement 43 sections spécialisées et 14 commissions mixtes multidisciplinaires. Elle travaille également en collaboration avec les bureaux européens d'accréditation des spécialités (ESAB) pour les spécialités suivantes, selon les principes du processus EACCME® :

- Allergologie et immunologie clinique : Bureau européen d'accréditation en allergologie et immunologie clinique (EBAACI)
- Cardiologie : Comité d'accréditation des spécialistes en cardiologie (SACC)
- Oncologie et radiothérapie : Conseil d'accréditation de l'oncologie en Europe (ACOE)
- Pneumologie : Bureau européen d'accréditation en pneumologie (EBAP)
- Radiologie : Conseil d'accréditation en imagerie (ACI)

L'EACCME® a des accords particuliers avec les ESAB. Pour toutes les spécialités énumérées ci-dessus, l'EACCME® soumettra toutes les demandes éligibles dans ces domaines à l'ESAB concerné pour leur examen spécialisé. En conséquence, les ESAB sont autorisés à émettre une facture aux fournisseurs afin de couvrir leurs tâches administratives spécifiques et les dispositions relatives à l'assurance qualité dans leurs événements de FMC. Dans le cadre du processus d'examen de l'EACCME®, la Section spécialisée de l'UEMS/Comité mixte multidisciplinaire/Bureau européen d'accréditation des spécialités (BEAA) vérifiera la compatibilité de la demande avec les critères de l'EACCME®.

L'EACCME® explore et développe constamment de nouvelles politiques et activités dans le domaine de l'accréditation et a mis en place divers organes de travail pour atteindre cet objectif. C'est ainsi que la task-force EACCME® a élaboré de nouveaux critères pour l'accréditation des matériels d'apprentissage en ligne en 2009 et a mis à jour les critères pour les événements éducatifs en direct en 2012. La Taskforce EACCME® a ensuite été remplacée par le Conseil de gouvernance de l'UEMS sur la FMC-DPC en 2015. Ce groupe a développé le projet EACCME® 2.0 qui a conduit à la mise en œuvre de la nouvelle plate-forme EACCME® et à la reconnaissance des activités de DPC-FMC.

Le Conseil de gouvernance de l'UEMS a été remplacé par quatre groupes de travail EACCME® qui travaillent actuellement sur les sujets suivants

- Expansion de la reconnaissance des qualifications professionnelles
- Formes d'information sur les pays d'origine et participation de l'industrie
- Collaboration avec d'autres professionnels de la santé
- Développement d'un module de formation pour les examinateurs
- Chaque groupe est composé de membres des autorités nationales d'accréditation, des sections et bureaux spécialisés de l'UEMS/Comités mixtes multidisciplinaires et des bureaux européens d'accréditation de spécialités

QUELLE EST LA VALEUR AJOUTÉE DE L'ACCREDITATION UEMS-EACCME® ?

Toutes les demandes d'accréditation européenne soumises à l'EACCME sont examinées selon des critères de très haute qualité et par des spécialistes médicaux actifs dans le domaine.

L'accréditation par l'EACCME signifie donc que l'activité de FMC/DPC fournie a une grande valeur scientifique, est exempte de tout préjugé commercial et favorise l'apprentissage actif des adultes. Ceci est d'une importance capitale pour les médecins qui doivent rendre compte à leur autorité nationale d'accréditation de leur activité de FMC/DPC pendant une certaine période, et ce d'autant plus que de nombreux systèmes nationaux sont (en train de devenir) obligatoires et non volontaires. Comme tous les événements accrédités par l'EACCME sont publiés sur la plate-forme de l'EACCME, les médecins peuvent facilement trouver un événement accrédité par l'EACCME auquel ils peuvent assister en fonction de leur domaine d'intérêt.

En participant à un événement accrédité par l'EACCME, ils pourront obtenir des crédits de FMC européens (ECMEC) qui sont reconnus non seulement dans une majorité de pays européens (avec lesquels l'EACCME a signé des accords), mais aussi aux États-Unis et au Canada. En remettant leur certificat EACCME à leur autorité nationale d'accréditation, leurs crédits seront automatiquement reconnus et convertis en crédits nationaux.

L'accréditation EACCME est largement reconnue et attire de nombreux participants et apprenants internationaux.

Cet organisme promeut l'utilisation de la simulation dans l'apprentissage et référence une série d'événements pédagogiques à travers l'Europe, basé sur cet outil et disponibles en live ou en e-learning. Il s'agit en effet d'un outil particulièrement adapté à la mesure précise des compétences avec une validation subséquente aisée à appliquer. L'examen Européen de fin de spécialité en fait également partie et a été proposé en fin de cursus à nos assistants récemment.

EUROPEAN BOARD EXAMINATION

Le jury d'examen européen en oto-rhino-laryngologie a été créé par la section ORL de l'UEMS et le conseil d'administration en octobre 2008. Il a été créé pour aider à harmoniser la base de connaissances des otorhinolaryngologistes à travers l'Europe (119)

Certains pays européens ont un examen de fin de formation afin d'évaluer les connaissances acquises au cours de leur programme de formation. L'European Board Exam n'est PAS une alternative à un examen national, lorsqu'il en existe un.

Grâce à l'Ebeorl, un jury supranational (européen) indépendant établira une norme de qualité pour toute l'Europe, afin de permettre la libre circulation des spécialistes entre les pays membres.

L'examen du Bureau européen se compose de DEUX PARTIES :

PARTIE I : Examen écrit avec 100 questions à choix multiples. Une seule réponse est valable. Aucune note négative pour les réponses incorrectes.

PARTIE II : Examen oral pour compléter la partie écrite. Seuls les candidats ayant réussi la partie I sont autorisés à passer la partie II.

Les candidats qui ont réussi les parties I (écrite) et II (orale) et qui sont des spécialistes selon leur conseil national dans leur pays d'origine sont "Fellows du Conseil européen de l'ORL-HNS", indépendamment du fait qu'ils soient originaires de pays membres ou non de l'UE.

Les autres candidats retenus, provenant uniquement des pays de l'UEMS (pas encore certifiés comme spécialistes) recevront un "Diplôme du Conseil européen d'Otorhinolaryngologie", jusqu'à ce qu'ils puissent fournir un certificat de spécialité valide.

NHL-CHIREX - PROGRAMME D'EXCELLENCE EN CHIRURGIE ET RADIOTHÉRAPIE DES FACULTÉS DE MÉDECINE DE NANCY, HOMBOURG, SARRE ET LIÈGE

Ce projet vise pour la première fois une coopération systématique entre les trois facultés de médecine de la Grande Région ainsi que le Luxembourg et la faculté de médecine de Mayence (120). Cela demande un effort considérable en matière d'organisation en amont: élaboration des parcours de formation conjoints qui définissent les standards pour chaque module d'enseignement proposé, formation spécifique des enseignants des différents trimestres 2019 et seront par la suite maintenus jusqu'en mai 2022. Ce projet offre des modules de formation supplémentaires en chirurgie, médecine d'urgence et oncologie-radiothérapie destinés aux médecins et manipulateurs radio. Il comporte un enseignement d'excellence basé sur des méthodes pédagogiques innovantes faisant appel à la simulation, l'apprentissage sur robots et le e-learning. Les outils pédagogiques proposés offrent en effet aux professionnels de s'exercer à l'aide de simulateurs patients haute fidélité, de modèles in vivo et de robots. Cette technologie stimule l'émergence du savoir de l'apprenant et lui permet d'acquérir les compétences cliniques nécessaires à la pratique de son métier, dans un environnement recréé et selon le leitmotiv « jamais la première fois sur le patient ».

Les objectifs sont multiples (120):

- Une unification des pratiques : améliorer la formation des jeunes médecins de la Grande Région et unifier les pratiques. Ces pratiques seront issues des pôles d'excellence en formation chirurgicale et radiothérapie, points forts respectifs de chaque université partenaire.
- Des enseignements communs : faciliter la mobilité des praticiens cliniciens et des enseignants en proposant ces enseignements communs dans les 3 sites universitaires
- Des rotations cliniques transfrontalières : faciliter la mobilité des étudiants et des praticiens cliniciens via les enseignements communs et les rotations cliniques transfrontalières.
- Favoriser l'employabilité transfrontalière : obtenir une meilleure connaissance des sites hospitalo-universitaires dans chaque pays de la Grande Région et des pratiques médicales qui doit favoriser l'employabilité transfrontalière.
- Un congrès annuel international : l'organisation d'un congrès annuel international autour des thématiques cliniques de chirurgie avec un focus sur les pratiques partagées et enseignées de manière moderne par la simulation pour diffuser plus largement le résultat des travaux collaboratifs contribuant ainsi au rayonnement de la Grande Région.

Dans ce cadre, le Centre de Simulation Médicale de Liège (5) organise des sessions de formation de trois jours en médecine d'urgence, ainsi que des sessions de formation de deux

jours en radiothérapie en collaboration avec le CHU de Liège. L'un des buts recherchés est d'inclure dans la maquette de validation des spécialités des stages validants qui se déroulent dans les hôpitaux transfrontaliers chez les partenaires du projet. À terme ce projet pourrait conduire à un cursus intégré en médecine sous la responsabilité de l'Université de la Grande Région en coopération avec les facultés de Hombourg/Sarre, Liège et Nancy.

Durée du projet : 2018-2022

Subsidié par : Interreg Grande Région et cofinancement FEDERLogo Erasmus+ 300

Partenaires :

Université de Lorraine (FR) - Chef de file

Université de Liège (BE)

CHU Liège (BE)

Université de la Sarre (DE)

Centre national de radiothérapie du Grand Duché du Luxembourg - Centre François Baclesse

Partenaires méthodologiques: Institut de Cancérologie de Lorraine, Université de la Grande Région - UniGR a.s.b.l., Université Johannes Gutenberg Mayence.

RAPPORT DE LA HAUTE AUTORITÉ DE LA SANTÉ : ÉTAT DE L'ART (NATIONAL ET INTERNATIONAL) EN MATIÈRE DE PRATIQUES DE SIMULATION DANS LE DOMAINE DE LA SANTÉ (2012)

Ce rapport propose dix actions qui permettraient, sans doute, un développement favorable de la simulation et un impact incontestable sur la qualité, la sécurité des soins.

Simulation en santé : 10 propositions (4)

1. La formation par les méthodes de simulation en santé doit être intégrée dans tous les programmes d'enseignement des professionnels de santé à toutes les étapes de leur cursus (initial et continu). Un objectif éthique devrait être prioritaire : « jamais la première fois sur le patient ».
2. L'importance de l'impact de la formation par la simulation sur les facteurs humains et le travail en équipe ainsi que son utilité dans la sécurité des soins doivent être largement étudiés.
3. Une politique nationale doit permettre à la formation par la simulation d'être valorisée et dotée de manière adaptée.
4. La formation initiale et continue par la simulation doit faire l'objet de coopérations entre les universités et les structures de soins ou les instituts de formation (publics ou privés).
5. Les formateurs en matière de simulation doivent bénéficier d'une compétence réelle, validée par l'obtention de diplômes universitaires spécifiques.
6. Chaque société savante doit identifier des programmes de formation par la simulation adaptés aux priorités de leur discipline.
7. L'ensemble des ressources doit faire l'objet d'une mutualisation selon des critères validés (plates-formes équipées accessibles, banque de scénario, programmes de DPC, etc.).
8. Au niveau national ou régional, les accidents les plus graves ou les plus signifiants doivent faire l'objet de reconstitutions en simulation afin d'en analyser les causes et de prévenir leur répétition.
9. La simulation peut être utilisée comme un outil de validation des compétences (ou de transfert de compétences) des professionnels au sein de structures « certifiées ».
10. Les travaux de recherche sur la simulation en santé doivent faire l'objet d'une méthodologie rigoureuse et d'une collaboration en réseau.

La simulation haute-fidélité constitue un outil de formation complet pouvant réduire le fossé entre une faible exposition aux situations critiques et une pratique répétée nécessaire à une prise en charge efficace. Malgré des difficultés, d'ordre essentiellement économique, la simulation est une méthode pédagogique d'intérêt. Elle est très largement acceptée et

souhaitée, tant par les étudiants que les enseignants. Elle a déjà fait ses preuves dans différents domaines. Elle demande certainement à être développée, dans l'objectif prioritaire d'une amélioration des pratiques et de la gestion optimale des risques.

L'EXEMPLE DE L'ÉCOLE DE CHIRURGIE DE NANCY

L'École de Chirurgie de Nancy-Lorraine est née de la fusion, en 2005, du laboratoire de Chirurgie Expérimentale (Pr. Jean-Pierre Villemot) de la Faculté de Médecine de Nancy et de l'institut de Recherche Chirurgicale (Pr. G. Dautel). Aujourd'hui co-dirigée par Pr. L. Bresler et par Dr. N. Tran, l'École de Chirurgie, un des rares centres de formation chirurgicale en France et en Europe, a la vocation de développer, via un processus d'identification forte à l'échelle nationale, européenne et internationale, des activités de formation & recherche en chirurgie notamment dans le domaine de l'innovation médico-chirurgicale (téléchirurgie, chirurgie robotique, chirurgie coelioscopique, endoscopique, endoluminale, chirurgie réparatrice cellulaire et tissulaire) et une valorisation des procédures de validation thérapeutique fondée sur de l'expertise chirurgicale (121).

Au travers d'un riche programme multi-spécialité de formation et de recherche, l'École de Chirurgie de Nancy-Lorraine s'adresse aux chirurgiens, aux internes en chirurgie, aux paramédicaux, aux chercheurs et aux ingénieurs biomédicaux. L'École de Chirurgie de Nancy-Lorraine est ainsi devenue une référence nationale/internationale dans la formation chirurgicale. Le nombre d'inscrits est passé de 40 à plus de 2300 en 2017, croissance de plus de 50% /an. Une collaboration plus soutenue avec les industriels comme le montre une mise à disposition du robot Da Vinci par Intuitive Surgical et divers soutiens institutionnels et financiers des projets pédagogiques.

L'École de Chirurgie de Nancy-Lorraine est née en 2006. Elle a la vocation de développer, via un processus d'identification fort à l'échelle nationale et internationale, des activités de formation et recherche en chirurgie, notamment dans le domaine de l'innovation médico-chirurgicale multidisciplinaire (téléchirurgie, chirurgie robotique, chirurgie coelioscopique, endoscopique, endoluminale, etc.).

L'École de Chirurgie (EC) a une longue expérience en simulation chirurgicale depuis 10 ans. Actuellement, cette structure multidisciplinaire est unique en Europe. L'EC est devenue une référence dans la formation chirurgicale, le nombre d'inscrits étant passé de 40 en 2006 à plus de 3 500 en 2018.

L'École de Chirurgie a mis en place des parcours innovants qui contribuent progressivement à la certification, au plan national voir européen, de l'enseignement de la chirurgie. Ces enseignements par simulation sont en parfaite cohérence avec le développement de la chirurgie mini-invasive (coelioscopie, endoscopie, hybride/endocathétaire, robotique)

nécessitant des compétences psychomotrices de plus en plus complexes (réadaptation 2D versus 3D, appréciation/maîtrise du nouvel environnement « outil-patient », etc.) et le besoin de certification.

Le contenu pédagogique initial comporte :

Une phase d'acquisition de bases chirurgicales (internes de 1e et 2e année) : entraînement sur simulateurs avec évaluation et suivi de courbes d'apprentissage.

Une phase de consolidation des techniques chirurgicales (internes de 3e à 5e année) : entraînement sur simulateurs avec des procédures complètes. Étude de cas et répétition des gestes avec le système des modèles numériques afin de parfaire le diagnostic et/ou le choix thérapeutique. Simulation de procédures sur des modèles précliniques ou modèles anatomiques.

Le programme pédagogique continu :

Il s'agit de sessions organisées sous forme de workshops d'1 à 4 jours. Généralement, ces séances sont en collaboration avec les industriels du domaine de la santé permettant de créer des formations d'Excellence sous forme de Masterclasses en relation avec l'innovation technique/technologique. Ces formations sont supervisées par des référents experts dans leur domaine de compétence et s'intéressent essentiellement aux nouvelles techniques/technologies chirurgicales à haute valeur ajoutée.