كلية الطب والصيدلة وطب الأسنان
FACULTÉ DE MÉDECINE, DE PHARMACIE ET DE MÉDECINE DENTAIRE

جامعة سيدي محمد بن عبد الله - فاس
UNIVERSITÉ SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

SCENARII DE SIMULATION EN ANESTHESIE PEDIATRIQUE

Mémoire présenté par

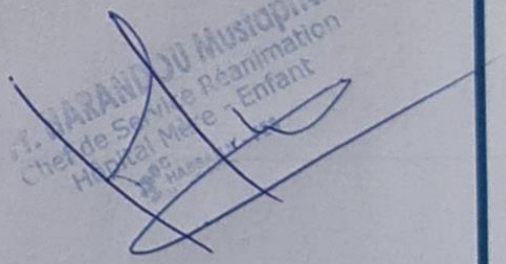
Docteur KHLIFI TAGHZOUTI ADAM
Né le 14 Mai 1994 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

Option : ANESTHESIE-REANIMATION

Sous la direction du professeur : HARANDOU Mustapha

Session Juin 2024



PLAN

Table des matières

SCENARII DE SIMULATION EN ANETSHESIE PEDIATRIQUE 1
PLAN 2
LISTE DES ABREVIATIONS 5
LISTE DES FIGURES 7
INTRODUCTION 10
PREMIERE PARTIE : LA SIMULATION EN ANESTHESIE 13
HISTORIQUE 14
THEORIE DE L'APRENTISSAGE 18
ELABORATION D'UN SCENARIO 21
SEANCE DE SIMULATION : DU PREBRIEFING AU DEBRIEFING 29
SIMULATION : TECHNOLOGIES ET MODALITES 38
CRISIS RESOURCE MANAGEMENT 50
SIMULATION EN ANESTHESIE PEDIATRIQUE 54
DEUXIEME PARTIE : SCENARII DE SIMULATIONEN ANESTHESIE PEDIATRIQUE 67
CONCLUSION 128
RESUMES 130
RESUME 131

LISTE DES ABREVIATIONS

CRM : Crisis Resource Management

ACRM: Anesthesia Crisis Resource Management

ECG: Electrocardiogramme

OSCE : Objective Structured Clinical Examination

ECOS : Examen Clinique Objectif Structuré

DPC : Développement Professionnel Continu

HAS : Haute Autorité de Santé

ARMU : Anesthésie Réanimation et Médecine d'urgence

SA : Semaines d'aménorrhée

FR : Fréquence respiratoire

CPM : Cycles par minute

SpO2 : Saturation pulsée en oxygène

FC : Fréquence cardiaque

BPM : Battements par minute

PA : Pression artérielle

MmHg : Millimètres de Mercure

GCS : Glasgow Coma Scale

RCP : Réanimation cardiopulmonaire

ACR : Arrêt cardio respiratoire

IADE : Infirmier anesthésite diplômé d'état

AG : Anesthésie générale

RACS : Récupération d'une Activité Cardiaque Spontannée

VAC : Ventilation assistée contrôlée

GDS : Gaz du sang

ETT : Echographie Trans thoracique

HTAP : Hypertension artérielle pulmonaire

OAP : Œdème aigu du poumon

ROT : Réflexes ostéo-tendineux

IV : Intra veineux

SNC : Système nerveux central

LCS : Liquide céphalo spinal

IRM : Imagerie par résonance magnétique

ICU : Intensive Care Unit

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Crâne montrant de nombreux trous percés pour pratiquer la trépanation 15

Figure 2 : Denson & Abrahamson – SimOne (1967) 16

Figure 3 : Howard Schwid et Dan O'Donnell avec le simulateur d'anesthésie Anesof, 1989 17

Figure 4 : De gauche à droite : Samsun Lampotang, Gordon Gibby, Michael Good (assis), et JS Gravenstein, avec GAS, c 1987 17

Figure 5 : Schéma représentant le déroulement narratif du scénario .. 26

Figure 6 : Schéma représentant une séance de simulation, ses différents composants et leur durée relative 30

Figure 7 : Schéma représentant le cycle d'apprentissage clinique et le cadre théorique de l'apprentissage expérientiel de Kolb 31

Figure 8: Techniques de Débriefing..... 37

Figure 9: Du Briefing au Débriefing 37

Figure 10: Modèle de fantôme anatomique inorganique pour la simulation de tâches d'anesthésie régionale échoguidée..... 45

Figure 11: Le simulateur de canulation artérielle 45

Figure 12: Le premier mannequin, Resusci Anne, a été utilisé pour la formation à la réanimation cardio-pulmonaire..... 46

Figure 13: Accessoire d'insertion du cathéter veineux central 46

Figure 14: Un simulateur d'anesthésie pour la formation à l'anesthésie générale (1987). 49

Figure 15: Une « serious game » pour simuler « le crisis resource management » en anesthésie..... 49

Figure 16: Compétences non techniques pour la gestion des situations de crise en aéronautique "Crew Resource Management" 50

Figure 17: Incidents de compagnies aériennes illustrant les principes importants de crew/crisis resource management (CRM) dans l'aviation et la médecine 52

Figure 18: Différences dans les procédures et l'anatomie pédiatriques par rapport à celles des adultes..... 55

Figure 19: Entraîneur de voies aériennes pédiatriques de SynDaver Labs avec une vue pendant l'intubation 58

Figure 20: Airway part-task trainers. 58

Figure 21: TruCorp AirSim Pierre Robin 59

Figure 22: Deux simulateurs à tâches partielles différents pour la réanimation cardio-respiratoire..... 60

Figure 23: Simulab Lumbar Puncture Baby System 63

Figure 24: Laerdal Medical Baby Stap lumbar puncture part task trainer. 63

Figure 25: Mannequin haute-fidélité: Laerdal Medical SimJunior® 67

Figure 26: Mannequin haute-fidélité: SimNewB® 67

Figure 27: Mannequin haute-fidélité: HAL® S3005 5 Year Old Pediatric Simulator. 68

Figure 28: Facteurs de risques de complications respiratoires périopératoires en pédiatrie 81

Figure 29: CAT en préopératoire devant un enfant enrhumé 81

INTRODUCTION

Les lecteurs sont peut-être déjà bien familiarisés avec la manière dont la formation par simulation peut améliorer les compétences techniques individuelles, les compétences non techniques et les performances de l'équipe. Mais la vérité encore sous-estimée de la formation par la simulation est la suivante : les principes fondamentaux de la simulation sont en fait les principes fondamentaux du leadership.

L'éducateur ou le clinicien qui maîtrise le contenu de la simulation sera également un maître de la communication difficile, de la gestion du changement institutionnel, de l'intelligence émotionnelle, de la planification stratégique, de la prise de décision et d'autres compétences fondamentales.

Bien que la simulation médicale soit sérieuse par nature, la simulation elle-même peut être considérée comme une forme de jeu. Les activités ludiques confèrent de nombreux avantages, notamment le renforcement des relations, l'amélioration de la résolution des problèmes et l'accroissement de la créativité, qui se combinent pour créer des réponses plus souples, plus adaptatives et plus efficaces aux situations difficiles. De même, les activités de simulation sont par nature une sorte de jeu de rôle, qui offre la possibilité d'expérimenter la gestion d'événements ou des styles de communication dans des environnements à faible niveau d'exigence.

Les responsables des services d’anesthésie doivent être capables de prendre des décisions à temps, de déléguer des rôles, de surveiller les performances, de mobiliser des ressources, d'anticiper et de planifier l'avenir. La simulation permet de s'exercer dans chacun de ces domaines.

Les paradigmes de gestion des urgences (y compris la gestion des ressources en cas de crise) comprennent des éléments d'exploitation des différences - ce que les

gens peuvent faire, comment pouvons-nous nous assurer que tous les éléments nécessaires sont réalisés, et qui est le mieux placé pour faire quoi. Ces questions permettent d'optimiser l'attribution des rôles, la délégation des tâches et la gestion des ressources.

Dans chaque élément de la conception, de la mise en œuvre et de l'évaluation de la formation par simulation, vous verrez les principes fondamentaux du leadership en jeu. Les principes fondamentaux de la simulation sont les principes fondamentaux du leadership.

PREMIERE PARTIE : LA SIMULATION EN ANESTHESIE

HISTORIQUE

Si l'essor de la simulation en santé en général semble récent, la simulation, sous de nombreuses formes, existe en fait depuis plus d'un millier d'années. Owen, dans son livre ; Simulation in Healthcare Education : An Extensive History, remonte à 500 après J.-C. pour la première utilisation documentée de la simulation dans l'enseignement de la médecine [1]. Cette utilisation est décrite dans le Sushruta Samhita, où les étudiants étaient invités à pratiquer des incisions sur des objets ressemblant à des parties du corps humain (par exemple, des gourdes, des calebasses, des sacs en cuir remplis de liquide ou des animaux morts) (Figure 1). Les élèves étaient encouragés à s'entraîner "pour être rapides, ce qui était important pour opérer des patients sans anesthésie" [1]. Au cours de sa longue histoire, la simulation s'est répandue dans de nombreuses géographies et disciplines ; la chirurgie, l'obstétrique et la gynécologie, l'ophtalmologie, l'urologie, l'odontologie, la traumatologie, la psychiatrie, la médecine dentaire, l'urologie, la dentisterie, la traumatologie et les soins infirmiers. Ce qui est remarquable c'est que le manuel historique d'Owen, de plus de 400 pages, termine son histoire aux alentours de 1950[1]! Tous ceux qui travaillent dans le monde moderne de la simulation qui pensent avoir commencé quelque chose de nouveau ont en fait beaucoup à apprendre des générations précédentes.

Figure 1: Crâne montrant de nombreux trous percés pour pratiquer la trépanation.

L'anesthésiologie est ancrée dans la sécurité des patients. L'anesthésie n'étant généralement pas thérapeutique en soi, la motivation de ne pas nuire est encore plus forte que d'habitude, ou, pour reprendre les termes de la mission originale et maintenant la vision de l'Anesthesia Patient Safety Foundation (APSF), "Veiller à ce qu'aucun patient ne subisse de préjudice du fait de l'anesthésie" [2]. La simulation en anesthésie, telle que nous la connaissons aujourd'hui, s'est développée de manière indépendante et convergente à partir des intérêts de différentes personnes dans les domaines de la formation médicale et de la sécurité des patients. Dans les années 1960, le Dr Stephen Abrahamson, un éducateur, a dirigé la première introduction relativement moderne de la simulation à grande échelle en anesthésiologie [3]. Son incursion dans l'enseignement médical est née de son intérêt pour l'utilisation des premiers ordinateurs afin d'améliorer l'expérience éducative.

Ce n'est qu'avec la deuxième vague moderne de simulation (à partir du milieu

des années 1980) que le marché de la simulation dans la santé a commencé à se développer. Cette vague était motivée non seulement par le développement de modèles physiologiques d'anesthésie susceptibles d'améliorer l'enseignement, mais aussi à partir d'environnements de simulation à grande échelle créés pour répondre aux questions de sécurité des patients. Cinq pionniers de la simulation en anesthésiologie (chacun ayant développé un aspect de la simulation pour des raisons différentes) étaient James Philip, Howard Schwid, David Gaba, et l'équipe mentor/mentoré de J.S. Gravenstein et Michael Good [4-8]. Entre ces deux vagues, Jeffrey Cooper et Ellison Pierce ont mis l'accent sur la sécurité des patients, fertilisant ainsi le terrain à partir duquel la simulation allait se développer [9-11]. L'accent mis sur la sécurité des patients a été la clé du succès de la simulation.

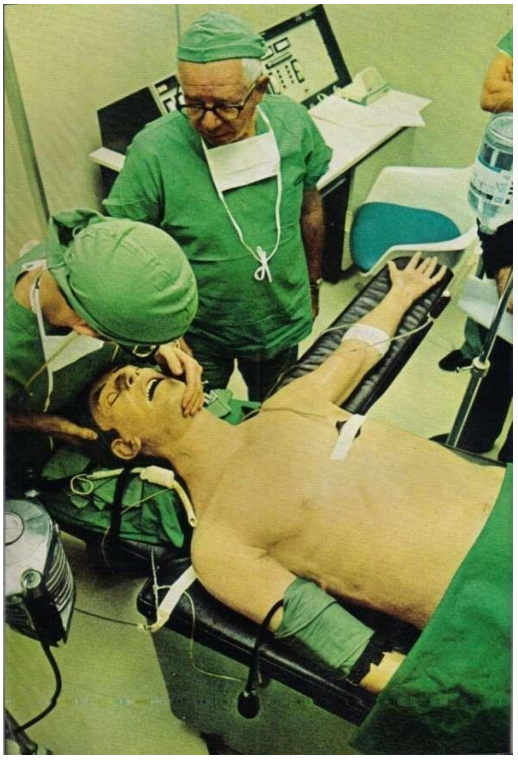


Figure 2: Denson & Abrahamson - SimOne (1967)

Figure 3: Howard Schwid et Dan O'Donnell avec le simulateur d'anesthésie Anesof, 1989

Figure 4: De gauche à droite : Samsun Lampotang, Gordon Gibby, Michael Good (assis), et JS Gravenstein, avec GAS, c 1987.

THEORIE DE L'APRENTISSAGE

« See one. Do one. Teach one… » Si cette approche a bien fonctionné pendant des générations, nous vivons aujourd'hui dans le monde de l'evidence based medicine. De même, les appels à la réforme de l'enseignement dans toutes les professions de santé nous obligent à pratiquer l'evidence based education. La simulation est l'environnement idéal pour favoriser l'apprentissage par l'expérience et la réflexion, ainsi que l'application des pratiques éducatives saines. Le domaine de l'éducation est passé d'une conception axée sur le contenu à une conception axée sur les résultats.

Historiquement, le programme d'études était établi en fonction des sujets à enseigner, et les conférences étaient programmées. Les approches actuelles de la conception pédagogique commencent par les résultats ou les acquis de l'apprentissage avant de choisir les activités. L'attention s'est déplacée du contenu à enseigner vers les compétences à démontrer. Cette perspective est particulièrement utile pour la conception de sessions de simulation.

Dans la conception axée sur les résultats, « result-focused design ou backward design », les activités d'apprentissage sont conçues en fonction des résultats. Une session de simulation sera conçue en définissant d'abord les buts et objectifs finaux de l'apprentissage (Wiggins et McTighe, 2005) [12] :

Étape 1 : Identifier les résultats souhaités : Qu'est-ce que les apprenants doivent savoir, comprendre et être capables de faire à la fin de la session ? Quelles sont les normes ou les programmes établis qui pourront aboutir à ces résultats ? Cela

correspond-il au niveau approprié pour les apprenants ?

Étape 2 : Déterminer les preuves acceptables : Comment saurons-nous que les apprenants ont atteint les résultats d'apprentissage souhaités ? Planifiez d'abord les évaluations.

Étape 3 : Planifier la session de simulation : Quelles sont les connaissances ou les compétences dont les apprenants auront besoin à l'avance pour s'engager efficacement dans la simulation ? Quels problèmes cliniques pourraient raisonnablement déclencher les auto-évaluations et les comportements souhaités, qui témoigneront de la réussite de l'apprentissage ? Le cas comporte-t-il trop de distractions non pertinentes qui brouilleront l'apprentissage pour les apprenants ?

La classe inversée « flipped classroom », dans laquelle une grande partie de l'exposition ou de l'acquisition du contenu est présentée aux apprenants avant d'assister à la discussion de cas ou à la session de simulation.

L'objectif de cette approche est de maximiser l'apprentissage lors de la session de simulation en se concentrant sur les activités d'application et de gestion, telles que la discussion de cas et l'analyse de problèmes, plutôt que sur l'examen des notions de base. De nombreux centres de simulation disposent désormais de modules en ligne que les apprenants complètent avant d'assister à la session de simulation. Il peut s'agir de cours, de vidéos, voire de quiz.

Enfin, il existe deux guides qui éclairent la conception pédagogique et les meilleures pratiques éducatives en matière d'apprentissage par simulation. Les neuf événements de l'enseignement de Gagne décrivent les éléments d'une session éducative bien menée [13] :

1. Attirer l'attention de l'apprenant.
2. Informer les apprenants des objectifs.
3. Stimuler le rappel de l'apprentissage antérieur.
4. Présenter le contenu.
5. Fournir des conseils d'apprentissage.
6. Susciter la performance.
7. Fournir un retour d'information.
8. Évaluer la performance.
9. Améliorer la rétention et le transfert vers l'emploi.

De même, l'instrument DASH (Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare) décrit les éléments d'une simulation et d'un débriefing bien menés [14] :

1. Créer un environnement d'apprentissage engageant (prebriefing)
2. Maintenir un environnement d'apprentissage engageant
3. Structurer le débriefing de manière organisée
4. Provoquer des discussions engageantes
5. Identifier et explorer les écarts de performance
6. Aider les apprenants à atteindre ou à maintenir de bonnes performances futures.

Ces deux éléments peuvent être combinés pour informer la conception et la mise en œuvre d'un apprentissage théorique basé sur la simulation.

ELABORATION D'UN SCENARIO

Le dictionnaire Larousse définit le mot scénario comme "le canevas, plan, scène par scène, d'une pièce de théâtre." [15]. Cependant, dans le domaine de la simulation en santé, un scénario est plus qu'une simple "esquisse ou un synopsis" ; il s'agit d'un document complet. Selon la définition de la Society for Simulation in Healthcare Dictionary, un scénario de simulation décrit "les buts, les objectifs, les points de débriefing, la description narrative de la simulation clinique, les besoins en personnel, l'aménagement de la simulation, le simulateur, les accessoires, le fonctionnement du simulateur et les instructions pour [les patients standardisés] [16]. D'une manière générale, un scénario de simulation ressemble à un scénario qui délimite une histoire, mais aussi des directives de production pour les acteurs et l'équipe de tournage. Une expérience de simulation immersive a également été décrite comme un "jeu sérieux".

But et Objectifs :

Le scénario de simulation doit être rédigé en gardant à l'esprit un objectif clair – la raison pour laquelle l'expérience est planifiée. Ce but général influence à son tour la sélection des objectifs d'apprentissage. Les objectifs d'apprentissage sont les connaissances, les compétences/comportements et les attitudes/valeurs que les participants sont censés acquérir à la fin de l'exercice d'apprentissage et doivent s'aligner avec le but et l'objectif de l'exercice d'apprentissage.

Comme pour tout outil pédagogique, pour qu'une expérience de simulation soit efficace quelle que soit la technique ou le cadre de conception utilisé, il est

fondamental de rédiger des objectifs d'apprentissage spécifiques, réalistes et réalisables [17, 18, 19] .

Participants :

Pour maximiser l'acquisition d'expérience, le formateur doit tenir compte des caractéristiques individuelles des participants ainsi que de la dynamique du groupe. Les objectifs du scénario doivent être pertinents et suffisamment stimulants ; la sous-estimation ou la surestimation des connaissances et des aptitudes des apprenants peut entraver l'apprentissage. Si le scénario est jugé trop simpliste par les participants, ils risquent de s'ennuyer. Dans le cas contraire, les participants peuvent le trouver vague ou inintelligible et considérer l'expérience comme non pertinente. Il est à noter que les scénarios ont tendance à se concentrer sur différents aspects à mesure que le niveau d'expertise du participant augmente [20].

Pour un groupe donné, les caractéristiques des participants peuvent varier d'une relative homogénéité à une grande diversité d'expertise (par exemple, une équipe d'internes en anesthésiologie par rapport à une équipe interprofessionnelle ou interdisciplinaire).

La difficulté des scénarios doit être ajustée pour s'accommoder aux novices ou s'adapter aux apprenants plus expérimentés.

Le groupe peut être composé de participants qui se connaissent bien en dehors de la simulation, de simples connaissances ou de parfaits inconnus.

Des participants peuvent n'avoir jamais été exposés à la simulation immersive, tandis que d'autres peuvent être des instructeurs de simulation [21].

Script :

Étant donné le parallèle entre la simulation et le théâtre participatif, il est utile d'emprunter une partie de la terminologie de ce dernier. Une histoire est le sujet principal, tandis qu'une intrigue est une histoire avec une causalité. Pour des raisons pratiques, le titre du scénario ne doit pas révéler l'histoire ou l'intrigue. Le scénario de simulation, comme une pièce de théâtre, doit inclure l'histoire, l'intrigue, les personnages, ainsi que les indications scéniques pour les acteurs et l'équipe. Des décisions doivent être prises concernant le décor, les accessoires et le moulage. Le mannequin doit être en mesure de répondre aux exigences du scénario, ou bien une solution alternative doit être prévue. Le déroulement du scénario en termes de temps, la sélection des événements déclencheurs et la résolution du scénario sont également des éléments de conception essentiels. Pour faciliter le processus de rédaction, divers models de planification sont disponibles dans la littérature ou en ligne. Ces modèles varient en longueur et en profondeur et peuvent être conçus à l'origine pour d'autres disciplines ou professions [22, 23, 24].

Les éléments communs à ces modèles comprennent: (1) les données démographiques du mannequin, telles que l'âge, le sexe, le poids et la taille (en plus des documents d'accompagnement) à partager avec les participants, tels que les antécédents et l'examen physique, les consentements, les résultats des examens de laboratoire et d'imagerie) ; (2) le temps estimé pour la scène et le débriefing ; (3) la description du public cible en termes d'éducation et de background; (4) les buts et les objectifs d'apprentissage ; et (5) une liste d'événements avec les tendances des signes vitaux qui y sont associées.

Un conseil habituel est de prévoir deux à trois fois plus de temps pour le

débriefing que le scénario simulé proposé. La description du public cible peut être aussi limitée que l'année de la formation ou être aussi détaillée qu'une liste de connaissances préalables, de compétences cognitives et psychomotrices.

L'Overview et le déclenchement :

D'un point de vue pratique, nous préférons commencer le processus de scénarisation par la rédaction d'un overview ou une vue d'ensemble qui crée un modèle mental pour l'équipe de développement de la simulation. Dans un modèle, cette section peut être intitulée "flux du scénario idéal", "description narrative", "bref résumé", "situation" ou "backstory" [25]. Nous essayons de donner un contexte à l'histoire en fournissant non seulement un synopsis de l'intrigue, du cadre et des événements, mais aussi la situation préliminaire ou l'exposé de ce qui s'est passé avant que le participant n'entre en scène et ce qui est sur le point de se produire au moment où la scène s'ouvre.

Ensuite, nous identifions l'événement critique qui doit se produire dans le scénario. Pour un scénario d'intoxication aux anesthésiques locaux « LAST », l'événement critique pourrait être la décompensation du mannequin déclenchée par l'administration d'un anesthésique local d'une manière qui peut plausiblement provoquer une toxicité systémique. La scène est conçue de manière à ce que les événements déclencheurs et les événements critiques se produisent absolument. En règle générale, cela signifie qu'il faut écrire de manière à ce que l'élément déclencheur ne soit pas contrôlé par les participants. Nous éliminons toute possibilité que le scénario s'arrête à cause de l'action ou de l'inaction d'un participant.

Déroulement de la narration :

Chaque scénario a un début et une fin reliés par une chaîne d'événements le long d'un continuum temporel. Dans sa forme la plus simple, les événements se déroulent de manière séquentielle et chronologique, le temps s'écoulant à un rythme constant et réaliste. Au cours du scénario, nous pouvons choisir d'accélérer le temps (par exemple, retour immédiat des résultats de laboratoire) ou de le ralentir (par ex. une pièce d'équipement qui est perpétuellement "en route").

La "Master Event List" (MEL) est la partie du script qui prend en compte et anticipe les décisions possibles des participants [26]. Idéalement, la progression du scénario est planifiée de manière à ce qu'elle comprenne non seulement tous les événements discrets (ou "états") qui se produiront lorsque les participants se comporteront parfaitement, mais aussi une liste des erreurs probables/possibles des participants qui déclencheraient un saut ou une dérivation de l'intrigue principale. Une autre stratégie courante consiste à considérer le scénario comme des "états" individuels reliés par différents déclencheurs (« triggers »). Comme une séquence de cause à effet, ce qui se passe pendant la scène dans un état passera à un autre état en fonction de la nature du déclencheur. Le script répertorie les déclencheurs courants et les états qui en résultent [27].

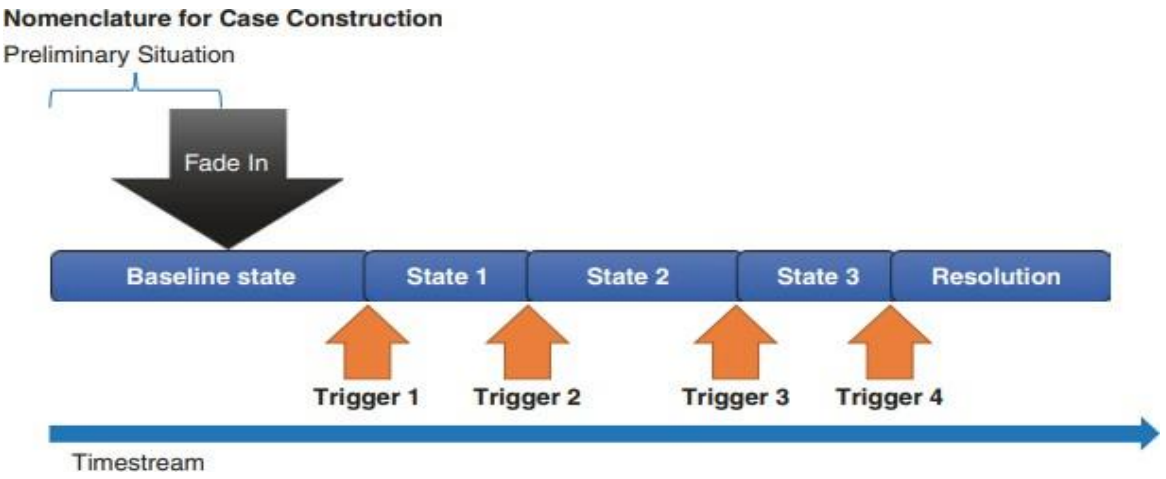


Figure 5 : Schéma représentant le déroulement narratif du scénario

Facteurs humains :

« L'équipage » (crew) fait référence au personnel en coulisses, tel que les spécialistes des opérations, nécessaire à la mise en scène d'un scénario. Un personnage est un rôle dans le scénario joué par un acteur ou par le mannequin. « Le casting » fait référence à la liste des personnes, à la fois des participants et des acteurs infiltrés, qui joueront les personnages sur scène.

Dans l'enseignement par simulation, "l'apprentissage ne nécessite pas toujours une participation directe" [28]. Pour un scénario donné, un participant peut être un participant actif ou un observateur. L'apprentissage par procuration est plus efficace lorsque l'observateur se voit confier des tâches, comme remarquer les changements de signes vitaux ou la communication entre le participant et l'acteur infiltré [29].

Set design :

Les conditions environnementales créées pour le scénario ou la conception du

décor, ainsi que les accessoires et le moulage, influenceront l'apprentissage des participants. Ensemble, la scénographie, les accessoires et le moulage aident les participants à placer l'événement dans un cadre mental approprié.

Les lieux métaphysiques sont "la mort sur scène", et cet adage s'applique aux activités immersives.

Étant donné que le personnel d'anesthésie fournit des services dans l'ensemble de l'hôpital, il convient de prendre en compte l'ensemble des environnements possibles ; il peut s'agir de la salle d'opération, d'une unité de soins intensifs, de la salle de travail et d'accouchement, de la salle de surveillance post interventionnelle ou de la cafétéria.

Pour aider l'équipe à préparer le terrain, le scénario doit décrire le décor de la simulation en détail, en utilisant des termes concrets et précis y compris le lieu, l'heure et les personnages présents au moment du lancement du scénario [30].

En ce qui concerne la fidélité, il est impossible de reproduire la vie réelle sur scène quel que soit le degré d'immersion, la technologie de pointe ou le réalisme du moulage. La fidélité doit être considérée comme un phénomène de seuil où l'objectif est d'atteindre une degré de réalisme suffisant pour impliquer les apprenants et leur permettre d'accepter une part de fiction dans l'environnement [31].

Le script doit également inclure une checklist des accessoires. Tout élément critique doit être mis en gras et souligné par des instructions spéciales ; par exemple, stéthoscope – rangé à un endroit clairement visible de l'endroit où se tiendra le participant. Les accessoires comprennent ceux qui sont nécessaires à la mise en place de la scène (par exemple, perche à perfusion), ceux à utiliser pendant la scène (par exemple, laryngoscope), et les accessoires qui peuvent être demandés par les

participants (par exemple, radiographie thoracique, tracé d'électrocardiogramme).

SEANCE DE SIMULATION : DU PREBRIEFING AU DEBRIEFING

I. Le prebriefing :

La standardisation d'un processus de présimulation (également appelé "prebrief" ou "in-brief") immédiatement avant chaque événement de simulation immersive est une bonne pratique. En règle générale, ce processus comprend généralement la définition des attentes en matière d'attitude et de comportement des participants et des animateurs, ainsi que l'orientation des participants vers la zone où se déroulera la simulation et l'équipement qui sera utilisé. Les participants sont présentés aux mannequins et on leur montre les limites de leurs capacités techniques. Une bonne orientation minimise le risque que le manque de familiarité avec les fonctions d'un mannequin entrave l'efficacité de l'expérience d'apprentissage. Pour éviter d'endommager accidentellement des équipements coûteux, de nombreux centres de simulation montrent également aux participants ce qui peut et ne peut pas être fait sur un mannequin particulier (par exemple, la cricothyroïdotomie) et l'endroit exact où une procédure (s'il y en a une) doit être effectuée (par ex. site d'insertion d'un drain thoracique sur le mannequin).

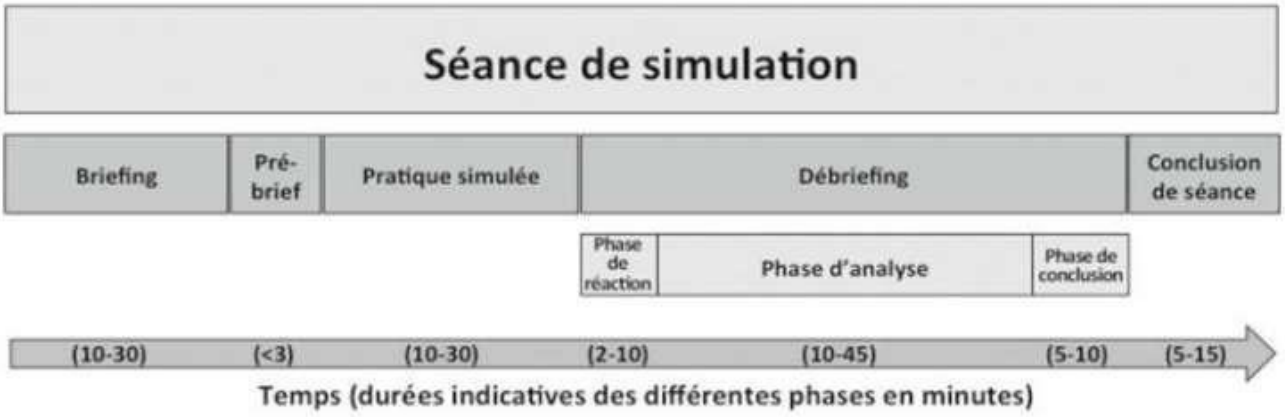


Figure 6: Schéma représentant une séance de simulation, ses différents composants et leur durée relative

II. Le débriefing :

La théorie de l'apprentissage par l'expérience ; l'Experiential Learning Theory (ELT), définit l'apprentissage comme "le processus par lequel la connaissance est créée par la transformation de l'expérience" [32].

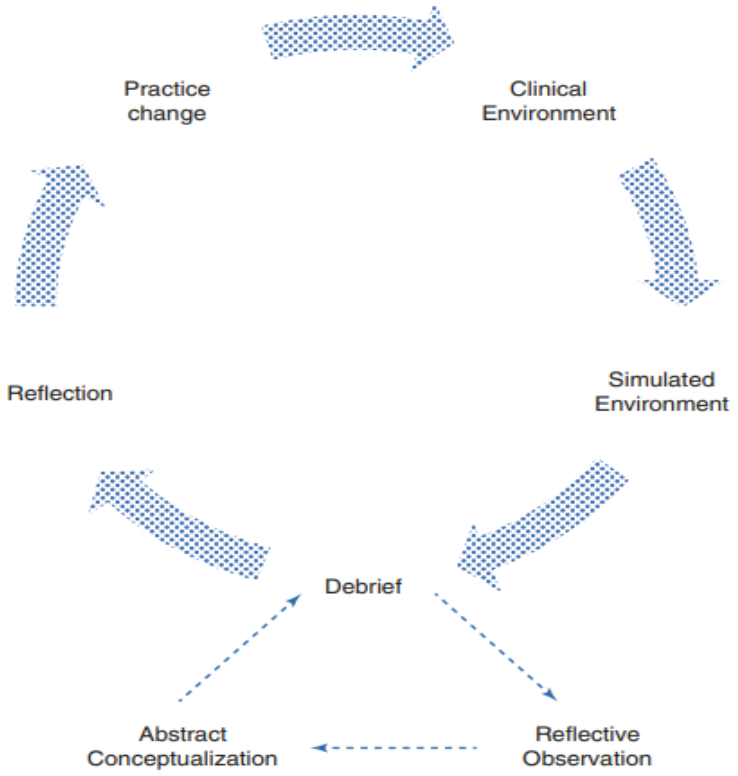


Figure 7: Schéma représentant le cycle d'apprentissage clinique et le cadre théorique de l'apprentissage expérientiel de Kolb. [33]

Malcolm Knowles a défini la théorie de l'apprentissage des adultes et a décrit l'apprentissage des adultes comme étant plus efficace si l'apprenant est motivé de l'intérieur, ce qui se produit le plus souvent lorsque les nouvelles expériences d'apprentissage sont centrées sur un problème et peuvent être liées à des expériences antérieures et futures. En résumé, les adultes apprennent mieux lorsqu'ils sont confrontés à des expériences pertinentes et concrètes, les adultes apprennent mieux grâce à un apprentissage pertinent et expérientiel et utilisent ces expériences pour faire des observations et réfléchir non seulement sur le scénario réel, mais aussi sur l'abstraction et l'application de ces concepts à des expériences futures [34] (Figure 7). Le débriefing s'appuie simplement sur ces

concepts pour offrir aux apprenants des opportunités supplémentaires pour maximiser les résultats et l'efficacité de l'apprentissage.

1. *Notions de feed-back et de débriefing :*

Le débriefing est une forme d'auto-apprentissage actif où les participants se découvrent eux-mêmes en réfléchissant à leur performance et l'expérimentation d'idées nouvellement apprises afin d'améliorer leurs performances futures [33, 35, 36]. L'apprentissage actif est facilité par la curiosité et l'exploration qui encouragent l'apprenant à réfléchir, à se découvrir et à discuter avec d'autres apprenants.

Le débriefing représente souvent une conversation entre les apprenants et le(s) formateur(s), tandis que le feedback est souvent un élément de la conversation de débriefing qui est idéalement, mais pas toujours, une observation objective d'une performance comparée à une norme idéale [37, 38].

Le feedback est un élément important du débriefing pour l'amélioration des performances [39, 40, 41] et de la pratique délibérée afin de promouvoir l'expertise [42]. Le feedback est généralement considéré comme une évaluation "formative" (par ex. pour le bénéfice de l'apprenant, par opposition à l'évaluation "sommative", qui évalue la compétence ou l'acquisition d'aptitudes), au cours de laquelle l'apprenant peut prendre des mesures correctives pour améliorer sa performance.

2. *Objectifs du débriefing :*

Le débriefing a pour objectif principal la réflexivité des participants. Les moyens de générer la réflexivité lors d'un débriefing sont multiples. On peut cependant résumer les principaux « outils » du débriefing ainsi :

- Exprimer les émotions et évacuer le stress provoqué par la simulation.
- Activer les capacités réflexives des apprenants sur leur performance.
- Comparer la performance réalisée par les apprenants avec les standards attendus.
- Explorer les raisons des différences entre performance réalisée et standards.
- Générer un feed-back ciblé et constructif pour l'apprenant.
- Aider les apprenants à « contextualiser » leurs connaissances.
- Aider les apprenants à « décontextualiser » leurs connaissances pour pouvoir les généraliser, les appliquer et les transférer en pratique réelle.
- Aider les apprenants à combler les lacunes dans leurs connaissances.
- Identifier de nouveaux objectifs d'apprentissage [43].

3. *Eléments clés du débriefing :*

Cinq catégories d'éléments clés ont été identifiés dans le processus du débriefing s'articulant autour de cinq questions commençant par la lettre « W » en anglais (« 5Ws ») [43] :

« Who ? » – Qui ? – Qui effectue le débriefing ? Qui sont les participants ?
« What ? » - Quoi et comment ? – Quel sont le contenu et la méthode utilisés pour le débriefing ?
« When ? » - Quand ? – Quand le débriefing est-il réalisé et quelle est sa durée ?
« Where ? » - Où ? – Dans quel environnement le débriefing est-il réalisé ?
« Why ? » - Pourquoi ? – Quels concepts théoriques soutiennent le débriefing proposé ?

4. *Structures du débriefing :*

La structure et la méthodologie du débriefing ne sont pas normalisées et varient selon les institutions, les disciplines et les programmes d'études. Il existe une variété de structures standardisées pour le débriefing qui permettent d'organiser et de saisir tous les éléments nécessaires au débriefing post-événement [39, 41, 44, 45]. Ces structures standardisées contiennent des éléments communs tels le recueil des réactions initiales, l'analyse et compréhension des événements, un feedback de la part des instructeurs ou des participants sur la base d'une performance de référence, puis un résumé des objectifs d'apprentissage et/ou des enseignements tirés de l'analyse [46-50].

De nombreuses structures décrivent une réaction initiale ou une phase descriptive. Cette phase permet généralement d'évacuer les émotions et le stress liés au scénario [51, 52]. La phase de réaction/description permet la révélation des émotions sous-jacentes et la description des événements qui se sont déroulés, de sorte que le formateur et les apprenants aient un modèle mental commun en ce

qui concerne l'état émotionnel et de ce qui s'est passé dans le scénario. Cela permet aux instructeurs et aux apprenants de baser le débriefing sur une compréhension commune. Cette phase initiale peut également inclure une clarification des objectifs d'apprentissage ou du but de l'activité [45].

La phase la plus difficile pour le débriefeur est sans doute celle de l'analyse, de l'examen, de la découverte et/ou de la compréhension. Au cours de cette phase du débriefing, le débriefeur doit être capable d'utiliser des techniques comme l'auto-évaluation, l'approfondissement de la réflexion et de la compréhension de l'événement critique facilité par l'instructeur, et le feedback sur la performance de la part de l'instructeur et des autres apprenants lorsque cela est possible [50, 53].

Les questions ouvertes	Les questions ouvertes : Comment ? Quoi ? Pourquoi ? Décrivez... Partagez avec moi... Aidez-moi à comprendre... Parlez-moi de...	Les questions fermées : Est/était-ce ? A-t-il/N'a-il-pas ? Sera/ne sera pas ? Serait-il ? Si
L'écoute active	Attention Montrez que vous écoutez Silence Confirmation verbale Report de jugement	Silence Attention totale/éviter les distractions Remarquer la communication non verbale de l'orateur Reconnaître (par exemple, Hm, hochement de tête) Posture ouverte Clarifier Résumer Pas d'interruption Répondre après avoir écouté Respectueux

	Répondre	Honnêteté
Enquête de plaidoyer	Observation objective Jugement subjectif Question ouverte	Exemple : "J'ai remarqué que vous n'aviez pas augmenté l'oxygène pour ce patient.... Je me suis inquiété du fait que le patient avait une saturation en oxygène de 90 %... À ce moment-là, je me demande pourquoi vous avez pris cette décision..."
Plus/delta	Plus Delta	Qu'est-ce qui s'est bien passé ? Que feriez-vous différemment ?
Autocorrection guidée en équipe	Présenter le point de référence Permettre à l'équipe de comparer ses performances Permettre à l'équipe de s'autocorriger L'animateur partage ses observations/objectifs	
Questionnement circulaire	La question s'adresse à une tierce personne qui a a observé une interaction entre deux participants à une simulation	Exemple : "Personne X, qu'avez-vous pensé de l'interaction entre la personne Y et la personne Z ? "
Jeu de rôle	Deux parties ou plus sont invitées à jouer le rôle d'une situation ou d'une conversation dans le but de rendre l'apprentissage et le problème explicites	Exemple : "Nous avons discuté de la communication efficace. Faisons le jeu de rôle : Voici donc ce qui a été dit pendant le cas, essayons de le rendre plus spécifique, plus clair et plus concis".

Directive	Le débriefeur a une question spécifique à traiter, qui ne laisse que peu de place à l'interprétation. Il peut s'adresser à une seule personne ou à plusieurs, mais il ne laisse pas de place à des interprétations erronées.	Exemple : "La réanimation a été débuté après que le patient a fait une fibrillation ventriculaire. Mourad quelles sont les étapes du protocole que vous devez suivre et quels sont les membres de l'équipe dont vous avez besoin ?"

Figure 8: Techniques de Débriefing [54]

Figure 9 : Du Briefing au Débriefing [43]

SIMULATION : TECHNOLOGIES ET MODALITES

I. Patients simulés/standardisés :

1. Evolution du concept :

Tout d'abord, Howard Barrows et le professeur Stephen Abrahamson de l'Université de médecine de Californie du Sud, à Los Angeles, qui souhaitaient garantir la cohérence des tests de compétences cliniques des étudiants en médecine, ont présenté en 1964 leur nouvelle technique d'évaluation décrite comme le "patient programmé". Le patient programmé consiste à former un acteur professionnel à la capacité de simuler les signes et les symptômes d'un patient afin d'évaluer les étudiants en médecine pendant leurs stages cliniques [55]. Barrows et Abrahamson ont conclu que leur technique évitait les problèmes d'utilisation d'observateurs, garantissait que le patient et les circonstances médicales seraient constants pour tous les examinateurs et permettait aux enseignants de déterminer la meilleure façon de modifier le programme d'études en tirant les leçons des erreurs commises par leurs étudiants. Plus tard, Barrows a défini un "patient simulé" comme une personne entraînée à jouer le rôle d'un patient qui rapporte l'histoire de sa maladie et simule les signes cliniques d'une maladie ou d'une affection [56].

Collins et Harden ont élargi la définition du patient standardisé en 1998 pour y inclure une personne atteinte ou non d'une maladie réelle, qui est formée à représenter de manière cohérente un état pathologique [57]. Ils considèrent les

patients standardisés comme faisant partie d'un continuum, allant de patients réels sans formation (qui représentent eux-mêmes leur propre état de santé) aux patients simulés qui ont été longuement formés pour représenter un état pathologique. Ils considèrent que la standardisation est plus facile à réaliser avec un patient simulé qui a été longuement formé et entraîné.

Churchouse et McCafferty ont par la suite articulé leurs distinctions entre ces termes en 2012, le patient simulé étant un patient normal ou un acteur qui doit être formé et encadré avec soin pour jouer le rôle d'un patient et le patient standardisé étant un vrai patient ou une personne atteinte d'une maladie réelle qui se représente de manière cohérente dans une activité d'apprentissage en matière de soins de santé et qui peut être formé pour donner un retour d'information le cas échéant [58, 59]. Malgré ces distinctions, les termes "patient simulé" et "patient standardisé" sont souvent utilisés de manière interchangeable.

2. Applications :

Les docteurs Levine et Swartz considèrent l'enseignement basé sur le patient standardisé dans le domaine de l'anesthésie comme "un format idéal" pour l'enseignement, l'apprentissage et l'évaluation des compétences critiques en matière de communication avec les collègues, les patients et leurs familles, le professionnalisme et l'empathie envers les stagiaires [60]. Levine et Swartz ont reconnu en 2008 que les méthodologies de patient standardisé avaient été sous-utilisées dans la formation des anesthésistes. Ils ont décrit deux cas basés sur la simulation qui illustrent comment les compétences cliniques des anesthésistes

peuvent être formées et évaluées. Le cas 1 concerne une femme souffrant d'un trouble de la coagulation non diagnostiqué, sur le point de subir une intervention chirurgicale non urgente. Le stagiaire en anesthésiologie doit (1) procéder à l'anamnèse et à l'examen physique préopératoires et découvrir la possibilité d'une coagulopathie (2) élaborer un plan approprié, y compris le report ou l'annulation de l'intervention chirurgicale ; et (3) discuter du plan avec le patient et le chirurgien. Dans ce cas, les rôles du patient standardisé et du chirurgien standardisé doivent être bien scénarisés pour être cohérents dans toutes les expériences d'évaluation des stagiaires. Le cas 2 concerne l'administration incorrecte, par inadvertance, d'un médicament qui a déclenché une ischémie myocardique et une insuffisance cardiaque congestive lors de l'induction de l'anesthésie générale chez un patient devant subir une intervention chirurgicale non urgente. En fonction de leur niveau de formation, le(s) stagiaire(s) pourrait (ent) être amené(s) à avoir une conversation difficile avec le chirurgien standardisé ou avec la "famille standardisée" du patient standardisé ou les deux.

Levine et Swartz ont proposé de nombreuses suggestions pour l'utilisation des patients standardisée dans le processus de formation et d'évaluation allant de la conduite de conversations difficiles à la gestion d'interactions difficiles avec des collègues, des patients ou des familles; l'obtention du consentement ou la gestion du refus de consentement ; l'explication des procédures aux patients ; la gestion des attentes d'un patient qui peuvent être potentiellement déraisonnables ; ou la confrontation avec des collègues avec lesquels le stagiaire n'est pas d'accord sur les soins qu'ils prodiguent. Ils ont conclu que seule l'imagination limite

l'incorporation des patients standardisés dans la formation en anesthésie [60].

II. Mannequins simulateurs :

Au cours des 15 dernières années, des progrès significatifs ont été réalisés pour améliorer la qualité et la fidélité des simulateurs basés sur des mannequins. De nombreuses fonctions et options de contrôle ont été intégrées dans beaucoup de ces mannequins. Bien que de nombreuses sociétés ont des produits utilisés dans diverses spécialités médico-chirurgicales, trois sociétés ont des mannequins qui sont fréquemment utilisés dans la formation en anesthésiologie : Laerdal, CAE Healthcare et Gaumard.

Les mannequins peuvent être catégorisés en fonction de la réponse informatique aux actions des participants : basse fidélité, moyenne fidélité ou haute-fidélité

1. Mannequins de basse fidélité :

Certains reproduisent en trois dimensions le corps humain en totalité, d'autres sont parcellaires. Ils sont statiques et permettent essentiellement l'entraînement gestuel. On retrouve dans cette catégorie les « task trainers » ou simulateurs de tâches. Ils peuvent être utilisés pour l'apprentissage de la sémiologie (palpation, auscultation cardiaque, etc.), de soins (plaies, trachéostomie, etc.), de gestes parfois inconfortables ou invasifs (toucher rectal, sondage urinaire, ponction vasculaire, intubation, etc.). Sans interface informatique, certains actes sont validés par la visualisation de la réussite : liquide dans le cathéter pour la ponction vasculaire ou

ponction lombaire, inflation de ballon en latex pour l'intubation, etc.

2. *Mannequins de moyenne fidélité :*

Les mannequins dits de « moyenne fidélité » ont une interface informatique pilotée par un enseignant et permettent en général une auscultation pulmonaire, cardiaque, la perception d'un pouls et la simulation de troubles du rythme cardiaque. Le plus souvent, les mouvements respiratoires spontanés ou la simulation d'autres paramètres vitaux ou physiologiques tels que pression artérielle et saturation ne sont pas possibles.

3. *Mannequins de haute-fidélité :*

Les mannequins de haute-fidélité possèdent une interface informatique complexe capable de reproduire un grand nombre de paramètres vitaux et de signes cliniques en accord avec le tableau physiologique ou pathologique que l'on souhaite simuler. On peut distinguer les mannequins dont le pilotage et les réponses aux actions des participants sont dépendants de l'instructeur (instructor-driven) de ceux basés sur un programme informatisé intégrant des modèles physiologiques et permettant des réponses automatisées ou semi-automatisées (model-driven).

La plupart des simulateurs de mannequins haute-fidélité offrent plusieurs modes de contrôle pour manipuler les variables physiologiques et les réponses du mannequin au cours d'une simulation. Essentiellement, tous offrent un mode manuel ou un mode de programmation "à la volée". Ce mode est généralement très utile lorsque le scénario est relativement simple et que les signes vitaux ne nécessitent qu'une manipulation mineure. Par exemple, un patient est amené à

l'unité de soins intensifs après un pontage aorto-coronarien ouvert et développe une fibrillation auriculaire avec une réponse ventriculaire rapide. Alors que de nombreux paramètres pourraient être manipulés, seuls la fréquence et le rythme cardiaques (et éventuellement la pression artérielle en fonction de l'objectif du scénario) doivent être manipulés. Ceci peut être facilement réalisé par la manipulation des signes vitaux en même temps que le scénario.

La plupart des mannequins haute-fidélité actuels offrent également des options de programmation automatisée (également connue sous le nom de "si...alors..."). Cela permet une manipulation plus complexe des paramètres physiologiques qu'il ne serait pas possible d'effectuer par un réglage manuel. Par exemple, chez un patient souffrant d'une insuffisance cardiaque aiguë décompensée qui s'aggrave, le scénario physiologique pourraient inclure la diminution de la pression artérielle systolique et diastolique, l'augmentation de la pression veineuse centrale, l'augmentation de la pression capillaire pulmonaire, l'augmentation de la fréquence cardiaque, la diminution de la saturation périphérique en oxygène, l'augmentation de l'œdème pulmonaire (crépitants entendus à l'auscultation du thorax) et l'ajout d'un galop S3 ou S4 à l'auscultation du cœur. Le réglage simultané de tous ces paramètres est difficile à réaliser manuellement, tandis que les logiciels de programmation facilitent la saisie des caractéristiques et des paramètres qui se produiront au départ et qui évolueront au fur et à mesure que le temps s'écoulera au cours du scénario et en réponse aux interventions, ou à l'absence d'interventions et aux médicaments administrés.

Des fonctions avancées de physiologie cardiovasculaire sont désormais intégrées dans les appareils. De nombreux mannequins peuvent ainsi générer des électrocardiogrammes à 12 dérivations en temps réel, en fonction du scénario et en utilisant un véritable appareil d'électrocardiographie. L'intensité du pouls est réglable en fonction des changements de la pression artérielle ainsi que d'autres conditions physiologiques. Des bruits cardiaques sont ajoutés pour simuler les processus pathologiques des maladies cardiovasculaires. Les systèmes intègrent des analyseurs de gaz simulés en temps réel, pour surveiller le dioxyde de carbone, l'apport d'oxygène et des gaz anesthésiques.

Les simulateurs de mannequins haute-fidélité intègrent souvent une technologie de formation aux voies aériennes, qui devient de plus en plus avancée au fur et à mesure que le domaine progresse. Certains mannequins comprennent une peau interchangeable sur la membrane cricothyroïdienne pour simuler les procédures de cricothyrotomie d'urgence et la technique d'intubation rétrograde. De nombreux établissements ont créé des "modifications apportées aux simulateurs existants, complétant ainsi l'arsenal de formation des étudiants. Hirsch et al. ont incorporé un simulateur d'arbre bronchique réaliste dans un mannequin de simulateur de Laerdal - il permet de placer une sonde endotrachéale monolumière de 8,0 ainsi qu'une sonde endotrachéale à double lumière gauche ou droite de 35 French. La bronchoscopie à fibre optique peut ensuite être utilisée pour confirmer la position correcte en utilisant la carène et l'anatomie des voies aériennes du lobe supérieur droit comme points de repère.

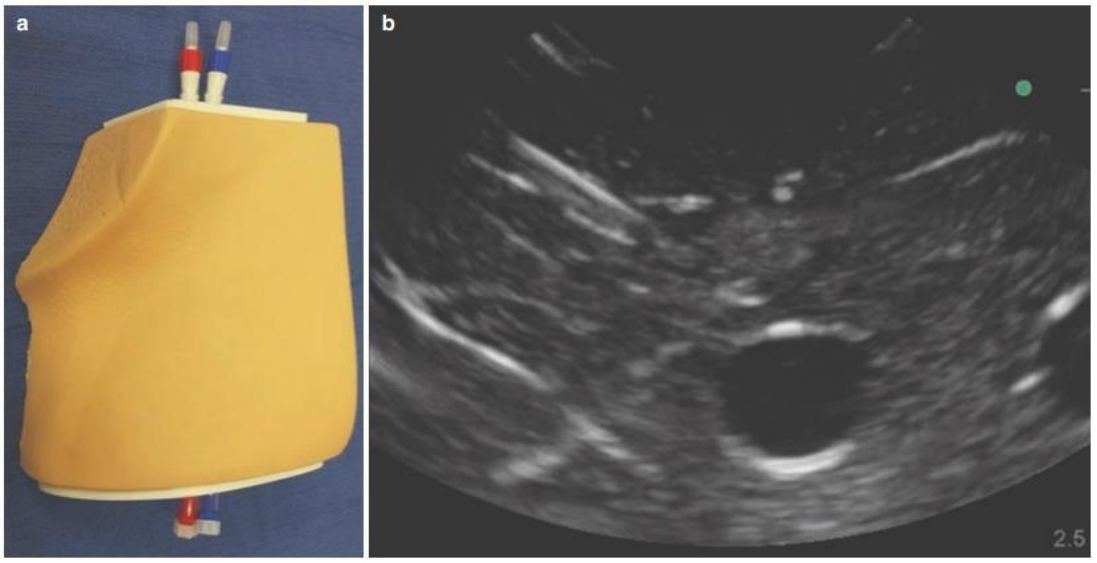


Figure 10 : Modèle de fantôme anatomique inorganique (a) avec échantillon de sonogramme (b) pour la simulation de tâches d'anesthésie régionale échoguidée.

Figure 11 : Le simulateur de canulation artérielle montre un membre supérieur gauche et la pompe correspondante, ce qui facilite la palpation d'un vaisseau pulsatile dans l'artère radiale

Figure 12 : Le premier mannequin, Resusci Anne, a été utilisé pour la formation à la réanimation cardio-pulmonaire, aux voies aériennes et aux techniques de réanimation. Ce modèle de formation peu coûteux est encore utilisé aujourd'hui

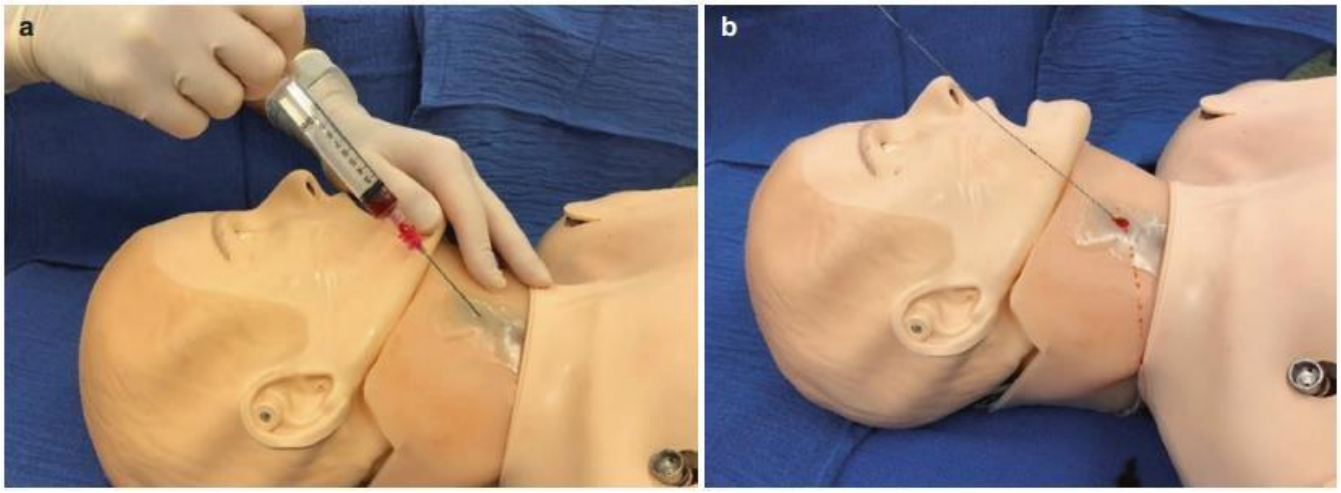


Figure 13 : Renforcer la réalité dans la simulation. On a utilisé l'accessoire d'insertion du cathéter veineux central sur le mannequin au cours d'un scénario. L'accessoire permet un guidage par ultrasons et est accessible par une technique de Seldinger

III. Simulateurs sur ordinateur et sur le web et environnements virtuels :

La technologie informatique a révolutionné l'enseignement médical comme tous les autres aspects de la vie moderne. Les étudiants en médecine assistent encore à des cours magistraux et apprennent à l'aide de diapositives et de laboratoires, mais cela est désormais complété par les démonstrations vidéo, la réalité virtuelle et augmentée, et la simulation sur ordinateur.

L'objectif de la simulation en médecine est de recréer un cas médical, qui est par nature artificiel, mais avec suffisamment de réalisme et d'efficacité pour favoriser l'acquisition ou le maintien d'un objectif ou d'une compétence d'apprentissage, sans les inconvénients de la pratique sur de vrais patients. Avec l'évolution de la technologie, les simulateurs informatisés y compris les appareils mobiles, sont capables de recréer de nombreuses expériences cliniques réelles, ce qui permet aux apprenants d'acquérir plus facilement des compétences et de transposer ce qu'ils ont appris dans la réalité.

1. Avantages :

Flexible

- Permet l'auto-apprentissage
- Pratique
- Favorise la pratique délibérée

Rentable

- Peut nécessiter moins de ressources et de personnel
- Peut être gratuit ou avoir un coût de diffusion minimal
- Est modulable

Évaluation des compétences à l'aide d'un logiciel

Peut mesurer le processus de prise de décision

Peut suivre l'acquisition des compétences

Peut calibrer la performance objective par rapport à la compétence

2. Principales caractéristiques des simulateurs sur écran :

1. Une interface utilisateur graphique
2. Un moteur de modèles pour prédire les réponses simulées
3. Un système d'aide et de retour d'information intégré
4. Un système automatisé de débriefing et d'enregistrement
5. Une bibliothèque de cas
6. Compatibilité avec les systèmes de gestion de l'apprentissage (Learning Management Systems)

3. Simulateurs informatiques classiques en anesthésiologie :

BODY Simulation (1978) – N. Ty Smith
Anesthesia Simulator Recorder (1989) – Schwid and O'Donnell
Anesoft Anesthesia Simulator (1995) – Schwid
Gas Man (1990s) – James Philip
Virtual Anesthesia Machine (1999) – Samsun Lampotang

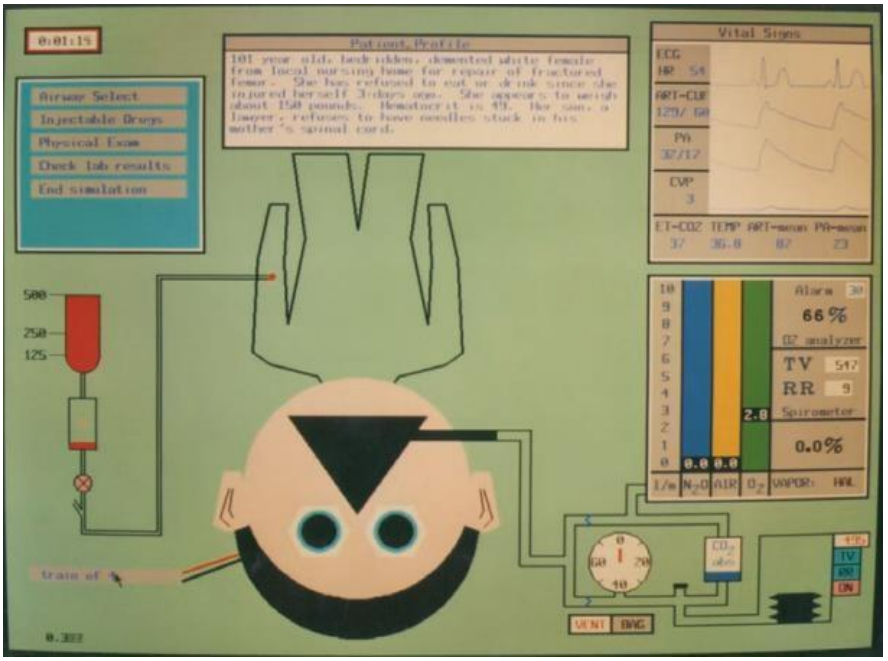


Figure 14 : Un simulateur d'anesthésie pour la formation à l'anesthésie générale (1987) conçu d'après les simulateurs de vol contemporains.

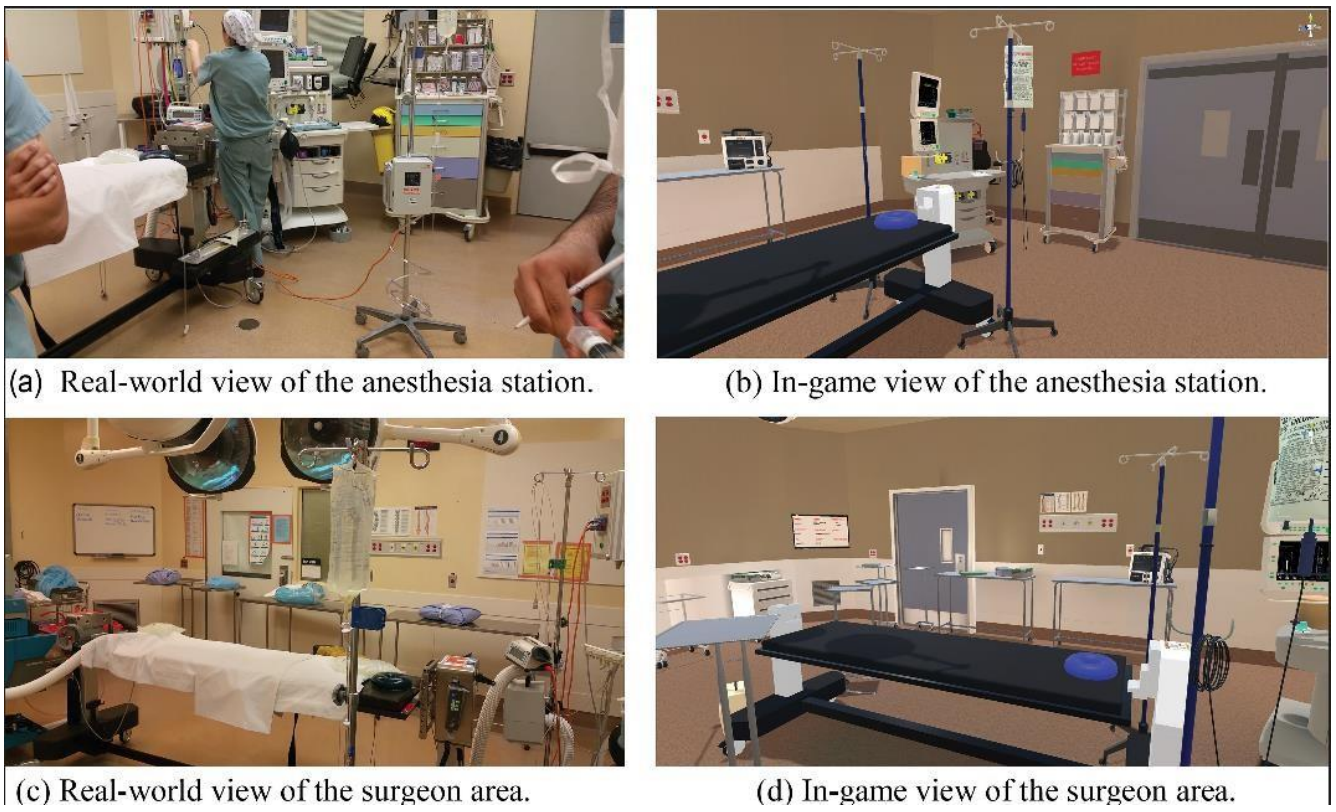


Figure 15: Une « serious game » pour simuler « le crisis resource management » en anesthésie

CRISIS RESOURCE MANAGEMENT :

Parmi les compétences non techniques de santé, nous distinguons également un groupe de compétences spécifiques qui sont nécessaires lorsque les patients se trouvent dans des situations cliniquement critiques (dites « situations de crise »). La « gestion des ressources en situation de crise » (crisis resources management – CRM) correspond donc à l'ensemble des compétences non techniques (dites compétences CRM) qui doivent être mises en œuvre par l'équipe lors du traitement critique et d'urgence des patients [61].

Le concept de CRM en médecine est apparu au début des années 1990 en appliquant les concepts de l'aviation au domaine de l'anesthésie. Le développement de la formation en simulation CRM est le résultat de trois facteurs clés : David Gaba et son équipe parlent de la performance des anesthésiologistes dans les situations d'urgence, de la sensibilisation du public à l'importance des compétences non techniques dans le monde médical et du soutien politique qui en résulte pour le développement de la simulation [61].

À la fin des années 1980 et au début des années 1990, le Dr Gaba et son équipe ont mené plusieurs études à l'aide de prototypes de mannequin simulateur pleine échelle. L'objectif était d'étudier la prise de décision des anesthésistes face à des situations de crise simulées (pannes d'équipement et urgences médicales) de diverses causes. Ces premières expériences ont révélé plusieurs lacunes dans les compétences des anesthésiologistes en matière de prise de décision et de gestion

des ressources dans les situations aiguës et d'urgence [61].

Afin d'améliorer la formation des anesthésiologistes à gérer les situations de crise, ils se sont en partie inspirés des formations existantes en « crew resource management » dans l'industrie aéronautique et ont développé une nouvelle étude intitulée 'Gestion des ressources pendant les situations de crise en anesthésie' Anesthesia Crew Resource Management "ACRM". La formation consistait initialement en un enseignement didactique sur la prise de décision, les facteurs humains en anesthésie et une introduction aux principes de l'ACRM, suivis d'exercices de simulation dans lesquels les anesthésistes devaient gérer des situations critiques en salle d'opération. Une séance de débriefing a eu lieu après l'exercice simulé, et le débriefing a été facilité par la révision de la vidéo du scénario [61].

Figure 16: Compétences non techniques pour la gestion des situations de crise en aéronautique "Crew Resource Management"

Numero de vol	Synopsis	Cause supposée de la catastrophe	Principes de CRM	Etudes de simulation médicale
1972 : Eastern Air Lines 401	Crash d'avion dans les Everglades de Florida	Erreur de pilotage, impact sans perte de contrôle	Manque de conscience de la situation	Conscience de la situation : Graafland et al. (2015), Training Situational Awareness to Reduce Surgical Errors in the Operating Room
1977: KLM vol 4805/ Pan Am vol 1736	Collision mortelle sur la piste entre deux Boeing 747 à l'aéroport de Los rodeos sur île de Tenerife	Erreur de pilotage, incursion sur piste, brouillard épais, limitations et les défaillances de la communication	Défaut de communication, manque de conscience de la situation	Communication: Minehart et al. (2012), Speaking Across the Drapes: Communication Strategies of Anesthesiologists and Obstetricians During a Simulated Maternal Crisis
1978: United Airlines Flight 173	Pendant le vol de Denver, à Portland, l'avion est tombé en panne de carburant et s'est écrasé dans une banlieue.	Panne de carburant due à une erreur de pilotage (manque de conscience de la situation et erreur de d'entretien du matériel d'atterrissage)	Problèmes d'affirmation de soi (incapacité des membres de l'équipage à s'adresser au capitaine), manque de de conscience de la situation	Assertiveness, speaking-up behavior: Raemer et al. (2016), Improving Anesthesiologists' Ability to Speak Up in the Operating Room
1997: Korean Air Flight 801	L'avion s'est écrasé en l'approche d'Antonio B. won pat International airport dans le territoire américain de Guam.	**Formation insuffisante des pilotes, Impact sans perte de contrôle, erreur de pilotage, fatigue du commandant de bord, inhibition de l'alerte d'altitude de sécurité à Guam (défaut de gestion du système par l'agence)**	Échec de la communication, problèmes d'affirmation de soi, absence d'utilisation de checklists, entraînement insuffisant	Checklists and preparation: Just et al. (2015), The Effectiveness of an Intensive Care Quick Reference Checklist Manual – A Randomized Simulation-Based Trial

2009: US Airways Flight 1549	Avions décollant de l'aéroport de LaGuardia, NY, s'est posé sur l'Hudson après avoir subi une panne de moteur après le décollage.	Impacts multiples d'oiseaux peu après le décollage, ce qui a entraîné perte de puissance des moteurs et une perte rapide d'altitude, l'amerrissage contrôlé par le commandant de bord	Un leadership fort de la part du capitaine, utilisation du manuel de référence et des checklists, prise de décision éclairée, présence d'une culture de communication ouverte	Leadership: Fernandez Castelao et al. (2015), Effect of CRM Team Leader Training on Team Performance and Leadership Behavior in Simulated Cardiac Arrest Scenarios
2009: Air France Flight 447	Vol de Rio de Janeiro (Brésil) à destination de Paris, France, a crashé dans l'océan Atlantique, tuant toutes les personnes à bord.	Aéronef entrant en décrochage à haute altitude et descend rapidement jusqu'à l'impact avec l'océan. l'équipage a mal réagi au décrochage aérodynamique, ce qui a entraîné le crash	Défaut de communication, manque de conscience de la situation et d'affirmation de soi, ambiguïté du leader, mauvaise prise de décision, incapacité à fonctionner en équipe	Decision making: Andrew et al. (2012), Development and Evaluation of a Decision-Based Simulation for Assessment of Team Skills

Figure 17 : Incidents de compagnies aériennes illustrant les principes importants de crew/crisis resource management (CRM) dans l'aviation et la médecine [54]

Les facteurs humains dans les soins de santé, et en particulier la formation aux compétences non techniques par la simulation, ont été abordés dans le désormais célèbre rapport de l'Institut de médecine, intitulé « to err is human». L'annonce de 44 000 à 98 000 décès évitables par an dus à des erreurs médicales aux États-Unis a provoqué une réaction immédiate de la classe politique, qui a immédiatement mis en œuvre de changements pour améliorer la sécurité des patients, notamment l'accent mis sur les simulateurs médicaux pour améliorer la formation des professionnels de la santé [61].

SIMULATION EN ANESTHESIE PEDIATRIQUE

La population pédiatrique présente des défis uniques en matière d'acquisition de compétences pour les professionnels de santé. Les physiologies pédiatrique et néonatale diffèrent considérablement de celles des adultes. Le cœur du nouveau-né est constitué de myocytes immatures qui sont moins contractiles, ce qui peut entraîner un débit cardiaque qui dépend largement de la fréquence. Dans le corps néonatal en développement, le taux de consommation d'oxygène plus élevé couplé à un volume d'éjection systolique fixe rend critique le maintien du débit cardiaque par la fréquence cardiaque. En outre, avec la maturation du système nerveux parasympathique précédant celle du sympathique, les nouveau-nés et les nourrissons sont particulièrement sujets à une augmentation du tonus vagal se manifestant par une bradycardie et une hypoxie. Les soins prodigués à cette population de patients exigent un haut degré de spécialisation de la part des médecins, des infirmières et des praticiens paramédicaux. Ces équipes doivent fonctionner de manière bien orchestrée devant les urgences néonatales et pédiatriques où le temps peut être de la plus haute importance.

I. Les part-task trainers et l'acquisition de compétences :

De nombreuses caractéristiques propres à la population pédiatrique posent un défi important aux professionnels de santé afin de maîtriser les procédures

courantes en anesthésie pédiatrique (Figure 18). Les part-task trainers ou simulateurs de tâches en pédiatrie peuvent jouer un rôle différent de celui de la formation aux procédures pour les patients adultes en fournissant une exposition aux procédures et en développant les compétences.

Type de compétence	Considérations en population pédiatrique
Voies aériennes	Anatomique : emplacement supérieur du larynx, glotte en forme d'oméga, cordes vocales inclinées sur l'entrée du larynx, la partie la plus étroite est la région sous-glottique au niveau du cartilage cricoïde, la lame de Miller peut être préférable, taille et type de tube endotrachéal plus spécifiques (avec ou sans ballonnet), plus grand incidence d'infections des voies respiratoires supérieures et de laryngospasmes, taux de désaturation plus rapide en raison d'une consommation d'oxygène plus élevée, diminution du rayon des voies aériennes dans des conditions normales se traduit par une résistance plus élevée au niveau des voies aériennes en cas d'oedème
Ventilation	Ventilation à pression contrôlée avec surveillance stricte des volumes courants mobilisées Circuit plus petit
Accès intraveineux	Veines et artères plus petites Coussinets graisseux sur le dos des mains créant des difficultés de visualisation Conditions congénitales associées à à un accès intraveineux difficile (par ex. syndrome de Down)
Accès intraosseux	Plus souvent nécessaire que pour les aux patients adultes Sites idéaux pour la mise en place : plateau tibial, tibia distal et fémur

Cathéter veineux central	Considérations relatives à la longueur du cathéter veineux central et au calibre nécessaire L'accès à la jugulaire interne est difficile chez les nourrissons en raison d'un cou court et épais
Ponction lombaire et anesthésie neuraxiale	Espace épidural peu profonde Terminaison plus inférieure de la moelle épinière Myélinisation retardée des fibres nerveuses Os et vertèbres cartilagineux, d'où un risque plus élevé de risque plus élevé de pénétration et de trauma direct Différentes courbures de la colonne vertébrale et donc orientation des aiguilles neuraxiales Risque élevé d'injection accidentelle dans le sac dural Technique caudale propre à la pédiatrie
Réanimation	Dosage des médicaments d'urgence en fonction du poids Réglage du voltage des défibrillateurs externes automatisés en fonction du poids
Technique d'anesthésie loco-régionale	Augmentation de l'absorption systémique de l'anesthésique local: Augmentation du débit sanguin régional Augmentation du débit cardiaque et de la fréquence cardiaque Concentrations plus faibles en protéines plasmatiques pour diminuer la fraction libre non liée des anesthésiques locaux Immaturité enzymatique Souvent nécessité d'une anesthésie générale pour réalisation du bloc nerveux

Figure 18 : Différences dans les procédures et l'anatomie pédiatriques par rapport à celles des adultes

- *Airway part-task trainers :*

Les simulateurs de tâches pour voies aériennes permettent aux apprenants de pratiquer les techniques de gestion des voies aériennes, telles que la ventilation

au masque, la mise en place d'une voie aérienne orale, la mise en place d'une voie aérienne supraglottique et l'intubation endotrachéale orale et nasale. Ils peuvent contenir un modèle de poumon pour confirmer la mise en place correcte du tube par le gonflement du thorax, un ressenti réaliste lors de la manœuvre de Sellick, ainsi que des fonctions de feedback négatif comme le gonflement de l'estomac (Laerdal Medical Neonatal Intubation Trainer).

Ces entraîneurs sont souvent constitués d'un modèle de l'oropharynx à la poitrine, monté sur une planche avec un oropharynx et un larynx. Les simulateurs de tâches pour les voies aériennes nécessitent quelques produits consommables tels que du lubrifiant pour permettre le passage des dispositifs dans les voies aériennes, en plus d'un certain entretien du modèle.

Ces modèles diffèrent par leur conception, l'âge pédiatrique représenté (modèles néonatals, modèles pour nourrissons, modèles pour enfants), et la fidélité de la peau du mannequin. Ces entraîneurs aux tâches offrent également une large gamme de fidélité dans leur imitation du larynx pédiatrique, certains modèles créant des produits très proches de l'apparence et de la sensibilité humaines. Par exemple, TruCorp a produit un modèle physiopathologique d'un enfant atteint du syndrome de Pierre Robin, une maladie qui pose des défis uniques en matière de gestion des voies aériennes.

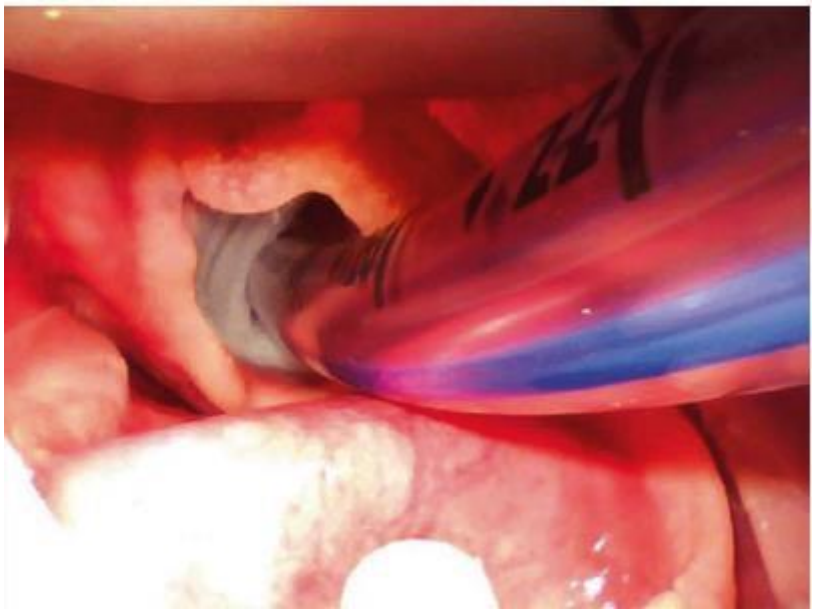


Figure 19: Entraîneur de voies aériennes pédiatriques de SynDaver Labs avec une vue pendant l'intubation.

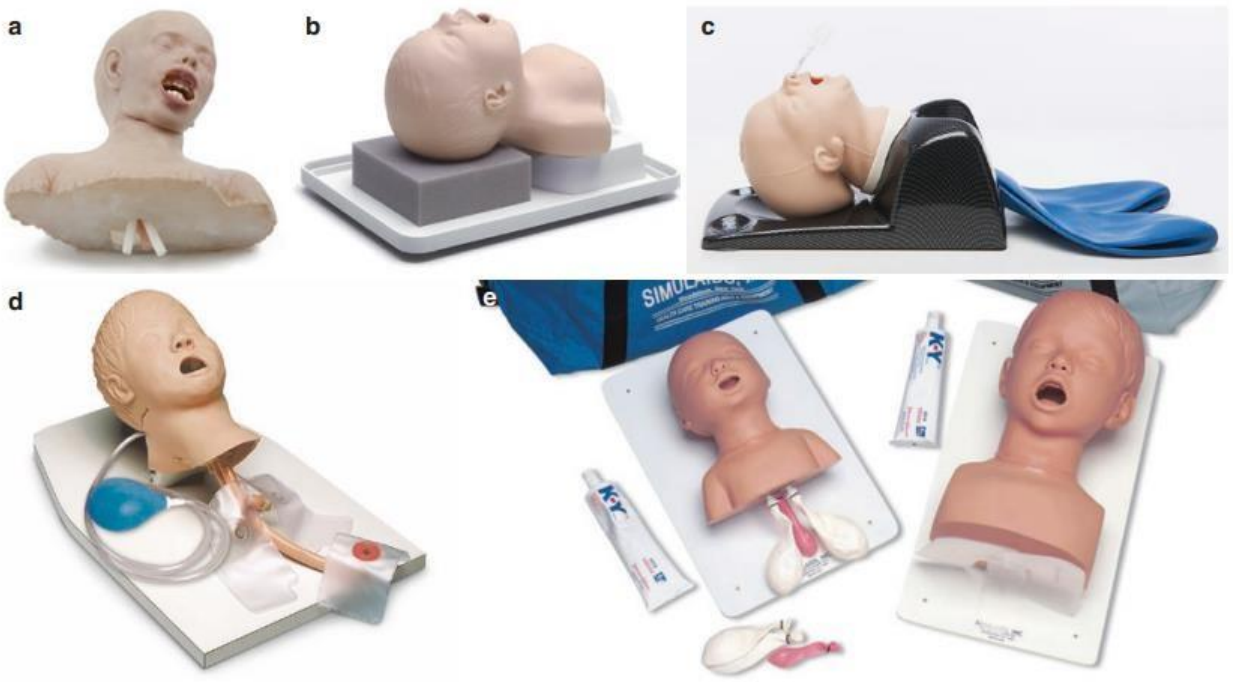


Figure 20: Airway part-task trainers. (a) SynDaver Labs Newborn Airway Trainer. (b) Laerdal Medical: Entraîneur à l'intubation des voies aériennes néonatales.(c) TruCorp AirSim. (d) Life/form® Child Airway Management Trainer with Stand. (e) Simulaids 3 year-old and Infant Airway Management Trainer with Board.

Figure 21: TruCorp AirSim Pierre Robin.

- *Part-task trainers à la réanimation cardio-respiratoire :*

Il existe une grande variété d'entraîneurs à la réanimation cardio-pulmonaire. Ils englobent souvent l'ensemble du torse et sont conçus pour la maîtrise des compressions thoraciques et de la ventilation. Ces entraîneurs sont composés de plastique souple et rembourrés de mousse pour ressembler à la pression et à la texture rencontrée lors de l'exécution de compressions thoraciques pédiatriques. Les composants jetables, tels que les sacs de gonflage à usage unique, facilitent l'entretien des mannequins de la Sim BLUE CPR entre deux utilisations.

Le mannequin Life/form® Advanced Child CPR/Airway management permet l'intubation endotrachéale, et fournit un feedback négatif et positif concernant l'intubation, la pratique de la défibrillation et les sites de l'électrocardiographie (ECG). Il offre également la possibilité d'ajouter des bras et des jambes pour devenir un mannequin plus fidèle pour la pratique de la voie intraveineuse ou intraosseuse afin d'exécuter des scénarios à code complet.

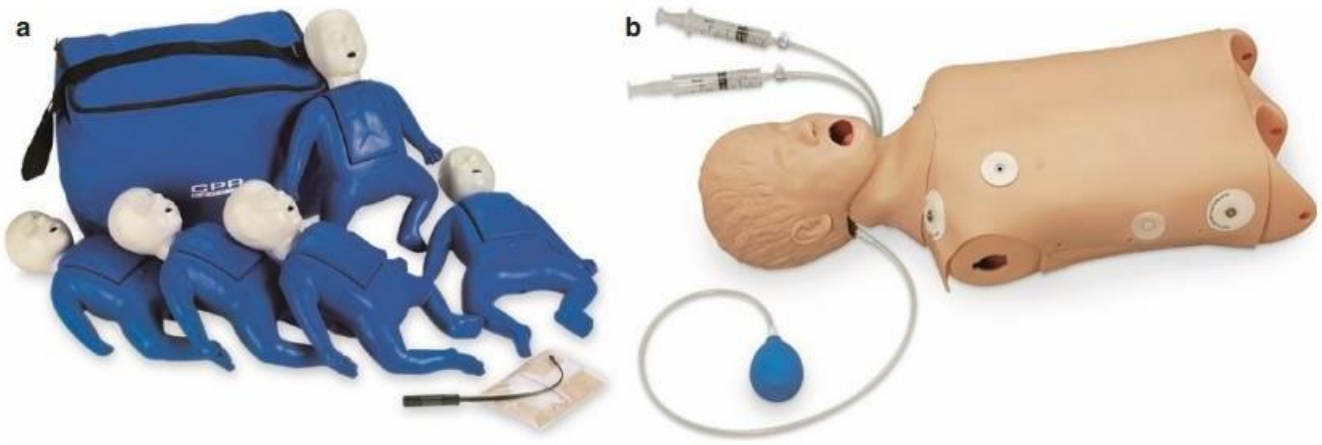


Figure 22: Deux simulateurs à tâches partielles différents pour la réanimation cardio-respiratoire. (a) Life/form® CPR Prompt BLUE Child Manikins, (b) Life/form® Advanced Child CPR/Airway Management Torso with Defibrillation Features

- *Part-task trainers en anesthésie neuraxiale:*

Les simulateurs à tâche pour anesthésie neuraxiale peuvent être utilisés pour enseigner aux résidents novices en anesthésiologie les techniques neuraxiales dans la population pédiatrique ainsi que pour enseigner aux résidents de pédiatrie la ponction lombaire. Ils présentent souvent un mannequin en décubitus latéral, des repères palpables imitant la région lombosacrée, des réservoirs de liquide pour imiter la collecte du liquide céphalorachidien, la possibilité de mesurer la pression du liquide céphalorachidien et un coussin lombaire remplaçable. Le mannequin Simulab comprend également un corps flexible qui imite l'ouverture de l'apophyse interépineuse lorsqu'il est positionné correctement et une compatibilité avec les ultrasons pour fournir un retour d'information sur le placement de l'aiguille.

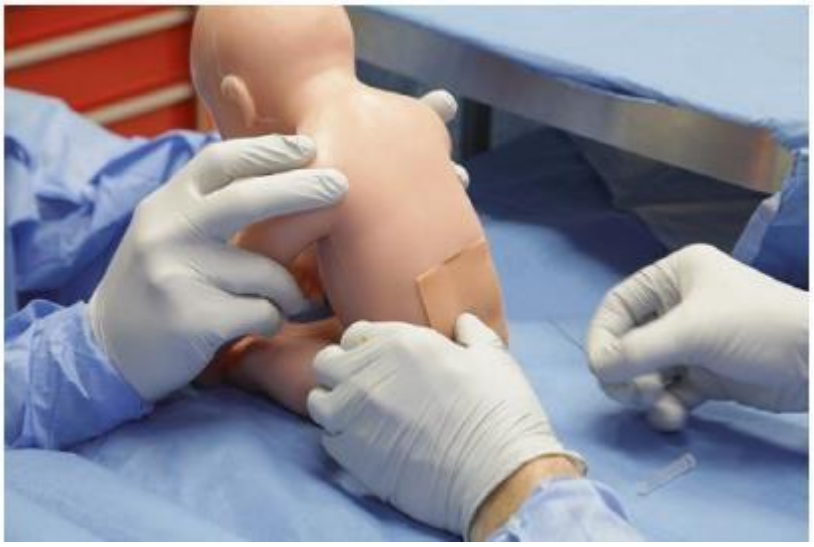


Figure 23: Simulab Lumbar Puncture Baby System.

Figure 24: Laerdal Medical Baby Stap lumbar puncture part task trainer.

- *Simulateurs à réalité virtuelle :*

Les simulateurs à réalité virtuelle constituent un sous-groupe d'entraîneurs de tâches qui facilitent l'acquisition d'aptitudes psychomotrices en utilisant, en partie, un paysage physique créé par un programme informatique. Par exemple, le

simulateur de bronchoscopie AccuTouch Flexible Bronchoscopy Simulator s'est avéré efficace pour enseigner aux résidents les techniques de bronchoscopie à fibre optique, en réduisant le temps nécessaire à une intubation réussie et en réduisant le nombre de complications [62]. Cet outil détecte le toucher de l'utilisateur, mais au lieu que les commandes déplacent la tête du bronchoscope, le programme affiche l'image anatomique qui aurait été vue par la tête du bronchoscope. Le logiciel permet un retour d'information, comme la qualité de l'image obtenue par l'apprenant en manœuvrant, une toux provoquée par le "patient" en cas de topique anesthésique local insuffisant, et un décompte des segments bronchiques visualisés par l'apprenant. Cette formation sur simulateur, accompagnée d'un didacticiel piloté par logiciel, a permis d'améliorer les compétences de la technique de vidéobronchoscopie chez les résidents, non seulement pour les modèles de voies aériennes pédiatriques habituels, mais aussi avec des obstructions simulées des voies aériennes et de syndrome de Pierre Robin[63].

II. Simulation haute-fidélité :

La formation basée sur la simulation haute-fidélité joue un rôle important dans la formation des anesthésistes pédiatriques. La technologie de simulation actuellement disponible a permis aux éducateurs de développer des activités de simulation qui permettent aux anesthésistes pédiatriques d'acquérir une plus grande compétence dans de multiples domaines. Maximiser la fidélité et le réalisme de l'environnement peut plonger l'anesthésiste dans la prise en charge d'un enfant

gravement malade, ce qui nécessite une évaluation précise et une intervention rapide, mais aussi des compétences en matière de leadership d'équipe et de communication pour une prise en charge réussie. Différentes stratégies de débriefing sont mises en œuvre dans la simulation haute-fidélité, dont l'importance se reflète dans la satisfaction de l'apprenant et dans les résultats obtenus.

Les objectifs actuels de la communauté de l'anesthésie en ce qui concerne l'enseignement par simulation sont de maximiser les soins et la sécurité des patients tout en équilibrant la satisfaction de l'apprenant et le renforcement de sa confiance en lui grâce à un apprentissage par l'expérience efficace. Les anesthésistes sont souvent chargés de s'occuper de patients pédiatriques médicalement complexes lors d'événements cliniques aigus. Dans ces situations, la pensée critique, la prise de décision efficace et les compétences psychomotrices sont essentielles. Bien que l'anesthésie pédiatrique soit devenue de plus en plus sûre et que la fréquence des événements de crise ait diminué, ces enjeux restent élevés.

La simulation haute-fidélité répond à un besoin croissant de créer des situations où le stagiaire peut s'exercer à la gestion d'événements critiques dans un cadre réaliste. Diverses modalités, allant des simulateurs de tâches à des patients vivants et standardisés, de la simulation sur écran à une technologie très sophistiquée basée sur des mannequins [64] sont disponibles pour permettre la création de simulations réalistes ou "haute-fidélité". Un exemple d'utilisation de la simulation haute-fidélité en anesthésiologie pédiatrique serait la possibilité de

pratiquer une induction pédiatrique par inhalation sur un mannequin sophistiqué de manière contrôlée, avec la possibilité de faire une pause, d'avancer rapidement ou de revenir en arrière tout en permettant d'affiner les compétences de gestion des événements critiques en pédiatrie.

La simulation haute-fidélité a été décrite comme ayant un impact sur les résultats d'apprentissage dans trois domaines :

1. Résultats cognitifs - connaissances, sciences fondamentales et cliniques telles que l'anatomie pédiatrique, la physiologie, la pathophysiologie, la pharmacologie, y compris le dosage des médicaments.

2. Compétences (psychomotrices) - ce domaine comprend des compétences spécifiques, telles que la gestion des voies aériennes pédiatriques, les techniques neuraxiales, l'insertion de cathéters veineux centraux et des compétences procédurales plus avancées (c'est-à-dire la gestion des voies aériennes difficiles, réanimation cardio-pulmonaire pédiatrique ou néonatale).

3. Résultat affectif - ce domaine comprend l'apprentissage de la manière d'appliquer les connaissances, les compétences et les procédures dans les soins aux patients au sein d'une équipe multidisciplinaire de soins périopératoires pédiatriques (compétences non techniques telles que la communication, la conscience de la situation, la répartition des tâches et le leadership ou le followership).

Figure 25: Mannequin haute-fidélité: Laerdal Medical SimJunior®

Figure 26: Mannequin haute-fidélité: SimNewB®

Figure 27: Mannequin haute-fidélité: HAL® S3005 5 Year Old Pediatric Simulator.

DEUXIEME PARTIE :

SCENARII DE SIMULATION EN ANESTHESIE PEDIATRIQUE

I. SCENARIO 1 : Laryngospasme au bloc opératoire

SYNOPSIS

Il s'agit d'un patient de 11 mois, issu d'un mariage non consanguin, enrhumé depuis 5 jours, admis au bloc de pédiatrie pour cure d'hypospadias.

Le malade est sous anesthésie générale ventilé à l'aide d'un masque laryngé lorsqu'il présente un problème respiratoire.

L'ensemble des explorations cliniques et paracliniques seront en faveur d'un laryngospasme.

FICHE PATIENT

<table>
<tr><th colspan="2">IDENTITE</th></tr>
<tr><td colspan="2">Garçon, 11 mois, Poids = 10 Kg, Taille = 75 cm</td></tr>
<tr><th colspan="2">ANTECEDENTS</th></tr>
<tr><td>Personnels</td><td>- Issu d'un mariage non consanguin.
- Bon développement psychomoteur.
- Infection des VAS à répétition. Dernière remonte à 5jours.
- Pas d'allergies connues</td></tr>
<tr><td>Familiaux</td><td>Parents tabagiques</td></tr>
<tr><th colspan="2">ADMISSION AU BLOC</th></tr>
<tr><td colspan="2">- Signes fonctionnels : rhinorrée claire + toux sèche
- Constantes vitales et examen :
• Enfant conscient, irrité, anxieux, pleure par moment, tonique et réactif
• FR : 30 cpm, SpO2 à l'AA : 96%, auscultation trouve des murmures vésiculaires sans râles
• FC : 130 bpm, auscultation cardiaque sans particularités, TA : 95/60, TRC<3sec
• Température : 36.5°, Glycémie à 0.9g/L
• Voies aériennes : absence de critères de voies aériennes difficiles
- Induction inhalatoire au sévo 6% avec FiO2 80% CPAP à 5cmH2O
- Prise de VVP et pré remplissage par 10cc/kg de SS0.9%</td></tr>
</table>

- Administration de 30mg de Propofol et de 25 µg de Fentanyl - Mise en place d'un masque laryngé taille 1.5 et entretien par du Sévo 2.5% sous mode VAC. - Badigeonnage ; mise en place de champs et début d'incision.	
Paramètres sous anesthésie générale	
Paramètres respiratoires et ventilatoires	Patient sous mode VAC : Vt : 75ml, FR : 30cpm, PEEP: 5cmH2O, I/E: 2, DGF: 5l/min (40% O2, 60% AIR, SEVO insp: 2.5%) P limite: 40 cmH2O P crête: 40 cmH2O, Capno diminue progressivement puis disparait SpO2 : 80%. Auscultation : MV abolis.
Fonction hémodynamique	FC = 170 bpm, PA = 110/70 mmHg, auscultation normale.
Fonction neurologique	Pupilles en myosis serré, patient ne réagit à aucun stimulus
Examen cutané	Cyanose au lèvres + sueurs.
Glycémie	0.95 g/L
Température	36 °C

FICHE TECHNIQUE

PREPARATION DE LA SALLE	
Mannequin	- Nourisson. - Simulateur haute-fidélité.
Matériel adapté	- Machine d'anesthésie. - Scope - Sources de gaz frais - Source et matériel d'aspiration - Chariot d'anesthésie avec matériel adapté à l'enfant. - Chariot d'urgence avec matériel adapté à l'enfant. - Table opératoire et sources de lumière - Table préparé avec matériel stérile pour chirurgie
Acteurs	- Médecin anesthésiste sénior - Interne en anesthésie - IADE - 2 Chirurgiens en casaques
DEROULEMENT DU SCENARIO	
Baseline	- SpO2 = 80%. Absence de capno. Tachycardise à 170 bpm puis bradycardise à 80 bpm - PA = 110/85 mmHg.
Landing	- SpO2 = 98%. Courbe de capno normale avec valeur affichée à 38mmHg - FC = 125 bpm, PA = 90/55 mmHg.

OBJECTIFS PEDAGOGIQUES	
Clinique	- Gestion d'un incident au bloc opératoire pédiatrique. - Diagnostic d'un laryngospasme peropératoire chez l'enfant.
Crisis Resource Management	- Leadership et communication. - Répartition des tâches. - Demande d'aide. - Support cognitif.

MISE EN SCENE - BASELINE

Le participant jouant le rôle d'un sénior en anesthésie est interpelé par l'IADE pour un patient de 11 mois, issu d'un mariage non consanguin, admis au bloc opératoire pour cure d'hypospadias qui pose un problème respiratoire.

A l'arrivée :

L'équipe chirurgicale poursuit son geste tranquillement.

De l'autre côté du champ de séparation :

Le patient est ventilé par un masque laryngé taille 1.5 sous mode VAC.

Il désature à 80%. L'interne est figé et ne sait plus trop quoi faire. Il a bien fait de solliciter votre aide.

☞ L'évaluation trouve :

Paramètres respiratoires et ventilatoires	Patient sous mode VAC : Vt : 75ml, FR : 30cpm, PEEP: 5cmH2O, I/E: 2, DGF: 5l/min (40% O2, 60% AIR, SEVO insp: 2.5%) P limite: 40 cmH2O P crête: 40 cmH2O, Capnogramme diminue progressivement puis disparait SpO2 : 80%. Auscultation : MV abolis.
Fonction hémodynamique	FC = 170 bpm, PA = 110/70 mmHg, auscultation normale.
Fonction neurologique	Pupilles en myosis serré, patient ne réagit à aucun stimulus
Examen cutané	Cyanose des lèvres + sueurs.

Glycémie	0.95 g/L
Température	36 °C

L'évaluation initiale retrouve donc les anomalies suivantes :

- Désaturation arrivant jusqu'à 80 %
- Signes d'hypoxie : Cyanose.
- Signes d'hypercapnie : Tachycardie, HTA, sueurs.
- Pression crête a 40cmH2O
- Absence de capnogramme

☞ La conduite à tenir immédiate serait :

- Arrêt de toute stimulation chirurgicale
- Mise sous 100% d'O2.
- Passer en ventilation manuelle.
- Augmenter la concentration de sévoflurane (passer à 6%)
- Ausculter les 2 champs pulmonaires

Argumentaire :

- Le patient désature avec augmentation des pressions des voies aériennes et perte du capnogramme ; le réflexe serait de ventiler le patient à la main sous 100% d'O2 tout en approfondissant l'anesthésie par du sévoflurane.
- Le principe est de vérifier si le malade se ventile facilement, si le circuit d'anesthésie est intègre et qu'il n'y a pas de fuite ou de débranchement, et s'il n'y a pas de résistance au niveau des voies aériennes responsable d'une augmentation de la pression crête.

MISE EN SCENE – DEROULEMENT

Malgré les mesures précédentes, le malade continue de désaturer ; la saturation arrive à 65%, FC commence progressivement à baisser, la ventilation manuelle est difficile vu les pressions élevées, le capnogramme n'est toujours pas visible.

La conduite à tenir serait donc :

- Administration de 20µg/kg d'atropine en IV
- Retrait immédiat du masque laryngé et ventilation en pression positive au masque par la manoeuvre de Larson (Utiliser 4 mains si difficile).
- Propofol 1-2 mg/Kg+ succinylcholine 1-2 mg/Kg
- Intubation orotrachéale
- Mise en place d'une sonde nasogastrique pour aspiration gastrique.

Après l'instauration du traitement initial, le candidat est censé évoquer le diagnostic de laryngospasme.

Argumentaire [65] :

LARYNGOSPASME EN PEDIATRIE

DEFINITION
- ❑ Fermeture réflexe des cordes vocales
- ❑ Obstruction brutale des VAS
- ❑ Evolution rapide vers la désaturation

FACTEURS FAVORISANTS:
- ❑ Nourrisson, infection des VAS
- ❑ Stimulation pendant un stade intermédiaire de l'anesthésie
- ❑ 90% des cas à l'induction ou au réveil

ELIMINER: bronchospasme, obstruction des VAS, corps étranger des VAS (compresse)

APPEL A L'AIDE

TOUJOURS FAIRE
- ❑ Arrêt de toute stimulation
- ❑ FiO_2 =1,
- ❑ Subluxation mandibulaire pour libération des VAS (ouvrir la bouche, décoller la langue)
- ❑ **Ventilation en mode manuel ou sur respirateur :**
  - en pression positive limitée (< 15 cm H_2O avant 1 an et < 30 cm H_2O après 1 an)
  - Pression continue, relâchement après un effort inspiratoire
  - Ou : volumes faibles, fréquence élevée

Point pour manœuvre de Larson

LARYNGOSPASME INCOMPLET (bruyant)
- ❑ *En VS*: Efforts inspiratoires avec signes de lutte et stridor
- ❑ *Ventilation assistée*: ventilation difficile, dilatation gastrique
- ❑ Présence d'une entrée d'air à l'auscultation +/- présence d'un capnogramme

↓

- ❑ Ventilation en **pression positive** (ou CPAP en VS)
- ❑ Approfondissement de l'anesthésie en phase d'induction ou d'entretien:

=> **Propofol 1 à 2 mg/kg**

=> ± Curarisation

LARYNGOSPASME COMPLET (silencieux)
- ❑ Aucun passage d'air à l'auscultation avec ou sans mouvements respiratoires
- ❑ **Ventilation impossible** au masque facial ou masque laryngé (inefficace, fuites, pas de capno)

↓

- ❑ Ventilation en **pression positive**
- ❑ Traction forte sur le condyle de la mandibule en avant de la mastoïde (Manœuvre de Larson)
- ❑ Si échec: administration IV RAPIDE avant désaturation :

=> **Propofol (1 à 2 mg/kg)** OU

=> **Succinylcholine** (1 à 2 mg/kg) +/- Atropine 0,02mg/kg)

Attention à la distension gastrique: +/- **Décompression gastrique** avec sonde (ne pas appuyer sur l'estomac)

Si intubation trachéale: toujours difficile

Laryngospasme sans voie veineuse et échec de VVP
- ❑ ***Intraosseuse : Succinylcholine 1 à 2mg/kg*** *+/- Atropine 0,02mg/kg*
- ❑ *Ou Intramusculaire : Succinylcholine 4mg/kg +/- Atropine 0,02mg/kg*

Si **laryngospasme en SSPI** et levé au propofol
=> Intubation non nécessaire,
=> Réveil et surveillance car risque élevé de récidive

Surveillance prolongée en SSPI: risque d'OAP à pression négative

Réalisée en décembre 2019 par le CAMR et l' ADARPEF

MISE EN SCENE - LANDING

Après l'intubation orotrachéale, le malade est rapidement stabilisé et tous les paramètres redeviennent normaux.

Si le participant omet de curariser le patient avant l'intubation, cette dernière risquerait d'être difficile avec notamment une difficulté à introduire la sonde en raison du spasme des corde vocales en adduction.

Aucun examen complémentaire de biologie ni d'imagerie n'est nécessaire pour poser le diagnostic. De surcroît, ces examens risqueraient de retarder dangereusement la prise en charge qui doit être rapide et efficace et ne sont pas tous accessibles en salle de bloc.

Après intubation et stabilisation du patient, on pourrait discuter de la possibilité de poursuivre la chirurgie. Dans tous les cas, le malade nécessitera un séjour en milieu de réanimation pour surveillance continue, notamment pour guetter la principale complication du laryngospasme, à savoir l'œdème pulmonaire à pression négative. Une radiographie thoracique s'impose donc en période post-opératoire

DEBRIEFING

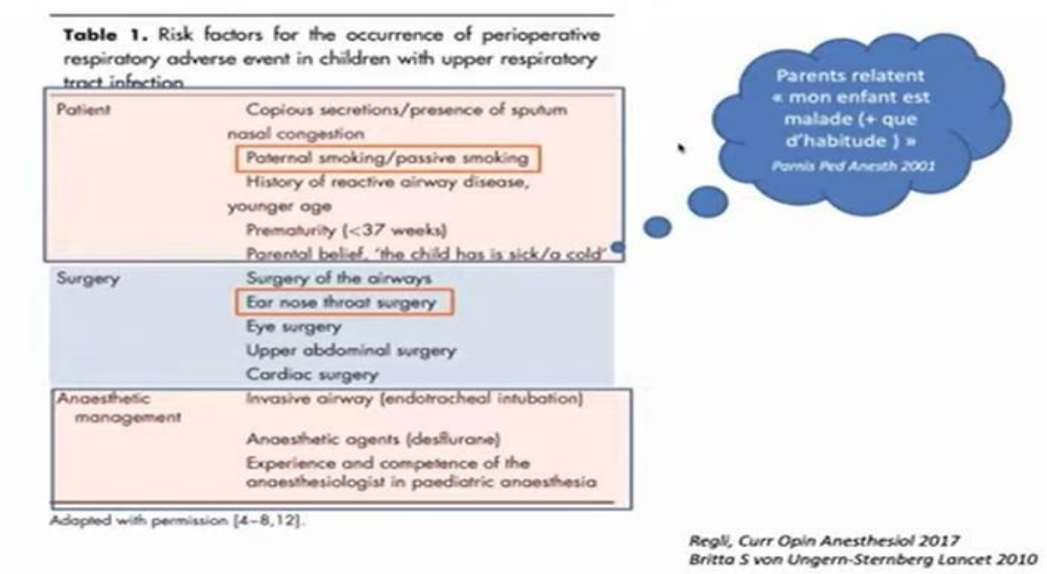


Figure 28 : Facteurs de risques de complications respiratoires périopératoires en pédiatrie

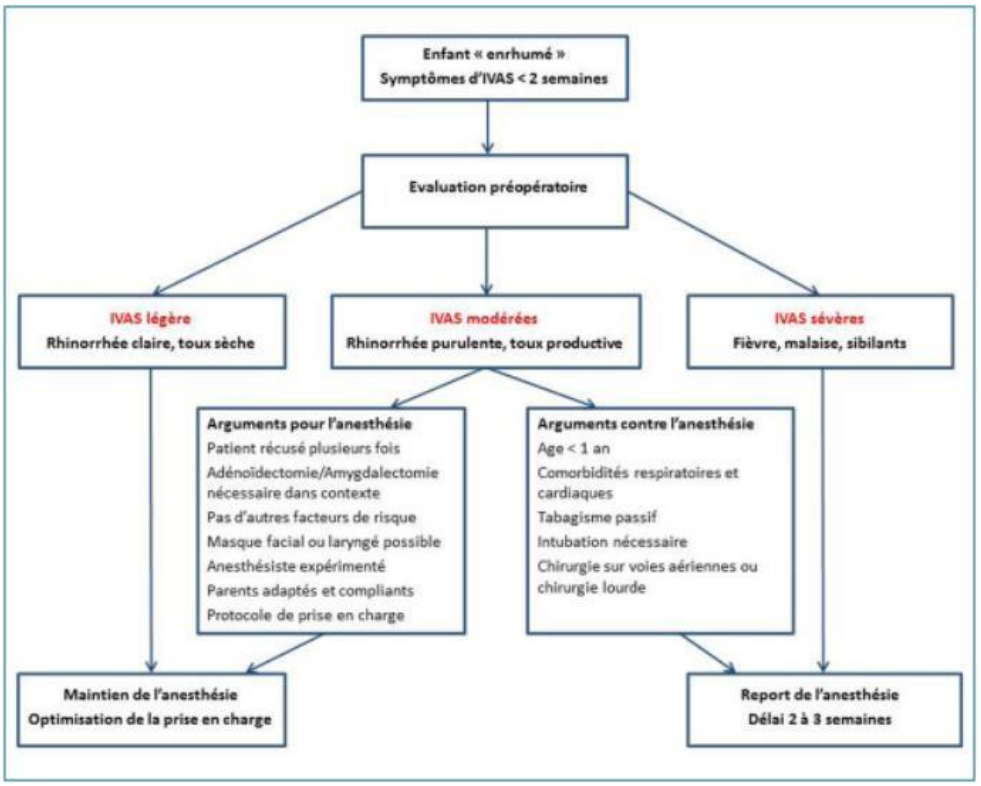


Figure 29 : CAT en préopératoire devant un enfant enrhumé

II.SCENARIO 2: Réaction anaphylactique au bloc pédiatrique

SYNOPSIS

Il s'agit d'une fille de 5 ans, issue d'un mariage non consanguin, ayant comme ATCD des infections urinaires à répétition, admise au bloc de pédiatrie pour néphrectomie.

Une AG est prévue. Après l'anesthésie, on se retrouve face à une réaction anaphylactique grade III.

FICHE PATIENT

<table>
<tr><th colspan="2">IDENTITE</th></tr>
<tr><td colspan="2">Fille, 5 ans, Poids = 18 Kg, Taille = 105 cm</td></tr>
<tr><th colspan="2">ANTECEDENTS</th></tr>
<tr><td>Personnels</td><td>- Issue d'un mariage non consanguin.
- Bon développement psychomoteur.
- Infections urinaires à répétition.
- Pas d'allergies connues
- Jamais opérée</td></tr>
<tr><td>Familiaux</td><td>Père tabagique</td></tr>
<tr><th colspan="2">ADMISSION AU BLOC</th></tr>
<tr><td colspan="2">- Constantes vitales et examen :
• Enfant consciente, méfiante et n'arrête pas de pleurer
• FR : 25 cpm, SpO2 à l'AA : 96%, auscultation trouve des murmures vésiculaires sans râles
• FC : 120 bpm, auscultation cardiaque sans particularités, TA : 100/70, TRC<3sec
• Température : 36.2°, Glycémie à 0.85g/L
• Voies aériennes :
• Absence de dysmorphie
• Bonne ouverture buccale
• Pas de raideur cervicale</td></tr>
</table>

- DTM supérieure à 35mm
- Bilan préopératoire : Hb : 12.5, PLQ : 180000, GB : 5000, Crase : Nle

  Groupage : A+, ECBU : stérile.

- Induction inhalatoire au sévo 8% avec FiO2 90% CPAP à 5cmH2O
- Prise de VVP et préremplissage par 10cc/kg de SS0.9%
- Administration de 50mg de Propofol, 40 µg de Fentanyl et 10 mg de Rocuronium
- Intubation orotrachéale facile par sonde N 4.5
- Entretien par sévo 2.5%.
- Antibioprophylaxie par Céfazoline 25mg/Kg à l'induction

Paramètres à 2 minutes après intubation	
Paramètres respiratoires et ventilatoires	Patiente intubée ventilée sous mode VAC : Vt : 120 ml, FR : 22, FiO2 : 50%, DGF : 4L/min, I/E: 1/2 Pcrête: 35 cmH2O (alarme de pression active), Pplateau: 10cmH2O Courbe de capnogramme en aile de requin, EtCO2 : 45 SpO2 :91%. Ampliation thoracique faible mais symétrique.
Fonction hémodynamique	FC = 150 bpm, PA = 85/35 mmHg, auscultation normale, TRC non allongé
Fonction neurologique	Pupilles en myosis serré centrés fixé, patient ne réagit à aucun stimulus
Examen cutané	Coloration normale des téguments, pas de rash visible, œdème des lèvres et de la langue remarqué à la vérification de la sonde

Glycémie	0.95 g/L
Température	37 °C

FICHE TECHNIQUE

PREPARATION DE LA SALLE	
Mannequin	- Petit enfant - Simulateur haute-fidélité.
Matériel adapté	- Machine d'anesthésie. - Scope - Sources de gaz frais - Source et matériel d'aspiration - Chariot d'anesthésie avec matériel adapté à l'enfant. - Chariot d'urgence avec matériel adapté à l'enfant. - Table opératoire et sources de lumière - Table préparé avec matériel stérile pour chirurgie
Acteurs	- Médecin anesthésiste sénior - Interne en anesthésie - IADE - 2 Chirurgiens en casaques
DEROULEMENT DU SCENARIO	
Baseline	- SpO2 = 91%. Capnogramme montre un tracé de bronchospasme. - PA = 80/35 mmHg. FC : 150, TRC Nle. Aggravation hémodynamique et respiratoire possibles pouvant aller jusqu'à l'arrêt en fonction de la PEC. Arrêt du scénario en cas d'arrêt cardio-respiratoire.

Landing	- SpO2 = 98%. Courbe de capno normale avec valeur affichée à 38mmHg - FC = 125 bpm, PA = 100/65 mmHg.
OBJECTIFS PEDAGOGIQUES	
Clinique	- Gestion d'un incident au bloc opératoire pédiatrique. - Diagnostic d'une réaction anaphylactique grave au bloc opératoire pédiatrique
Crisis Resource Management	- Leadership et communication. - Répartition des tâches. - Demande d'aide. - Support cognitif.

MISE EN SCENE - BASELINE

Le participant jouant le rôle d'un sénior en anesthésie est interpelé par l'interne pour une patiente de 5 ans, issue d'un mariage non consanguin, admise au bloc opératoire pour néphrectomie sous AG qui devient instable sur le plan hémodynamique et respiratoire 2 minutes après l'intubation.

A l'arrivée :

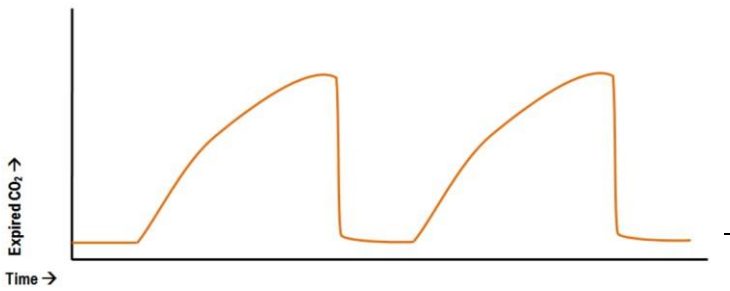
L'équipe chirurgicale a placé les champs et vient de commencer le badigeonnage.

De l'autre côté de la séparation :

L'IADE vérifie le circuit et l'interne ausculte les champs pulmonaires de la patiente.

☞ L'évaluation trouve :

Paramètres à 2 minutes après intubation	
Paramètres respiratoires et ventilatoires	Patiente intubée ventilée sous mode VAC : Vt : 120 ml, FR : 22, FiO2 : 50%, DGF : 4L/min, I/E: 1/2 Pcrête: 35 cmH2O (alarme de pression active), Pplateau: 10cmH2O Courbe de capnogramme en aile de requin, EtCO2 : 45 SpO2 :91%. Ampliation thoracique faible mais symétrique.



Fonction hémodynamique	FC = 150 bpm, PA = 85/35 mmHg, auscultation normale, TRC non allongé
Fonction neurologique	Pupilles en myosis serré centrés fixé, patient ne réagit à aucun stimulus
Examen cutané	Coloration normale des téguments, pas de rash visible, œdème des lèvres et de la langue remarqué à la vérification de la sonde
Glycémie	0.95 g/L
Température	37 °C

En résumé, il s'agit d'un enfant qui présente un tableau de bronchospasme avec altération hémodynamique et œdème des muqueuses 2 minutes après l'induction de l'AG.

☞ Le participant doit évoquer une réaction anaphylactique grade III en premier. Il doit également évoquer d'autres diagnostics moins probables qu'il devra éliminer :

-Obstruction ou coudure de la sonde

-Sonde sélective

-Pneumothorax

-Collapsus après induction anesthésique

-Etat de choc septique

-Embolie pulmonaire fibrinocruorique ou gazeuse…

☞ La conduite à tenir immédiate serait :

- Arrêter la stimulation chirurgicale
- Arrêter toutes les perfusions en cours
- Ventiler manuellement au ballon et à l'oxygène pur.
- Approfondir l'anesthésie par du sévoflurane et du propofol IV
- Adrénaline IVD 5 µg/kg avec possibilité de renouveler la dose
- Salbutamol en chambre d'inhalation (50µg/kg max 10 bouffées)
- Salbutamol en IVSE possible si persistance du bronchospasme (débuter à 1 µg/kg/min)
- Remplissage par cristalloides 20cc/Kg
- Prélever du sang veineux dans un tube EDTA et dans un tube sec.
- Methylprednisolone : 1 à 2 mg/kg pour prévenir récurrence tardive.

MISE EN SCENE - DEROULEMENT

L'hypoxémie se corrige par les mesures précédentes et les pressions diminuent relativement. Cependant l'hypotension persiste malgré le remplissage par cristalloides et les bolus d'adrénaline.

La conduite à tenir serait donc :

- Démarrage d'une perfusion IVSE d'adrénaline en débutant par 0.1 µg/kg/min
- Si le choc devient réfractaire, en peut associer la noradrénaline en IVSE en débutant par 0.1 µg/kg/min.
- Monitorage invasif par ligne artérielle
- Prise de cathéter veineux central pour administrer les drogues
- Gazométrie artérielle

GAZ DU SANG

(sous 50% FiO2)

	RESULTATS	VALEURS NORMALES
PH	7.25	(7.35 - 7.45)
PCO2	45	(35 - 45) mmHg
PO2	90	(> 85) mmHg
HCO3	18.2	(22 - 28) mmol/L
SaO2	97	(95 - 100) %
LACTATES	4.2	(< 2) mmol/L

MISE EN SCENE - LANDING

La patiente est finalement stabilisée sous adrénaline en IVSE.

FC : 125bpm, TA : 100/65, TRC Nle, SpO2 : 98% sous 50% FiO2, courbe de capnogramme normale et Pcrête à 30cmH2O.

Le geste est ainsi reporté et un transfert en réanimation de la patiente intubée ventilée sédatée sous adrénaline est de mise.

On a retenu le diagnostic de choc anaphylactique comme premier diagnostic à évoquer devant les éléments cliniques suivants :

-Les signes de bronchospasme

-L'œdème de Quinke

-Le collapsus avec l'élargissement de la différentielle

-La survenue rapidement après l'induction anesthésique.

DEBRIEFING [66]

ANAPHYLAXIE > GRADE II EN PEDIATRIE

CONFIRMER
- ❑ Hypotension
- ❑ Tachycardie
- ❑ Bronchospasme
- ❑ Rash (retardé), angio-œdème
- ❑ ACR

ELIMINER

Embolie pulmonaire
- ❑ Surdosage/sous dosage anesthésie
- ❑ Hémorragie
- ❑ Pneumothorax, obstruction trachéo-bronchique

APPEL A L'AIDE – CHARIOT D'URGENCE
INTERROMPRE l'administration du produit suspecté
ARRET DE L'INTERVENTION?

TRAITER

- ❑ **Oxygène pur, VVP** de bon calibre et **contrôle des voies aériennes**
- ❑ **Ne pas interrompre l'anesthésie** (risque de réveil et mémorisation)
- ❑ **Remplissage vasculaire rapide**

Cristalloïdes (10 - 30ml/kg) +/- HEA (10ml/kg)

- ❑ **Adrénaline** IVD (dilution cf tableau)
  - Grade 2: 1µg/kg
  - Grade 3: 5µg/kg
  - Grade 4: 10µg/kg
  - Si objectif de pression artérielle non atteint Adrénaline IVSE 0,1µg/kg/min
- ❑ **En cas d'inefficacité de l'adrénaline**
  - Bleu de méthylène 1 à 3 mg/kg IVL
  - Noradrénaline IVSE (débuter à 0,1µg/kg/min, dilution cf adrénaline)
  - Sugammadex possible si choc au Rocuronium réfractaire
- ❑ **Bronchospasme**
  - En cas d'hypotension artérielle: Adrénaline en première intention (avant le Salbutamol pouvant majorer l'hypotension)
  - Salbutamol en chambre d'inhalation (50µg/kg, max 10 bouffées)
  - Salbutamol 5µg/kg sur 10 minutes puis IVSE, débuter à 1µg/kg/min
  - Les corticoïdes ne sont pas un traitement de première intention

- ❑ **Faire impérativement les premiers prélèvements**
- ❑ *En cas d'ACR réfractaire envisager ECMO/ECLS*
- ❑ **Prélèvements**

Temps 0 : au moment du choc, dès que possible	➢	**1 tube EDTA dosage de l'histamine** **1 tube sec : dosage de la tryptase et IgE spécifiques**
Temps 1 : + 2 heures après T0	➢	1 tube sec : dosage de la tryptase
Temps 2 : + 24 heures après T0	➢	1 tube sec : dosage de la tryptase

- ❑ Après:

Surveillance intensive au moins 24h (risque de récurrence)
Tests cutanés : 4 à 6 semaines après
Information du patient et prise de rendez-vous en consultation d'allergologie
Déclaration au Centre Régional de Pharmacovigilance

TABLEAUX DE DILUTION

Adrénaline : dilution anaphylaxie grade 2/3 :
Prendre 1mg d'adrénaline +9ml NaCl 0.9%
Reprendre 1ml de cette solution + 9ml de NaCl 0.9% soit dilution à **10µg/ml**

POIDS (kg)	5	10	15	20	30	40	50
Grade 2 (mL)	0.5	1	1.5	2	3	4	5
Grade 3 (mL)	2.5	5	7.5	10			

Adrénaline : dilution pour anaphylaxie grade 3/4 :
Prendre 1mg d'adrénaline + 9mL de NaCl 0.9% soit **100µg/ml d'adrénaline**

POIDS (kg)	5	10	15	20	30	40	50
Grade 3 (mL)					1.5	2	2.5
Grade 4 (mL)	0.5	1	1.5	2	3	4	5

Adrénaline (et noradrénaline) IVSE : dose initiale 0.1µg/kg/min.
Prendre **1mg** d'adrénaline à ramener dans 50ml de NaCl 0.9%.

POIDS (kg)	5	10	15	20	30
Débit de la solution (mL/h) correspondant à 0.1µg/kg/min	1.6	3.3	5	6.6	10

Référentiels:
*- Prise en charge du choc anaphylactique: www.sfar.org/ar(cle/236/**choc-anaphylacLque***
- Prévention du risque anaphylac7que per--anesthésique. MERTES PM, MALINOVSKY JM :
http://www.sfar.org/ar7cle/694/preven7on--du--risque--allergique--peranesthesique--1
- Le choc anaphylactique. MERTES PM, COLLANGE O, DEGIRMENCI SE, TACQUARD N, PETITPIN N, MALINOVSKY J.M. Anesth Reanim. 2015;1:33--42

Validé par CAMR et ADARPEF 2019

III. SCENARIO 3 : Voies aériennes difficiles imprévues au bloc pédiatrique

SYNOPSIS

Il s'agit d'un patient de 4 ans, issu d'un mariage non consanguin, notion d'angines á répétition, notion de contage tuberculeux, admis au bloc de pédiatrie pour cervicotomie exploratrice.

Une AG est prévue. Après l'induction, on se retrouve face à une intubation difficile imprévue.

FICHE PATIENT

IDENTITE	
Garçon, 4 ans, Poids = 16 Kg, Taille = 95 cm	
ANTECEDENTS	
Personnels	- Issu d'un mariage non consanguin. - Bon développement psychomoteur. - Angines à répétition. - Notion de ronflements nocturnes. - Pas d'allergies connues - Jamais opéré
Familiaux	Parents tabagiques
ADMISSION AU BLOC	

- Constantes vitales et examen :
  - Enfant conscient, irrité, anxieux, réclame sa maman
  - FR : 22 cpm, SpO2 à l'AA : 96%, auscultation trouve des murmures vésiculaires sans râles
  - FC : 120 bpm, auscultation cardiaque sans particularités, TA : 110/70, TRC<3sec
  - Température : 36.5°, Glycémie à 0.85g/L
  - Voies aériennes :
    - Absence de dysmorphie
    - Bonne ouverture buccale

- Pas de raideur cervicale
- DTM supérieure à 35mm
- Plusieurs adénopathie cervicale faisant moins de 1 cm
- (SAOS non recherché)

- Induction inhalatoire au sévo 8% avec FiO2 90% CPAP à 5cmH2O
- Prise de VVP et préremplissage par 10cc/kg de SS0.9%
- Administration de 50mg de Propofol et de 40 µg de Fentanyl.

Paramètres après induction	
Paramètres respiratoires et ventilatoires	Patient ventilé au masque facial manuellement Valve APL réglée à 20 cnH2O SpO2 :98%. Bonne ampliation thoracique. Courbe de capnogramme normale, EtCO2 : 42
Fonction hémodynamique	FC = 140 bpm, PA = 90/55 mmHg, auscultation normale.
Fonction neurologique	Pupilles en myosis serré centrés fixé, patient ne réagit à aucun stimulus
Examen cutané	Muqueuses roses, pas de sueurs
Glycémie	0.95 g/L
Température	36 °C

FICHE TECHNIQUE

PREPARATION DE LA SALLE	
Mannequin	- Petit enfant à intubation difficile - Simulateur haute-fidélité.
Matériel adapté	- Machine d'anesthésie. - Scope - Sources de gaz frais - Source et matériel d'aspiration - Chariot d'anesthésie avec matériel adapté à l'enfant. - Chariot d'urgence avec matériel adapté à l'enfant. - Table opératoire et sources de lumière - Table préparé avec matériel stérile pour chirurgie
Acteurs	- Médecin anesthésiste sénior - Interne en anesthésie - IADE - 2 Chirurgiens en casaques
DEROULEMENT DU SCENARIO	
Baseline	- SpO2 = 98%. Capnogramme normale. - PA = 90/55 mmHg. FC : 140 Désaturation profonde et bradycardie possibles en fonction de la PEC. Arrêt du scénario en cas d'arrêt cardio-respiratoire
Landing	- SpO2 = 98%. Courbe de capno normale avec valeur affichée à 38mmHg

	- FC = 125 bpm, PA = 95/65 mmHg.
OBJECTIFS PEDAGOGIQUES	
Clinique	- Gestion d'un incident au bloc opératoire pédiatrique. - Diagnostic d'une situation de voies aériennes difficiles imprévues en pédiatrie
Crisis Resource Management	- Leadership et communication. - Répartition des tâches. - Demande d'aide. - Support cognitif.

MISE EN SCENE - BASELINE

Le participant jouant le rôle d'un sénior en anesthésie est interpelé par l'IADE pour un patient de 4 ans, issu d'un mariage non consanguin, admis au bloc opératoire pour cervicotomie exploratrice sous AG qu'on n'arrive pas à intuber après 2 laryngoscopies infructueuses par l'interne en anesthésie et l'IADE.

A l'arrivée :

L'équipe chirurgicale attend patiemment.

De l'autre côté :

Le patient est pris au masque facial par l'interne, tête en hyper extension, mandibule subluxée, tandis que l'IADE le ventile manuellement au ballon.

☞ L'évaluation trouve :

Paramètres après induction	
Paramètres respiratoires et ventilatoires	Patient ventilé au masque facial manuellement, canule oropharyngée en place Valve APL réglée à 20 cmH2O, FiO2: 100% SpO2 :98%. Bonne ampliation thoracique. Courbe de capnogramme normale, EtCO2 : 42
Fonction hémodynamique	FC = 140 bpm, PA = 90/55 mmHg, auscultation normale.
Fonction neurologique	Pupilles en myosis serré centrés fixé, patient ne réagit à aucun stimulus
Examen cutané	Muqueuses roses, pas de sueurs
Glycémie	0.95 g/L

Température	36 °C

En résumé, il s'agit d'un enfant ventilable chez qui l'intubation s'avère difficile.

☞ La conduite à tenir immédiate serait :

- Approfondir l'anesthésie par propofol et sévoflurane
- Administration de rocuronium 0.6mg/kg avec préparation de sugammadex pour l'antagonisation/ préferer la succinylcholine si disponible (1mg/kg)
- Privilégier la ventilation au masque à pression positive (inf à 25 cmH2O) avec la manœuvre de Larson
- Ventiler à quatre mains si la ventilation devient difficile
- Ne pas oublier la canule de guedel pour assurer la perméabilité de la filière pharyngée.
- Surveiller l'efficacité de la ventilation par le capnogramme et l'ampliation thoracique.
- Retenter une nouvelle laryngosciopie par le sénior (candidat) en se munissant du mandrin de Cook et du vidéolaryngoscope si la technique est maitrisée.
- En cas d'echec, reprendre la ventilation dès que la SpO2 passe en dessous de 95%.
- Ne pas oublier de décomprimer l'estomac.

MISE EN SCENE - DEROULEMENT

En cas d'echec d'intubation au vidéolaryngoscope et/ou le mandrin, le candidat reprend la ventilation manuelle au masque. Cependant la courbe de capnogramme ne s'affiche pas et l'ampliation thoracique reste absente. 30 secondes plus tard, la Sp02 passe brutalement de 98% à 90 %. 15 secondes après si le malade n'est toujours pas ventilé, la Spo2 chute à 75% et la FC à 60 bpm. Encore 15 secondes sans venrilation suffisent pour que notre patient présente une asystolie au scope. Le scénario prend fin à cette étape et on considère que le candidat a échoué.

La conduite à tenir serait donc :

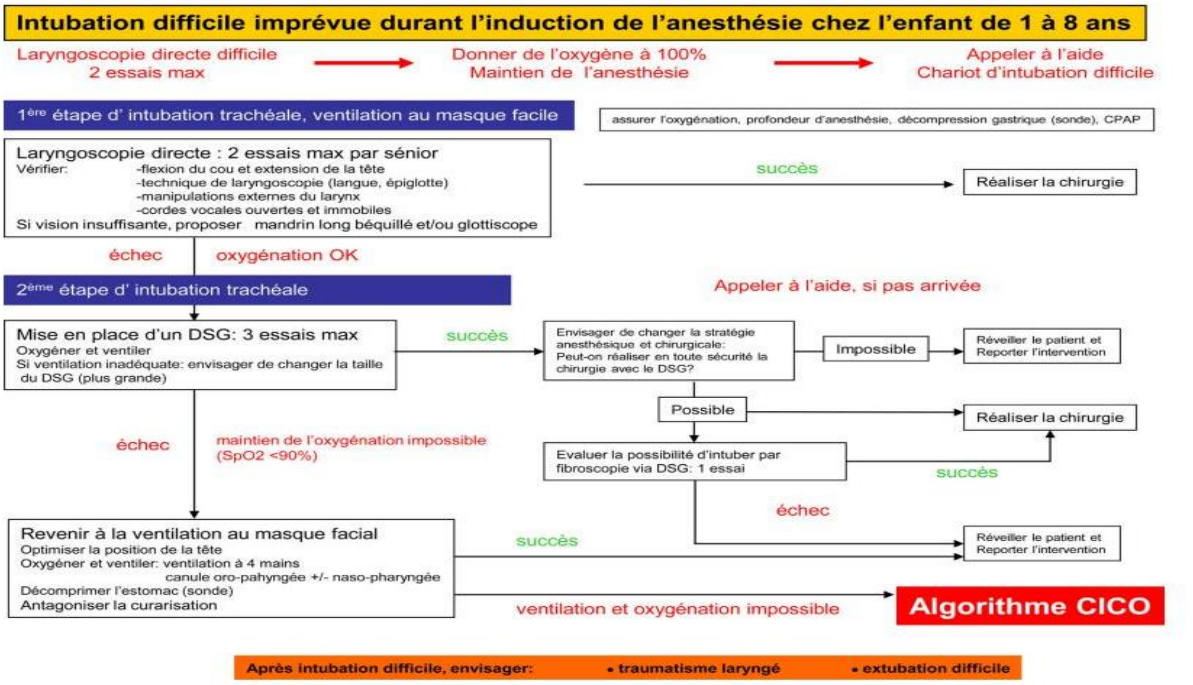
- Mise en place rapide d'un masque laryngé taille 2 ou tout autre dispositif supraglottique (I-gel) et ventilation à pression positive.
- Administration IVD de sulfate d'atropine a 400 microgramme en cas de bradycardie.

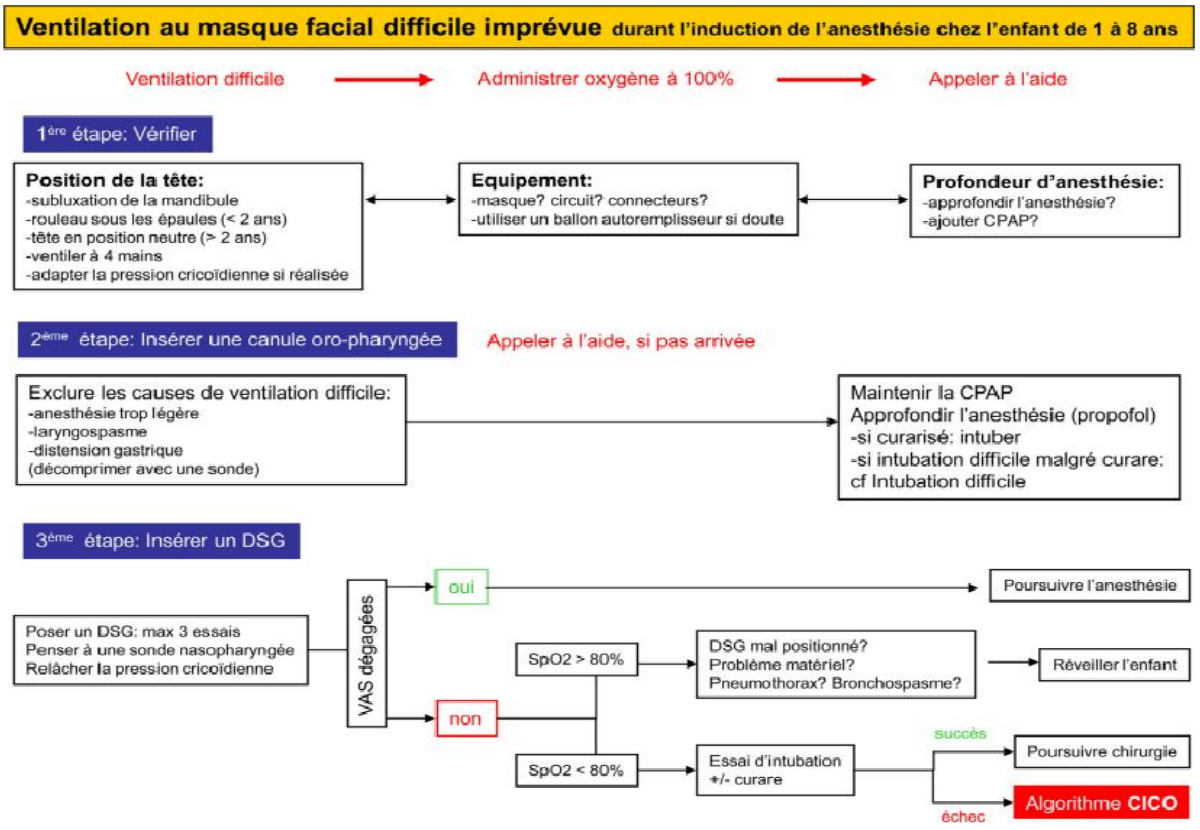
MISE EN SCENE - LANDING

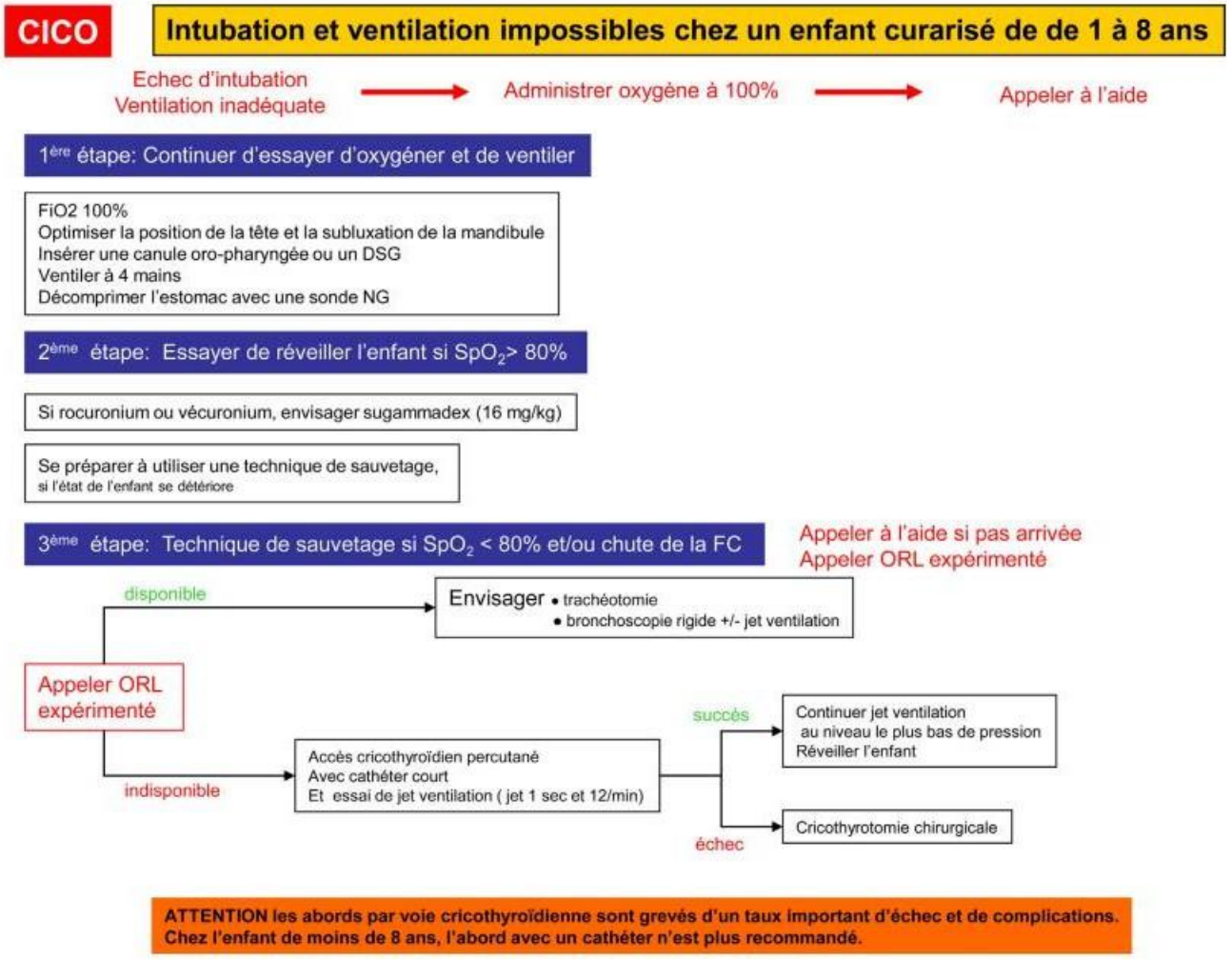
Après l'instauration de ce traitement, le malade se laisse ventiler, on obtient un bon capnogramme, la SpO2 et la FC se normalisent rapidement.

Le geste peut se réaliser sous dispositif supraglottique, mais l'extubation doit se faire après réveil complet et nécessite une surveillance rapprochée et le matériel pour gestion des voies aériennes à portée de main.

DEBRIEFING [67]






CICO
Intubation et ventilation impossibles chez un enfant curarisé de de 1 à 8 ans
Echec d'intubation
Ventilation inadéquate
Administrer oxygène à 100%
Appeler à l'aide
1ère étape: Continuer d'essayer d'oxygéner et de ventiler
FiO2 100%
Optimiser la position de la tête et la subluxation de la mandibule
Insérer une canule oro-pharyngée ou un DSG
Ventiler à 4 mains
Décomprimer l'estomac avec une sonde NG
2ème étape: Essayer de réveiller l'enfant si SpO2> 80%
Si rocuronium ou vécuronium, envisager sugammadex (16 mg/kg)
Se préparer à utiliser une technique de sauvetage,
si l'état de l'enfant se détériore
3ème étape: Technique de sauvetage si SpO2 < 80% et/ou chute de la FC
Appeler à l'aide si pas arrivée
Appeler ORL expérimenté
disponible
Envisager • trachéotomie
• bronchoscopie rigide +/- jet ventilation
Appeler ORL expérimenté
indisponible
Accès cricothyroïdien percutané
Avec cathéter court
Et essai de jet ventilation (jet 1 sec et 12/min)
succès
Continuer jet ventilation
au niveau le plus bas de pression
Réveiller l'enfant
échec
Cricothyrotomie chirurgicale
ATTENTION les abords par voie cricothyroïdienne sont grevés d'un taux important d'échec et de complications.
Chez l'enfant de moins de 8 ans, l'abord avec un cathéter n'est plus recommandé.

IV. SCENARIO 4 : Hyperthermie maligne au bloc opératoire

SYNOPSIS

Il s'agit d'un patient de 12 ans, issu d'un mariage non consanguin, admis au bloc de pédiatrie pour cure programmée d'une hernie inguinale.

Le malade a été acheminé au bloc avec une voie 20G fonctionnelle au niveau de la main gauche. Il est actuellement intubé sous anesthésie générale. Le patient va présenter un tableau d'hyperthermie maligne.

L'objectif est d'identifier et de traiter l'hyperthermie maligne en contexte peropératoire.

FICHE PATIENT

<table>
<tr><th colspan="2">IDENTITE</th></tr>
<tr><td colspan="2">Garçon, 12 ans, Poids = 40 Kg, Taille = 75 cm</td></tr>
<tr><th colspan="2">ANTECEDENTS</th></tr>
<tr><td>Personnels</td><td>- Issu d'un mariage non consanguin.
- Bon développement psychomoteur.
- Asthme avec de rares crises survenant surtout l'hiver
- Pas d'allergies connues
- Circoncision à 1 an. Pas d'antécédent de complications anesthésiques.</td></tr>
<tr><td>Familiaux</td><td>- RAS</td></tr>
<tr><th colspan="2">ADMISSION AU BLOC</th></tr>
<tr><td colspan="2">- Constantes vitales et examen :
• Enfant conscient, calme, coopérant
• FR : 20 cpm, SpO2 à l'AA : 96%, auscultation trouve des murmures vésiculaires sans râles
• FC : 85 bpm, auscultation cardiaque sans particularités, TA : 110/80, TRC<3sec
• Température : 36.5°, Glycémie à 0.85g/L
• Voies aériennes : absence de critères de voies aériennes difficiles
- Patient se présente au bloc avec une voie 20G fonctionnelle à la main gauche
- Préremplissage par 10cc/kg de SS0.9% et préoxygénation</td></tr>
</table>

- Induction standard au sufentanyl, propofol et succinylcholine - Intubation orotrachéale facile dès la première tentative avec laryngoscopie directe à lame MAC 3 sonde N 6. - Ventilation mode VAC et entretien par Sevoflurane 2%. - Badigeonnage puis mise en place de champs. Le chirurgien se prépare à faire l'incision.	
Paramètres sous anesthésie générale	
Paramètres respiratoires et ventilatoires	Patient sous mode VAC : Vt : 350ml, FR : 18cpm, PEEP: 5cmH2O, I/E: 2, DGF: 2l/min (40% O2, 60% AIR, SEVO inspiré: 2%) P limite: 40 cmH2O P crête: 22cmH2O, EtCO2 35. SpO2 : 98%. Auscultation : MV bien perçus.
Fonction hémodynamique	FC = 75 bpm, PA = 110/70 mmHg, rthme sinusal régulier, auscultation normale.
Fonction neurologique	Pupilles en myosis serré, patient ne réagit à aucun stimulus
Examen cutané	Coloration normale des téguments.
Glycémie	0.95 g/L
Température	35.5 °C

FICHE TECHNIQUE

PREPARATION DE LA SALLE	
Mannequin	- Grand enfant. - Simulateur haute-fidélité.
Matériel adapté	- Machine d'anesthésie. - Scope - Sources de gaz frais - Source et matériel d'aspiration - Chariot d'anesthésie avec matériel adapté à l'enfant. - Chariot d'urgence avec matériel adapté à l'enfant. - Table opératoire et sources de lumière - Table préparé avec matériel stérile pour chirurgie
Acteurs	- Médecin anesthésiste sénior - Interne en anesthésie - IADE - 2 Chirurgiens en casaques+ infirmière du bloc
OBJECTIFS PEDAGOGIQUES	
Clinique	- Présenter un cas d'hyperthermie maligne afin que les participants puissent en reconnaître les signes et les symptômes. - Discuter les diagnostics différentiels de l'hyperthermie maligne. - Identifier et comprendre l'ordre chronologique du développement de l'hyperthermie maligne, qui comprend : • EtCO2

	• La fréquence cardiaque • La température • La rigidité musculaire • Identifier le changement dans les analyses de sang : Gaz du sang artériel Ionogramme Fonction rénale • Appliquer l'algorithme de traitement de l'hyperthermie maligne en utilisant les protocoles recommandés, y compris l'administration de Dantrolène, en mettant l'accent sur le travail d'équipe. • Reconnaître la réaction du patient aux interventions de prise en charge appropriées (et/ou inappropriées).
Crisis Resource Management	- Leadership et communication. - Répartition des tâches. - Demande d'aide. - Support cognitif.

MISE EN SCENE – DEROULEMENT ET LANDING

Interventions/moments clés	Nouveaux constats	Informations additionnelles
A 3 minutes du début	Les joueurs seront informés que 15 minutes sont passées depuis l'incision. Signes vitaux : FC : 105, TA : 132/90, Temp 37.7 C, ETCO2 45, SaO2 98%, et FR 16 avec rigidité musculaire à l'examen physique.	
1-2 minutes après	Signes vitaux : FC 120, TA 149/101, Temp 38.4 C, ETCO2 54, SaO2 95%, FR 25. Le chirurgien signale que le patient contracte son abdomen.	
5-8 minutes plus tard		Les joueurs devraient avoir déjà évoqué le diagnostic d'hyperthermie maligne. Sinon, il est possible de les orienter vers le diagnostic à cette étape du scenario.
Les joueurs demandent un GDS et/ou des examens biologiques	GDS : pH 7.25, pCO2 55, pO2 95, HCO3 16.	
Les joueurs signalent à toute l'équipe que l'on suspecte l'hyperthermie maligne, appellent à l'aide et demandent que l'on ramène le chariot d'urgence et le kit d'hyperthermie maligne	Le kit d'hyperthermie maligne ainsi que le chariot d'urgence sont acheminés dans la sale. On leur fait savoir que des anesthésistes séniors ont été notifiés et qu'ils arrivent.	On pourrait proposer aux joueurs de designer parmi eux un leader qui va s'occuper de répartir les tâches et veiller à l'application du protocole de prise en charge de l'hyperthermie maligne
Les joueurs devraient couper immédiatement les halogénés, déposer les évaporateurs et hyper ventiler en circuit ouvert à 100% de FiO2.		
Les joueurs devraient refroidir le patient par du sérum salé refroidi en IV, vessie de glace, irrigation gastrique au sérum froid.		
Dantrolène est administré en IVD dès suspicion à 2.5mg/kg	Les signes vitaux se stabilisent et commencent à se normaliser.	
Les joueurs devraient établir un deuxième accès veineux et remplir le patient au sérum salé		

0.9% pour cibler une hyperdiurèse	
Les joueurs devraient demander le bilan suivant : CPK, myoglobinémie, kaliémie, urée, creat.	

Scénario idéal :

Les joueurs entrent dans la pièce où se trouve un patient anesthésié dont les signes vitaux sont affichés sur un moniteur, notamment la fréquence cardiaque, la pression artérielle et le CO2 en fin d'expiration. Un chirurgien opère la région inguinale. Les signes vitaux initiaux sont normaux et stables. Le chirurgien poursuit l'opération et, après que l'encadrant a annoncé que 15 minutes se sont écoulées depuis l'incision, les joueurs remarquent que l'ETCO2 augmente progressivement et que la fréquence cardiaque s'accélère. Ils reconnaissent immédiatement que l'hyperthermie maligne est un diagnostic probable et demandent un gaz du sang, alertent le personnel de la salle d'opération et demandent au chirurgien d'arrêter l'opération à un point non critique. Les apprenants arrêtent l'anesthésie volatile, commencent à administrer une FiO2 à 100 %, demandent que le kit spécifique soit ramené dans la salle et que le personnel de la salle d'opération commence à préparer le Dantrolène. Ils administrent le Dantrolène à raison de 2,5mg/kg et continuent à surveiller le patient pour détecter tout signe d'amélioration. Une fois stable, le patient est envoyé en soins intensifs pour surveillance et complément de prise en charge, avec des gaz du sang et monitorage de la diurèse.

Erreurs de gestion anticipées :

1. Ne pas reconnaître le diagnostic d'hyperthermie maligne
2. Ne pas reconnaître la nécessité du kit d'hyperthermie maligne et du Dantrolène
3. Ne pas reconnaître la nécessité d'arrêter les anesthésiques volatiles

DEBRIEFING [68]

HYPERTHERMIE MALIGNE EN PEDIATRIE

SUSPECTER (y compris à distance de l'exposition)

- ❑ Halogénés / succinylcholine
- ❑ $PEtCO_2$ élevée / tachypnée
- ❑ Tachycardie / marbrures
- ❑ Hyperthermie / sueurs/trismus / Rigidité
- ❑ Myoglobinurie, acidose, élévation des CPK post-opératoire
- ❑ Terrain favorisant (myopathie, ...)

ELIMINER

- ❑ Anesthésie trop légère
- ❑ Hypoventilation
- ❑ Insufflation de CO_2 – anomalie circuit

APPEL A L'AIDE / chariot urgence
Obtenir Dantrolène
Arrêt procédure ?

TRAITER

- ❑ **Arrêter les halogénés** → Relais IV : kétamine, midazolam
- ❑ **Hyperventiler en FiO_2 100 %** - circuit ouvert haut débit gaz frais (2 à 3 fois ventilation minute du patient)
  et si disponibles avec des filtres à charbon actif
- ❑ Prélever Gaz du sang + kaliémie
- ❑ Poser 2ème VVP
- ❑ Monitorer température centrale et $PetCO_2$
- ❑ **Dantrolène injectable:** *[tel pharmacie/lieu de stockage]*
  - **2,5 mg/kg IVD** (flacon 20 mg à diluer dans 60ml d'eau stérile, ex: 20 kg = 50 mg = 2,5 flacons, voir abaque verso).
  - Si échec (quelques min) répéter par dose de **1 mg/kg IVD** toutes les 10 minutes
  - Jusqu'à **10 mg/kg** au total (ex: 20 kg = 10 flacons)
- ❑ **Refroidir** par voie externe +/- interne jusqu'à 38°C
- ❑ **Traiter Hyperkaliémie**: 0,1 UI/kg d'insuline dans 10 mL/kg de G10 % sur 15 minutes,
  Gluconate de Ca (0,5 mL/kg max 2 g) si troubles du rythme
- ❑ **Traiter Acidose métabolique (grave ph< 7,2) :** Bicarbonate de sodium 1 mEq/Kg soit 2 mL/kg de Bicarbonates 4,2 %
- ❑ Surveiller diurèse : si oligurie → Remplissage NaCl 0,9 %

1. Prélever 60 ml d'EPPI par flacon

2. Utiliser le trocart

3. Agiter

APRÈS

- ❑ Surveillance Réa min. 24 h : GDS, CPK, kaliémie, Myoglobine (sang + urine), coagulation
- ❑ Dantrolène: 1 mg/kg toutes les 4 heures tant que persistent signes cliniques
- ❑ Prélèvement génétique / biopsie musculaire / adresser centre référent
- ❑ *Rappel: contre-indication de l'association Dantrolène - inhibiteurs calciques*

Abaques DANTROLENE

Dilution standard: 1 flacon de 20 mg à diluer dans 60 ml d'eau stérile.

Dose initiale 2,5 mg/kg							
Poids (kg)	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Dose (mg)	12,5	25	37,5	50	75	100	125
Nb de flacons	0,6	1,25	1,9	2,5	3,7	5	6,25
Nb de ml de la solution	**40**	**75**	**110**	**150**	**220**	**300**	**375**

Dose complémentaire 1 mg/kg							
Poids (kg)	**5**	**10**	**15**	**20**	**30**	**40**	**50**
Dose (mg)	5	10	15	20	30	40	50
Nb de flacons	0,25	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5
Nb de ml de la solution	**15**	**30**	**45**	**60**	**90**	**120**	**150**

V. SCENARIO TYPE : Intoxication aux anesthésiques locaux

SYNOPSIS

Un bloc sciatique poplité analgésique a été réalisé chez une fille de 9 ans avant d'être admise au bloc pour osthéosynthèse d'une fracture de cheville sous AG. Lors de l'installation et avant l'induction, la patiente se plaint de vision floue, de paresthésies et de "tremblements". La patient présente après une crise convulsive suivie d'un arrêt cardiaque et aura besoin de réanimation cardio-respiratoire avancée ainsi que l'administration d'émulsion lipidique.

FICHE PATIENT

IDENTITE	
Fille 9 ans, Poids = 30 Kg, Taille =120 cm	
ANTECEDENTS	
Personnels	- Issu d'un mariage non consanguin. - Bon développement psychomoteur. - Pas d'allergies connues
Familiaux	- RAS
Contexte	
- La patiente présente une fracture bi malléolaire suite à un accident de sport hier soir. Elle n'a rien mangé ni bu depuis. Elle est admise au bloc le matin et bénéficie en salle de préinduction sous surveillance scopée et après un bolus de 1mg de midazolam d'un bloc sciatique au niveau poplité réalisé par un collègue anesthésiste qui était de garde hier. Ce dernier fait la passation au participant, qui va jouer le rôle d'un interne en anesthésie, au moment où la patiente est acheminée en salle opératoire. Il est pressé car il a envie de rentrer chez lui pour se reposer ; sa garde était infernale. Il ajoute que tout devrait bien se passer et il demande gentiment à l'interne de noter le compte rendu de l'anesthésie locorégionale sur son dossier puisqu'il n'a pas eu le temps de le faire. Il lui souhaite une bonne journée puis quitte le bloc.	
ADMISSION AU BLOC	
- Constantes vitales : • FR : 18 cpm, SpO2 à l'AA : 96% • FC : 85 bpm, TA : 115/80	

- Température : 36.8°, Glycémie à 0.9g/L

- Patient se présente au bloc avec une voie 22G fonctionnelle à la main gauche. Un préremplissage au Ringer lactate est en cours. L'IADE commence à préoxygéner la patiente au masque facial. Elle pense que la patiente est « simplement stressée ».
- Le premier chirurgien, déjà habillé, prépare sa table.

Paramètres sous	
Fonction respiratoire	Patiente respire spontanément sous 100% FiO2. SpO2 : 98%. Auscultation : MV bien percus.
Fonction hémodynamique	FC = 85 bpm, PA = 110/70 mmHg, rythme sinusal régulier, auscultation normale, TRC <3sec, extrémités chaudes.
Fonction neurologique	Patiente consciente, se plaint de vision floue, de paresthésies et de "tremblements", anxieuse.
Examen cutané	Coloration normale des téguments.
Glycémie	0.85 g/L
Température	36.8 °C

FICHE TECHNIQUE

PREPARATION DE LA SALLE	
Mannequin	- Grand enfant. - Simulateur haute-fidélité.
Matériel adapté	- Machine d'anesthésie. - Scope - Sources de gaz frais - Source et matériel d'aspiration - Chariot d'anesthésie avec matériel adapté à l'enfant. - Chariot d'urgence avec matériel adapté à l'enfant. - Table opératoire et sources de lumière - Table préparé avec matériel stérile pour chirurgie
Acteurs	- Interne en anesthésie - IADE - 2 Chirurgiens en casaques+ infirmière du bloc - Formateurs dans les coulisses
OBJECTIFS PEDAGOGIQUES	
Clinique	• Identifier l'intoxication aux anesthésiques locaux • Prendre en charge la crise convulsive secondaire à l'intoxication • Réaliser une réanimation cardio-pulmonaire • Initier une thérapie par émulsion lipidique

Crisis Resource Management	- Leadership et communication. - Répartition des tâches. - Demande d'aide. - Support cognitif.

MISE EN SCENE – DEROULEMENT ET LANDING

Evolution de l'état du patient		**Actions du joueur, modificateurs et triggers**	
1. Baseline State **Rhythme: PR allongé sur scope** **FC: 78/min** **TA: 156/78** **FR: 22/min** **SpO2: 99%** **T: 37°C**	Consciente, se plaint de vision floue, de paresthésies et de "tremblements", anxieuse.	Actions attendus du joueur : ☐ Interrogatoire et examen physique ☐ Scope ☐ Médicaments reçus et doses ☐ 2éme VVP ☐ ECG ☐ Glycémie ☐ Verbaliser les diagnostics différentiels, notamment : intoxication aux anesthésiques locaux et traumatisme crânien.	Modificateurs *Modifications de l'état du patient en fonction de l'action de l'apprenant* – Si le patient demande une émulsion lipidique, on lui dira qu'elle doit être préparée. – Si l'apprenant appelle le centre antipoison, on lui dira que le centre a reçu la requête et qu'il va rappeler plus tard –Si le joueur demande quels médicaments ont été administrés, l'infirmière de la salle de préinduction est sûre que l'anesthésiste a utilisé de la ropivacaine 7.5mg, mais elle n'est pas sûr de la quantité administrée. Triggers *Pour le passage à l'étape suivante* – Toutes les actions sont terminées ou 5 minutes après le début du cas → 2. Toxicité progressive du SNC

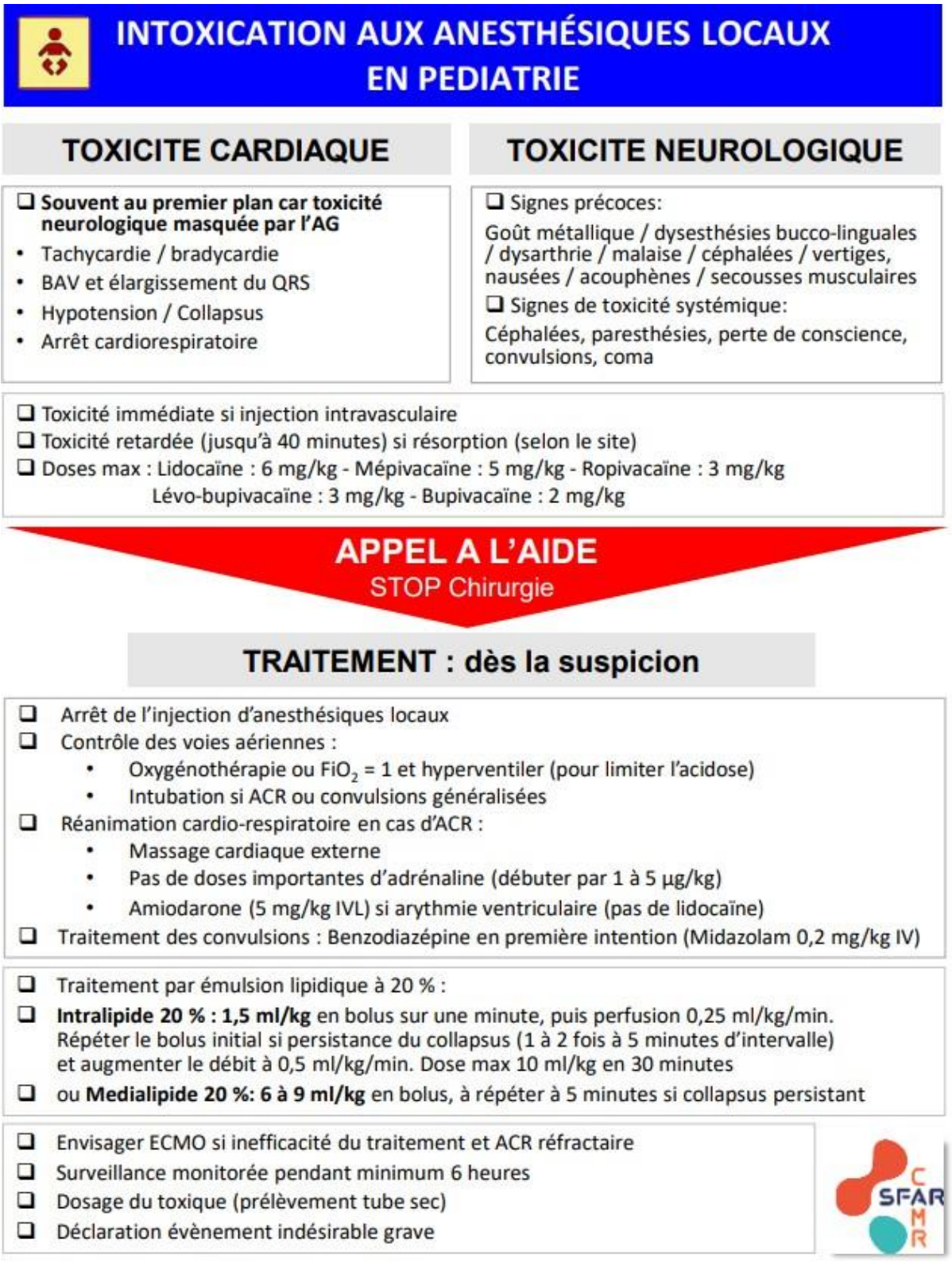
2. Toxicité progressive du SNC **Rhythme: Non interpretable à cause des convulsions** **FC: 120/min** **TA: 180/90** **FR: 40 /min** **SpO2: 85 %** **T: 37.0°C**	Commence à convulser	Actions attendus du joueur : ☐ Reconnait les convulsions ☐ Lorazepam 0.1mg/kg max 4mg IV ou midazolam 10mg IV (répéter chaque 5mins) ☐ Glycémie, bilan biologique ☐ Ventilation au masque et préparation à l'intubation ☐ Intralipide 20% Bolus: 1 – 1.5 ml/kg sur 1 min (Répéter toutes les 3 minutes pour une dose totale de 3 ml/kg) puis ☐ 0.25 ml/kg/minute, et répéter bolus si nécessaire	Modificateurs – Si benzodiazepines administrés → les crises continuent – Ventilation au masque → SpO2: 95 % – A 9 minutes → Centre antipoison rappelle de nouveau : en cas de crises convulsives ou arrêt cardiaque, passer intralipide 20% bolus 1–1.5 mg/kg sur 1 min puis entretien Triggers – Toutes les actions faites ou **10 minutes → 3. Arrêt cardiaque**
3. Arrêt cardiaque **FC: TV à 220/min** **TA: 0** **FR: 0/min** **SpO2: 70%** **Pas de pouls**	Inconsciente	Actions attendus du joueur : ☐ Reconnaît l'arrêt ☐ Réanimation cardiopulmonaire spécialisée ☐ Limiter les doses d'adrénaline (1 à 5gamma/kg par bolus) ☐ Ne pas utiliser la lidocaine ☐ Considérer le Bicarbonate de sodium ☐ Penser à intuber ☐ Passer l'intralipide si	Modificateurs Triggers – Si l'intralipide n'est pas administrée, continuer la RCP jusqu'à la fin du scénario – Après émulsion lipidique → **4. RACS**

		ce n'est pas déjà fait ☐ Contacter Réa et l'équipe d'ECMO	
4. RACS **FC: 90/min** **TA: 100/70** **FR: 16 /min** **SpO2: 95%** **Bon pouls**	Patiente gémit	Actions attendus du joueur : ☐ Identifier RACS ☐ ECG+ nouvel examen ☐ Entretien de l'intralipide et remplissage par du SS0.9% 20ml/Kg	Triggers - Contacter l'USI pour transfert ou après 15 min → **Fin du scenario**

Annexe A : Résultats de laboratoire

Seul le résultat de la gazométrie est retourné (prélevée avant la crise) : pH 7,4, pCO2 40, pO2 98, HCO3 24, lactate 2,6

DEBRIEFING [69]



Abaques

Dilution Adrénaline :
Prendre 1 mg d'adrénaline + 9 ml NaCl 0,9 % ;
reprendre 1 ml de cette solution + 9 ml de NaCl 0,9 % soit dilution à **10 µg/ml**

POIDS (kg)	5	10	15	20	30	40	50
Dose 1 µg/kg (Nb de ml de la solution)	0.5	1	1.5	2	3	4	5
Dose 5 µg/kg (Nb de ml de la solution)	2.5	5	7.5	10			

CONCLUSION

La collaboration avec les équipes multidisciplinaires est vitale en contexte pédiatrique, où les équipes doivent s'appuyer sur l'expertise des uns et des autres et fonctionner de manière transparente sous pression. Les éducateurs sont confrontés au défi de former les futurs anesthésistes à comment prendre en charge le patient pédiatrique dans les situations d'urgence et comment effectuer des procédures de manière efficace. La simulation dans le contexte pédiatrique s'accompagne de nombreux défis, mais s'est avérée être un outil indispensable pour transmettre des compétences, des connaissances et des attitudes. La simulation en anesthésiologie pédiatrique peut être incorporée dans l'acquisition des compétences de base, exigées par les formateurs et les organismes d'accréditation et indispensables pour tout futur praticien. Le domaine de la simulation pédiatrique est relativement jeune, et sa croissance est grandement favorisée par des groupes, tels que l'International Pediatric Simulation Society (IPSS), le Réseau INSPIRE (International Network for Simulation-based Pediatric Innovation, Research, and Education), et d'autres, pour faire avancer les efforts de collaboration en matière de recherche en cours comme ceux qui se développent au sein de la Société d'anesthésiologie pédiatrique (Society of Pediatric Anesthesia).

RESUMES

RESUME

La simulation médicale émerge comme une pierre angulaire dans l'apprentissage des professionnels de la santé, offrant un environnement sécurisé et contrôlé pour le développement des compétences cliniques. Dans le domaine particulièrement délicat de l'anesthésie pédiatrique, la simulation revêt une importance cruciale en permettant aux praticiens de s'exercer dans des scénarios réalistes sans risques pour les patients. Cet outil permet de familiariser les anesthésiologistes avec des situations rares mais potentiellement graves, affinant ainsi leurs réflexes et leurs capacités décisionnelles dans un contexte pédiatrique spécifique. L'interactivité des scénarios de simulation encourage également la communication et la coordination au sein des équipes médicales, renforçant ainsi la résilience face aux imprévus. En mettant l'accent sur la simulation médicale adaptée à l'anesthésie pédiatrique, cette approche pédagogique offre une plateforme inestimable pour la formation des professionnels de la santé, contribuant à l'amélioration continue des soins prodigués aux jeunes patients. Les retours d'expérience issus de ces simulations peuvent également servir de base pour la mise en place de protocoles cliniques et le perfectionnement des compétences spécifiques à cette discipline, soulignant ainsi l'impact durable de la simulation médicale dans la formation des anesthésiologistes.

De ce fait, notre travail s’est basé sur la conception d’un éventail de scénarii de simulation en matière d’anesthésie pédiatrique, avec comme objectifs principaux :

- Inculquer les bases de la simulation médicale comme nouvelle approche d'apprentissage en anesthésie-réanimation et médecine d'urgence.
- Etablir des protocoles et des conduites à tenir standardisées adaptées à notre contexte.
- Immortaliser certaines situations cliniques qui ne sont pas fréquemment rencontrées dans notre pratique courante.

ملخص

تظهر المحاكاة الطبية كحجر أساس للتعلم للعاملين في مجال الرعاية الصحية، مما يوفر بيئة آمنة وخاضعة للرقابة لتطوير المهارات السريرية. في مجال تخدير األطفال الحساس بشكل خاص، تعد المحاكاة ذات أهمية بالغة، مما يمكن الممارسين من الممارسة في سيناريوهات واقعية دون تعريض المرضى للخطر. تعمل هذه اآلداة على تعريف أطباء التخدير بالحاالت النادرة والتي يحتمل أن تكون خطيرة، مع صقل ردود أفعالهم ومهارات اتخاذ القرار لديهم في سياق معين. كما أن تفاعل سيناريوهات المحاكاة يشجع على التواصل والتنسيق داخل الفرق الطبية، مما يعزز المرونة في مواجهة ما هو غير متوقع. من خالل التركيز على المحاكاة الطبية التي تتكيف مع تخدير األطفال، يوفر هذا النهج التربوي منصة ال تقدر بثمن لتدريب أخصائي الرعاية الصحية، مما يساهم في التحسين المستمر للرعاية المقدمة للمرضى الصغار. كما يمكن استخدام المالحظات من عمليات المحاكاة هذه كأساس لتطوير البروتوكوالت السريرية وصقل المهارات الخاصة باالنضباط، مما يؤكد على التأثير الدائم للمحاكاة الطبية في تدريب أطباء التخدير.

وبناء على ذلك، اعتمد عملنا على تصميم مجموعة من سيناريوهات المحاكاة في تخدير األطفال، لتحقيق األهداف الرئيسية التالية:

- غرس أساسيات المحاكاة الطبية كنهج جديد للتعلم في الرعاية المركزة التخدير وطب الطوارئ.
- وضع بروتوكوالت وإجراءات موحدة تتناسب مع سياقنا.
- تخليد بعض الحاالت السريرية التي ال تتم مواجهتها بشكل متكرر في ممارستنا اليومية.

ABSTRACT

Medical simulation is emerging as a cornerstone of learning for healthcare professionals, providing a safe, controlled environment for the development of clinical skills. In the particularly delicate field of pediatric anesthesia, simulation is of crucial importance, enabling practitioners to practice in realistic scenarios without risk to patients. This tool familiarizes anesthesiologists with rare but potentially serious situations, honing their reflexes and decision-making skills in a specific pediatric context. The interactivity of simulation scenarios also encourages communication and coordination within medical teams, strengthening resilience in the face of the unexpected. By focusing on medical simulation adapted to pediatric anesthesia, this pedagogical approach offers an invaluable platform for training healthcare professionals, contributing to the continuous improvement of care delivered to young patients. Feedback from these simulations can also be used as a basis for developing clinical protocols and honing discipline-specific skills, underlining the lasting impact of medical simulation in the training of anaesthesiologists.

Accordingly, our work has been based on the design of a range of simulation scenarios in pediatric anesthesia, with the following main objectives:

- Inculcate the basics of medical simulation as a new approach to learning in anesthesia-intensive care and emergency medicine.
- Establish standardized protocols and procedures adapted to our context.
- Immortalize certain clinical situations not frequently encountered in our day-

to-day practice.

BIBLIOGRAPHIE

[1]. Owen H. Simulation in healthcare education : an extensive history : Springer, Suisse. 2016. p. 16

[2]. Stoelting RK. About APSF: Foundation History. Source : http://apsf.org/about_history.php

[3]. Abrahamson S, Denson J, Wolf R. A computer-based patient simulator for training anesthesiologists. Educational Technol. 1969; 9(10).

[4]. Gaba D. Anesthesia simulations in an actual operating room environment. Anesthesiology. 1987; 67(3A):A467.

[5]. Gaba DM, DeAnda A. A comprehensive anesthesia simulation environment: re-creating the operating room for research and training. Anesthesiology. 1988; 69(3):387-94

[6]. Good M, Lampotang S, Gibby G, Gravenstein J. Critical events simulation for training in anesthesiology. J Clin Monit Computing. 1988;4:140.

[7]. Schwid HA. A flight simulator for general anesthesia training. Comput Biomed Res. 1987;20(1):64-75.

[8]. Schwid HA, O'Donnell D. The anesthesia simulator-recorder: a device to train and evaluate anesthesiologists' responses to critical incidents. Anesthesiology. 1990;72(1):191-7

[9]. Cooper JB, Newbower RS, Long CD, McPeek B. Preventable anesthesia mishaps: a study of human factors. Anesthesiology. 1978;49(6):399-406.

[10]. Pierce EC Jr. The 34th Rovenstine Lecture. 40 years behind the mask: safety revisited. Anesthesiology. 1996;84(4):965-75.

[11]. Pierce EC Jr, Cooper JB. Analysis of anesthesia mishaps. Int Anesthesiol Clin. Boston: Little Brown; 1984.

[12]. Wiggins G, McTighe J. Understanding by design. Alexandria: ASCD; 2005.

[13]. Gagné RM, Briggs LJ, Wager WW. Principles of instructional design. Fort Worth: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers; 1992. http://catalog.hathitrust.org/api/volumes/oclc/24219317.html. Accessed 21 May 2018.

[14]. DASH_handbook_2010_Rev2.pdf. https://harvardmedsim.org/wpcontent/uploads/2016/10/DASH_handbook_2010_Rev2.pdf.

[15]. Larousse. (s. d.). Scénario. Dans Dictionnaire en ligne. Consulté le 3 janvier 2023 sur https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sc%C3%A9nario/71355#:~:text=D%C3%A9roulement%20pr%C3%A9%C3%A9tabli%20d'une%20action,situation%20%C3%A9conomique%2C%20d%C3%A9mographique%2C%20etc.

[16]. Lopreiato JO, Downing D, Gammon W, Lioce L, Sittner B, Slot V, et al. Healthcare Simulation Dictionary 2016 January 3, 2017.

Available from: http://www.ssih.org/dictionary.

[17]. Ambrose SA, Bridges MW, DiPietro M, Lovett MC, Norma MK. How learning works: seven research-based principles for smart teaching. San Francisco: Jossey-Bass; 2010.

[18]. Sawyer T, Eppich W, Brett-Fleegler M, Grant V, Cheng A. More than one way to debrief: a critical review of healthcare simulation debriefing methods. Simul Healthc. 2016;11(3):209-17

[19]. Alinier G. Developing high-Fidelity health care simulation scenarios: a guide for educators and professional. Simul Gaming. 2010;42(1):9-26.

[20]. van Merrienboer JJ, Sweller J. Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. Med Educ. 2010;44(1):85-93.

[21]. Fanning RM, Gaba DM. Debriefing. In: Gaba DM, Fish KJ, Howard SK, Burden AR, editors. Crisis management in anesthesiology. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2015. p. 65-78

[22]. Taekman JM. Template for simulation patient design: Duke University; 2003.

[23]. Dieckmann P, Rall M. Designing a scenario as a clinical experience: the TuPASS scenario script. In: Kyle R, Murray WB, editors. Clinical simulation: operations, engineering, and management. 1st ed. Burlington: Academic Press; 2007.

[24]. Simulation Scenario Development Template [Internet]. University of Washington Center for Health Sciences Interprofessional Education, Research and Practice; [updated February 23, 2017; cited 2017 May 11]. Available from: https://depts.washington.edu/chsierp/wordpress/wp-content/uploads/2017/02/MedSurg_Ortho_Uro_2017_02_23_LB.pdf.

[25]. Educational Summary Report Template : Simulated cases. MedEdPORTAL Publications. 2016.

[26]. Focus on: Making crisis simulations matter [Internet]. 2015

Available from: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/risk/us-risk-focus-making-crisis-simulations-matter-031615.PDF.

[27]. Dubrowski A, Alani S, Bankovic T, Crowe A, Pollard M. Writing technical reports for simulation in education for health professionals: suggested guidelines. Cureus. 2015;7(11):e3

[28]. Gaba DM. The future vision of simulation in health care. Quality Safety Health Care. 2004; 13 (suppl_1):i2–i10.

[29]. Stegmann K, Pilz F, Siebeck M and Fischer F. Vicarious learning during simulations: is it more effective than hands-on training? Med Educ. 2012; 46(10):1001–8.

[30] Dieckmann P, Gaba D, Rall M. Deepening the theoretical foundations of patient simulation as social practice. Simul Healthc. 2007;2(3):183–93.

[31]. Gaba DM, Fish KJ, Howard SK, Burden AR. Teaching anesthesia crisis resource management. In: Gaba DM, Fish KJ, Howard SK, Burden AR, editors. Crisis management in anesthesiology. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2015. p. 54–64.

[32]. Stocker M, Burmester M, and Allen M. Optimisation of simulated team training through the application of learning theories: a debate for a conceptual framework. BMC Med Educ. 2014; 14:69.

[33]. Kolb DA. Experiential learning: experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs: Prentice Hall; 1984

[34]. Knowles MS. Application in continuing education for the health professions: chapter five of "andragogy in action". Mobius. 1985; 5(2):80–100.

[35]. Darling MJ, Parry CS. From post-mortem to living practice: an in-depth study of the evolution of the after-action review. Boston: Signet Consulting Group; 2001.

[36]. Ellis S, Davidi I. After-event reviews: drawing lessons from successful and failed experience. J Appl Psychol. 2005; 90(5):857–71

[37]. van de Ridder JM, et al. What is feedback in clinical education? Med Educ. 2008 ; 42(2):189–97.

[38]. Ende J. Feedback in clinical medical education. JAMA. 1983; 250(6):777-81.

[39]. Issenberg SB, et al. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning: a BEME systematic review. Med Teach. 2005;27(1):10-28.

[40]. Tannenbaum SI, Cerasoli CP. Do team and individual debriefs enhance performance? A meta-analysis. Hum Factors. 2013 ; 55(1):231-45.

[41]. McGaghie WC, et al. A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. Med Educ. 2010;44(1):50-63.

[42]. Ericsson KA. Deliberate practice and acquisition of expert performance: a general overview. Acad Emerg Med. 2008 ; 15(11):988-94.

[43]. Amrani Hanchi H. Scénari de simulation en réanimation maternelle et pédiatrique. Thèse Med: université Sidi Mohammed Ben Abdellah de Fès, 2022, N 050/22

[44]. Edelson DP, Lafond CM. Deconstructing debriefing for simulationbased education. JAMA Pediatr. 2013 ; 167(6):586-7.

[45]. Sawyer T, et al. More than one way to debrief: a critical review of healthcare simulation debriefing methods. Simul Healthc. 2016; 11(3):209-17.

[46]. Jaye P, Thomas L, Reedy G. 'The Diamond': a structure for simulation debrief. Clin Teach. 2015 ; 12(3) :171-5.

[47]. Phrampus P, O'Donnell J, Levine A, DeMaria S, Schwartz A, Sim A. Debriefing using a structured and supported approach. In: The comprehensive textbook of healthcare simulation. 1st ed. New York: Springer; 2013.

[48]. Sawyer T, Deering S. Adaptation of the U.S. Army's after-action review (AAR) to simulation debriefing in healthcare. Simul Healthc. 2013;8(6):388Y397.

[49]. Cheng A, et al. Examining pediatric resuscitation education using simulation and scripted debriefing: a multicenter randomized trial. JAMA Pediatr. 2013;167(6):528-36.

[50]. Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS): development and rationale for a blended approach to health care simulation debriefing. Simul Healthc. 2015;10(2):106-15.

[51]. Zigmont JJ, Kappus LJ, Sudikoff SN. The 3D model of debriefing: defusing, discovering, and deepening. Semin Perinatol. 2011;35(2):52-8.

[52]. Mitchell JT. When disaster strikes...the critical incident stress debriefing process. JEMS. 1983;8(1):36-9.

[53]. Tannenbaum SI, Cerasoli CP. Do team and individual debriefs enhance performance? A meta-analysis. Hum Factors. 2013;55(1):231-45

[54]. Comprehensive Healthcare Simulation: Anesthesiology. (2020). In B. Mahoney, R. D. Minehart, & M. C. M. Pian-Smith (Eds.), Comprehensive Healthcare Simulation. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26849-7

[55]. Barrows HS, Abrahamson S. The programmed patient: a technique for appraising student performance in clinical neurology. J Med Educ. 1964;39:802-5.

[56]. Barrows HS. Simulated patients in medical teaching. Can Med Assoc J. 1968; 98:674–6.

[57]. Collins JP, Harden RM. AMEE medical education guide no. 13: real patients, simulated patients and simulators in clinical examinations. Med Teach. 1998; 20(6):508–21.

[58]. Churchouse C, McCafferty C. Standardized patients versus simulated patients: is there a difference? Clin Simul Nurs. 2012;8(8):e363–5

[59]. Beigzadeh A, Bahmanbijri B, Sharifpoor E, Rahimi M. Standardized patients versus simulated patients in medical education: are they the same or different. J Emerg Pract Trauma. 2016 ; 2(1) :25–8.

[60]. Levine AI, Swartz MH. Standardized patients: the "other" simulation. J Crit Care. 2008;23:179–84.

[61]. Boet, S., Granry, J.-C., & Savoldelli, G. (2013). La simulation en santé : De la théorie à la pratique. Springer.

[62]. Rowe R, Cohen RA. An evaluation of a virtual reality airway simulator. Anesth Analg. 2002;95(1):62–6, table of conte

[63]. Binstadt E, Donner S, Nelson J, Flottemesch T, Hegarty C. Simulator training improves fiber-optic intubation proficiency among emergency medicine residents. Acad Emerg Med. 2008;15(11):1211–4

[64]. Fehr JJ, Honkanen A, Murray DJ. Simulation in pediatric anesthesiology. Paediatr Anaesth. 2012; 22(10):988

[65]. sfar. (2021, February 11). sfar. https://sfar.org/download/laryngospasme-en-pediatrie/

[66]. Anaphylaxie Grade III en Pédiatrie. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. (2022, January 10). https://sfar.org/download/anaphylaxie-grande-ii-en-pediatrie/

[67]. IOT difficile non prévue Chez Un Enfant de moins de 8 ans. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. (2022b, January 10). https://sfar.org/download/iot-difficile-non-prevue-chez-un-enfant-8-ans/

[68]. Hyperthermie Maligne Pédiatrique. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. (2023, September 11). https://sfar.org/download/hyperthermie-maligne-en-pediatrie/.

[69]. Intoxication aux anesthésiques Locaux en Pédiatrie. Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. (2022b, November 30). https://sfar.org/download/intoxication-aux-anesthesiques-locaux-en-pediatrie/