



UNIVERSITÉ DE LILLE
UFR3S-MÉDECINE
Année : 2026

**THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

**Urgences vitales intra-hospitalières et arrêt cardiaque chez
l'enfant : application des recommandations internationales et freins
à leur mise en place en France**

Présentée et soutenue publiquement le 31 mars 2026 à 18 heures
Au Pôle formation
par **Johann EXBRAYAT**

JURY

Président :

Monsieur le Professeur Stéphane LETEURTRE

Assesseurs :

Monsieur le Docteur Morgan RECHER

Monsieur le Docteur Jean-Benoît BAUDELET

Directrice de thèse :

Madame le Docteur Marguerite LOCKHART-BOURON

AVERTISSEMENT

L'université n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses : celles-ci sont propres à leurs auteurs.

Table des matières

Abréviations et acronymes	5
Introduction	7
1. Urgences Vitales : Définitions et Spécificités.....	7
1.1 Définitions.....	7
1.2 Particularité pédiatrique : le continuum entre l'urgence vitale et l'ACR.....	8
1.3 Focus sur l'arrêt cardiaque : Mécanismes cellulaires et étiologiques.....	9
2. Déterminants de la survie en cas d'urgences vitales et d'arrêts cardio-respiratoires pédiatriques	10
2.1 Survie en milieu extra-hospitalier	10
2.2. Survie en milieu intra-hospitalier.....	11
2.3. Définition des déterminants : La Chaîne de Survie.....	12
3. Les recommandations en cas d'urgences vitales	15
3.1 Fonctionnement et principes des recommandations.....	15
3.2. Niveaux d'intervention clinique.....	15
3.3. Recommandations organisationnelles en milieu intra-hospitalier	20
3.2 Les recommandations en vigueur depuis 2025	22
4. Hypothèse et Objectifs de Travail.....	24
5. Article en anglais.....	25
5.1. Abstract	25
5.2. Introduction	26
5.3. Methods.....	27
5.4. Results	31
5.5. Discussion	41
5.6. Conclusions	46
Conclusion en français	47

Liste des Figures.....	48
Références	49
Annexe 1.	57

Abréviations et acronymes

ACR : Arrêt Cardio-Respiratoire

AHA : American Heart Association

PALS : Pediatric Advanced Life Support

AESP : Activité Électrique Sans Pouls

PBLS : Pediatric Basic Life Support

CEE : Choc Électrique Externe

DSC : Débit Sanguin Cérébral

ERC : European Resuscitation Council

FV : Fibrillation Ventriculaire

ILCOR : International Liaison Committee on Resuscitation

MCE : Massage Compressions Externes

MIN : Mort Inattendue du Nourrisson

NMDA : N-Methyl D-Aspartate

pIHCA: pediatric in-hospital cardiac arrest

pIHLTE: pediatric in-hospital life-threatening emergencies

RCP : Réanimation Cardio-Pulmonaire

SNC : Système Nerveux Central

Le travail scientifique présenté dans cette thèse de médecine fait l'objet d'une publication d'article en anglais. Il suit le plan suivant :

- Une introduction en français, qui poursuit deux objectifs : présenter le contexte médical et présenter le contexte scientifique et l'objectif, comme le fait également l'introduction de l'article en anglais
- L'article en anglais, tel qu'il a été soumis à une revue scientifique. Cet article suit le plan classique, dans le format imposé par le journal (introduction, matériel et méthodes, résultats, discussion)
- Une conclusion en français

Le document est structuré ainsi en application de la circulaire Toubon¹.

Les références présentées en fin de document, ainsi que les listes de figures et tables, résultent de la fusion des parties en anglais et en français. La numérotation est donc incrémentée dans l'ensemble du document, que les parties soient anglophones ou francophones.

¹ Circulaire du 19 mars 1996 concernant l'application de la loi no 94-665 du 4 août 1994 relative à l'emploi de la langue française. JORF n°68 du 20 mars 1996 page 4258. NOR: PRMX9601403C

Introduction

1. Urgences Vitales : Définitions et Spécificités

1.1 Définitions

L'urgence vitale se définit comme étant une situation pathologique engageant le pronostic vital et nécessitant des gestes de suppléance rapides pour préserver les fonctions cérébrale, cardiaque et respiratoire (1,2).

L'arrêt cardio-respiratoire (ACR) se trouve au sommet de l'échelle de gravité des urgences vitales. Celui-ci est représenté par l'interruption brutale de l'activité respiratoire et de l'activité vasculaire (3–5). C'est une urgence vitale et un problème de santé publique majeur, en effet chez l'adulte, plus de 40 000 personnes sont victimes chaque année en France d'un arrêt cardiaque, soit 100 morts par jour (6). En 2024, l'incidence des arrêts cardiaques en France était de 95 pour 100 000 personnes-années (7). En Europe cette incidence est de 81.7 pour 100 000 personnes-années (8). En France, en situation extra-hospitalière on note seulement 5% de survie toute cause confondue (9), mais ce chiffre est à moduler selon les publications européennes qui rapportent jusqu'à 22 % de survie à la sortie hospitalière selon les pays, les rythmes initiaux, les particularité de prise en charge en fonction des équipes et de l'organisation préhospitalière (8,10,11). Chez l'enfant, l'ACR, bien que plus rare, rend compte du quart des décès pédiatriques chaque année et représente la 3ème cause de décès pédiatrique à l'échelle européenne (11–14).

1.2 Particularité pédiatrique : le continuum entre l'urgence vitale et l'ACR

Alors que l'ACR de l'adulte est généralement d'origine primaire cardiaque, l'ACR de l'enfant est, dans la majorité des cas secondaire à une autre défaillance physiologique (11,15). Cette distinction fondamentale justifie de considérer l'urgence vitale et l'ACR de l'enfant comme un continuum de dégradation clinique.

L'arrêt circulatoire chez l'enfant survient le plus souvent au terme de l'évolution d'une affection respiratoire arrivée au stade décompensé. Celle-ci entraîne initialement une hypoxémie, définie par un abaissement du taux d'oxygène dans le sang, puis une hypoxie correspondant à une insuffisance d'oxygénation au niveau des tissus. Les perturbations d'échanges tissulaires entraînent dans les suites une hypercapnie liée à une défaillance ventilatoire. Les mécanismes étiologiques sont variés, allant de la cause obstructive (corps étranger, obstruction des voies aériennes supérieures), aux causes compressives (pneumothorax, tamponnade dans un contexte traumatique ou masse tumorale), en passant par la noyade, les infections respiratoires et les causes congénitales ou iatrogènes. Ainsi, chez l'enfant, l'ACR apparaît le plus souvent comme la conséquence ultime d'une hypoxie prolongée (16).

En amont même la survenue de l'ACR, la cellule fonctionne, au moins partiellement, sur un mode anaérobie, entraînant l'installation d'une acidose métabolique, marqueur de la souffrance tissulaire et facteur reconnu de mauvais pronostic (17–20). Cette acidose métabolique est fréquemment aggravée par l'acidose respiratoire secondaire à la défaillance respiratoire et circulatoire. Le point essentiel est qu'en population pédiatrique, l'ACR étant secondaire, le corps est déjà globalement en situation de défaillance avancée avant même l'irruption de l'arrêt circulatoire total (21).

1.3 Focus sur l'arrêt cardiaque : Mécanismes cellulaires et étiologiques

Dans l'ACR pédiatrique, le myocarde met en œuvre des mécanismes d'adaptation à l'hypoxie, se traduisant par une baisse du métabolisme et, par conséquent, de la contractilité myocardique. Si l'hypoxie persiste, l'évolution naturelle conduit d'abord à un arrêt cardiaque sous forme d'une activité électrique sans pouls (AESP), qui est le signe d'une dissociation électromécanique, puis à une asystolie, comme cela a été démontré dans plusieurs modèles expérimentaux (22). Ainsi, l'arrêt cardiaque secondaire à une asphyxie peut être précédé d'une bradycardie progressive, avant d'évoluer rapidement vers une AESP puis une asystolie, deux rythmes dits non choquables, donc ne répondant pas à la défibrillation (23). Même en cas de restauration d'un rythme cardiaque perfusant, la quatrième phase de l'ACR, correspondant à la phase de post-RCP, est fréquemment marquée par une sidération myocardique transitoire. Celle-ci est comparable à celle observée dans le choc septique et est notamment liée à la libération massive de médiateurs inflammatoires consécutive au phénomène d'ischémie-reperfusion systémique (24–26).

Le cerveau de l'enfant présente une vulnérabilité particulière en contexte d'ACR. D'une part, c'est un cerveau immature tant dans ses composantes cellulaires (développement cérébral en cours) que dans sa capacité d'autorégulation. D'autre part, la situation d'hypoxie, souvent associée à une hypercapnie préexistante à l'ACR, altère la perfusion cérébrale, exposant le parenchyme cérébral à une agression importante qui s'aggrave encore en l'absence de prise en charge immédiate.

Sur le plan étiologique, on note que deux études récentes montrent que près de la moitié des arrêts cardiaques chez l'enfant sont imputables à des causes réversibles, l'hypoxie représentant le mécanisme principal, suivie de l'hypovolémie, et cela est vrai aussi bien en contexte intra qu'extra-hospitalier (27,28).

2. Déterminants de la survie en cas d'urgences vitales et d'arrêts cardio-respiratoires pédiatriques

En raison de mécanismes physiopathologiques, de causes et de pronostics distincts, les déterminants de la survie diffèrent si la dégradation clinique et/ou l'ACR surviennent en milieu extra ou intra-hospitalier.

2.1 Survie en milieu extra-hospitalier

A l'échelle européenne, l'European Resuscitation Council (ERC) rapporte que l'ACR extra-hospitalier de l'adulte représente environ 85% de l'ensemble des ACR, avec une incidence estimée entre 67 à 170 pour 100 000 habitants par an, et demeure grevé d'une mortalité moyenne proche de 90% (29).

Chez l'enfant, l'ACR extra-hospitalier est nettement plus rare, avec une incidence environ 10 à 15 fois inférieure à celle observée chez l'adulte. Les données disponibles rapportent une incidence comprise entre 4,2 à 8 pour 100 000 personnes-années, notamment en Corée du Sud (30), en Australie(31), et aux Etats-Unis(32), 4,2 au Danemark (27), 4,8 en Suède (33) et 5,8 au Royaume Uni (34). Malgré cette rareté, le pronostic reste défavorable avec des taux de survie rapportés entre 2 et 6% (35–38).

Les étiologies traumatiques et médicales représentent deux extrêmes en termes de pronostic. Les ACR traumatiques, sont associés à une mortalité quasi totale et, chez les rares survivants, à une fréquence élevée de séquelles neurologiques sévères. Par ailleurs, la faible proportion de rythmes choquables en contexte extra-hospitalier, estimée entre 4 à 9%, prive la majorité de ces patients de la thérapeutique la plus immédiatement efficace qu'est la défibrillation (36,37,39).

A l'échelle nationale, les données issues du registre électronique des arrêts cardiaques (RéAC), confirment ce pronostic sombre. En excluant la mort inattendue du nourrisson (MIN), souvent associée à des délais prolongés de prise en charge et fréquemment exclue des analyses pédiatriques, la survie à la sortie de l'hôpital après un ACR pédiatrique extra-hospitalier demeure autour de 6%. Là encore, une différence marquée est observée selon l'étiologie, avec une survie estimée à 2% pour les ACR traumatiques, contre jusqu'à 6% pour les ACR d'origine médicale (36). Le devenir neurologique des survivants est préoccupant, puisque 89 à 99% des enfants ayant survécu à un ACR extra-hospitalier traumatique présentent des séquelles neurologiques selon les séries publiées (37).

2.2. Survie en milieu intra-hospitalier

Dans le cas de l'ACR pédiatrique intra-hospitalier, l'incidence est estimée à environ 1,5 pour 100 admissions hospitalières et le pronostic nettement plus favorable. Les taux de survie rapportés varient de 27 à 82% selon le critère retenu (survie à 30 jours ou à la sortie de l'hôpital) et selon le service dans lequel survient l'ACR (40,41). Cette différence fondamentale s'explique par deux facteurs : la possibilité de prise en charge précoce de causes souvent réversibles et la présence immédiate de personnel formé et de matériel adapté. Les étiologies respiratoires, représentant environ 60% des cas, et les états de chocs, environ 20%, constituent la majorité des causes des ACR intra-hospitaliers.

Cependant, une lacune des données françaises doit être soulignée. Si les ACR extra-hospitaliers sont bien documentés grâce au registre RéAC, il n'existe à ce jour aucun registre national équivalent pour les événements survenant en intra-hospitalier. Cette absence de données masque probablement une hétérogénéité significative des pratiques et des résultats. A l'échelle européenne, seuls six pays disposent de registres épidémiologiques dédiés aux ACIH, et seuls trois registres incluent des données pédiatriques (42). Dès le début des années 2000, les

travaux de Tibballs et Brilli ont montré que la mise en place d'équipes dédiées de réponse rapide (*Medical Emergency Teams*) permettait de réduire significativement la mortalité intra-hospitalière, résultats confirmés par plusieurs méta-analyses ultérieures (43). Ainsi, la survie après ACR ne dépend pas uniquement des mécanismes physiopathologiques, mais également de facteurs organisationnels : protocoles standardisés, numéros d'appel uniques, chariots d'urgence uniformisés, formation des équipes aux principes du *Crisis Resource Management*, et tenue d'un registre national des ACR (2,4,16,44).

2.3. Définition des déterminants : La Chaîne de Survie

Depuis les années 1980, il est admis qu'une prise en charge par une équipe dédiée améliore significativement la survie des patients en situation critique (45). C'est dans cette perspective qu'a été conceptualisée, il y a une vingtaine d'année, la notion de « chaîne de survie », conçue comme un cadre global rappelant les actions essentielles à mettre en œuvre pour optimiser les chances de survie en cas d'ACR (46). Initialement centrée sur l'arrêt cardiaque isolé, cette chaîne comprenait successivement la reconnaissance de l'ACR, l'alerte/appel aux services médicaux d'urgence, la réalisation d'une RCP précoce, la défibrillation rapide, puis la prise en charge post-réanimation (11).

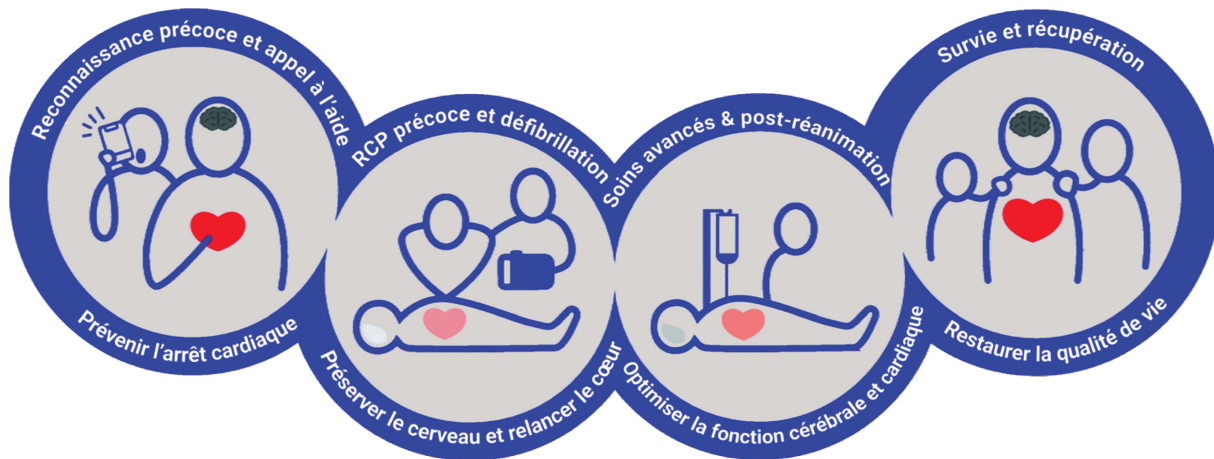


Figure 1 : La chaîne de survie 2025 de l'ERC (1)²

La notion de prévention, intégrée très tôt dans la chaîne de survie, revêt une signification différente selon qu'il s'agisse de la population adulte ou pédiatrique. Chez l'adulte, la prévention est essentiellement envisagée sous l'angle chronique des facteurs de risque cardiovasculaires. Chez l'enfant, la prévention s'inscrit dans une temporalité immédiate et dynamique. En effet, l'ACR de l'enfant représente l'aboutissement d'un continuum de dégradation clinique progressive, potentiellement détectable avant la survenue de la défaillance vitale décompensée, et donc théoriquement évitable.

Les signes d'alerte précoces, tels que la polypnée, tachycardie ou les modifications du comportement, devraient ainsi être systématiquement reconnus et conduire à une alerte rapide auprès d'un personnel. Afin de faciliter cette reconnaissance, ces signes ont été intégrés dans des scores et des acronymes standardisés, adaptés aux compétences des différents intervenants. Cette approche constitue le fondement des systèmes d'alerte précoce pédiatriques (*Pediatric Early Warning Scores*) et des équipes médicales d'urgence (*Medical Emergency Teams* intégrées dans un *pediatric Rapid Response System*) (47,48).

² On note l'importance de la notion de prévention.

L'objectif central est de permettre la prise en charge de l'enfant en urgence vitale avant la survenue de l'ACR (49,50). Pour cela, la reconnaissance précoce de la détérioration clinique, l'activation rapide d'une équipe dédiée et l'inscription de ces actions dans un système organisationnel cohérent, structuré et régulièrement entraîné constituent des éléments clés. Ces derniers favorisent non seulement une RCP de haute qualité lorsqu'elle est nécessaire, mais également une prise en charge post-récupération d'une circulation spontanée adaptée et efficace. L'ensemble de ces composantes a été identifié comme un déterminant majeur de l'amélioration des résultats en terme de survie et de pronostic neurologique (51,52).

Par ailleurs la mise en place de stratégies préventives, l'entraînement régulier des équipes, la réalisation systématique de débriefings des situations rencontrées et la tenue de registres permettant l'analyse des données constituent des leviers essentiels d'amélioration continue de la qualité des soins dans la prise en charge des UVIH (49,53–55).

Ainsi, une RCP efficace en milieu intra-hospitalier ne peut prendre place que dans une organisation claire, reposant sur une définition précise des rôles et des responsabilités de chacun au sein d'équipes pluridisciplinaires (56).

Les recommandations internationales offrent un cadre structurant pour l'organisation de ces unités fonctionnelles et définissent un horizon d'excellence propice à l'amélioration des pratiques et des résultats cliniques (57).

3. Les recommandations en cas d'urgences vitales

3.1 Fonctionnement et principes des recommandations

Devant la complexité des situations d'urgences vitales, la pratique médicale moderne s'appuie sur des recommandations internationales fondées sur les preuves (*Evidence-Based Medicine*). Ces recommandations font l'objet de mises à jour régulières, en moyenne tous les cinq ans, afin d'intégrer les avancées scientifiques et les données issues de la recherche clinique.

Au niveau international, l'analyse critique de la littérature est assurée par l'International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR), qui synthétise les preuves disponibles. A partir de ce travail, des recommandations opérationnelles sont élaborées par les sociétés savantes, notamment l'American Heart Association (AHA) pour les États-Unis et l'European Resuscitation Council (ERC) pour l'Europe. Cette démarche d'harmonisation, initiée lors de la conférence d'Utstein en 1990, poursuit un double objectif : standardiser les pratiques pour améliorer la survie des patients, tout en permettant la comparaison des données épidémiologiques et cliniques à l'échelle internationale.

Les recommandations internationales en matière d'urgences vitales pédiatriques et d'ACR s'articulent autour de trois niveaux d'action, définis selon le niveau de la formation et des compétences des intervenants, auxquels s'ajoutent des recommandations organisationnelles destinées à structurer des systèmes de soins performants au sein des établissements de santé.

3.2. Niveaux d'intervention clinique

Quel que soit le niveau d'intervention, la prise en charge débute systématiquement par une évaluation rapide et structurée de l'état clinique de l'enfant. Les concepts de CRC (coloration, respiration, comportement) pour l'évaluation initiale de la gravité, puis l'approche

algorithmique ABCDE (Airways, Breathing, Circulation, Disability, Exposure), sont des moyens mnémotechniques standardisés permettant une analyse ordonnée, reproductible et sécurisée de la situation clinique.

3.2.1. Premier niveau : le témoin non formé au Basic Life Support (BLS)

Ce premier niveau vise à simplifier au maximum la prise en charge afin de se focaliser sur l'urgence immédiate. Il repose sur le concept des « trois étapes pour sauver une vie », dont le pilier central est l'alerte précoce au secours. En l'absence de formation spécifique à la RCP, la conduite à tenir ultérieure est guidée par le régulateur médical, permettant une prise en charge accessible à tous.



Figure 2 : 3 étapes pour sauver une vie (2)³

³ Traduction par le Belgian Resuscitation Council, traducteurs : Walter RENIER et Thierry HOSAY

3.2.2. Deuxième niveau : le personnel formé au BLS

Cet algorithme, commun aux populations adulte et pédiatrique, s'adresse aux professionnels capables de reconnaître une situation d'urgence vitale, d'alerter de manière appropriée et d'initier sans délai une RCP de qualité, incluant l'utilisation d'un défibrillateur automatisé externe lorsque cela est indiqué.

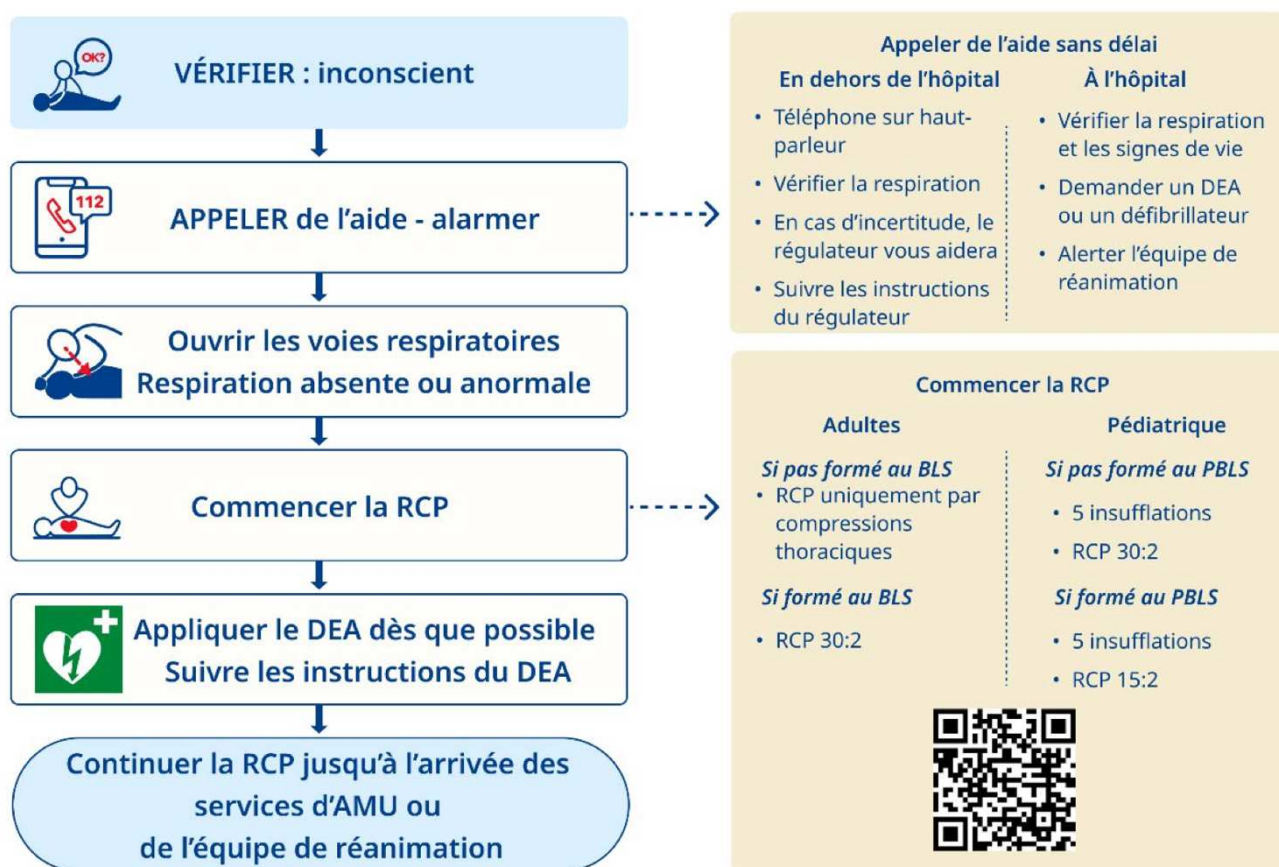


Figure 3 : Basic Life Support(2)⁴

⁴ Ibid.

3.2.3. Troisième niveau : l'Advanced Life Support (ALS) et le Pediatric Advanced Life Support (PALS)

Ce niveau correspond à la prise en charge avancée et experte de l'ACR pédiatrique. Il est mis en œuvre par une équipe spécialisée, formée aux techniques de réanimation avancée : gestion experte des voies aériennes, obtention de voies d'abord vasculaires (incluant l'accès intra-osseux), analyse du rythme initial, recherche et traitement de causes réversibles, ainsi qu'administration des thérapeutiques spécifiques, notamment l'adrénaline, en temporalité précise. Ces équipes doivent bénéficier d'un entraînement régulier afin de maintenir un haut niveau de performance individuelle et collective.

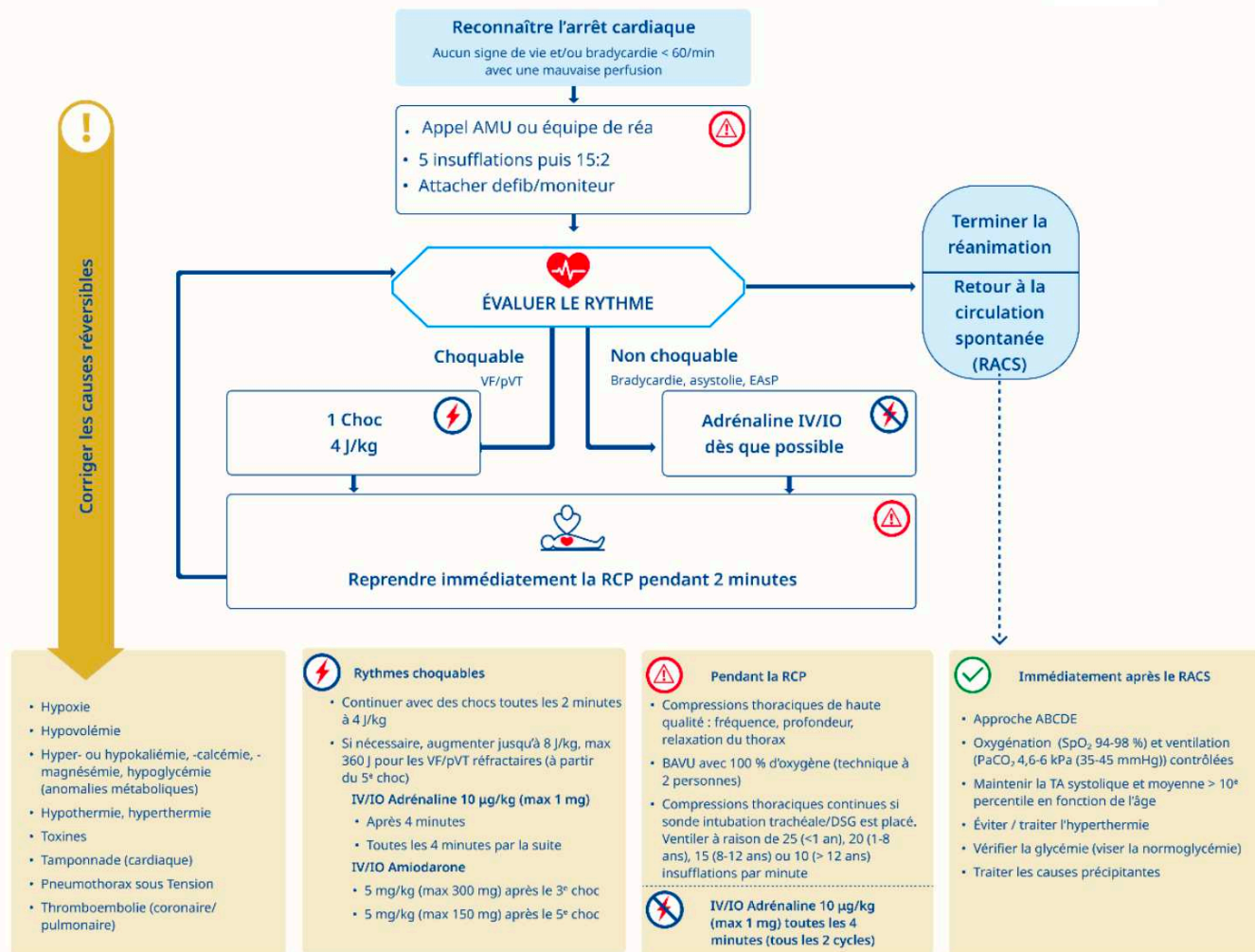


Figure 4 : Pediatric Advanced Life Support(16)⁵

⁵ Ibid.

3.3. Recommandations organisationnelles en milieu intra-hospitalier

Au-delà des aspects strictement cliniques, les recommandations internationales insistent fortement sur l'organisation des soins dans le contexte des UVIH pédiatriques. L'objectif est d'établir des jalons organisationnels permettant de maximiser l'efficacité des prises en charge et d'harmoniser les pratiques ayant un impact direct sur le devenir des patients.

Les recommandations de l'ERC (2021 et 2025) permettent de regrouper ces mesures en trois grands domaines : la prévention, la prise en charge aiguë et le post-événement (2,4,16,29,44).

3.3.1. La prévention

Concernant la prévention, il est recommandé que chaque établissement de santé dispose d'une politique clairement définie de prise en charge des UVIH. Cela inclut la mise en place d'un système d'alerte précoce pour identifier les patients à risque ou en cours de dégradation clinique, la formation et l'entraînement du personnel à la reconnaissance et la prise en charge immédiate des patients en situations critiques, ainsi que la promotion d'une culture de sécurité dans laquelle chaque professionnel se sent légitime à déclencher une alerte, sur la base de critères objectifs ou d'une intuition clinique. Les outils de communication doivent être structurés et organisés. Une analyse systématique des ACR et des UVIH doit être organisée à des fins d'amélioration continue. Enfin, la mise en place d'un numéro d'appel unique standardisé pour la prise en charge des ACR intra hospitaliers (2222) est fortement recommandée.

3.3.2. La prise en charge

Concernant la prise en charge, les établissements devraient être en capacité d'assurer une reconnaissance rapide des ACR, permettant une RCP précoce et une défibrillation rapide dans des délais optimaux, idéalement inférieurs à 3 min. L'ensemble du personnel devrait être formé à la reconnaissance, à l'appel à l'aide et aux gestes de RCP. Des équipes de réanimation spécialisée devraient pouvoir être mobilisées rapidement, avec des rôles clairement définis, idéalement en amont de l'intervention. Enfin, les chariots d'urgences devraient être standardisés au sein de chaque structure hospitalière.

3.3.3. Le post-événement

Concernant la situation post-événement, un débriefing systématique est recommandé afin d'identifier et discuter des axes d'amélioration possibles pour renforcer la qualité des prises en charge futures.

Cette synthèse repose principalement sur les recommandations ERC 2021 et 2025, en intégrant des éléments organisationnels, parfois dispersés dans les chapitres consacrés à l'organisation globale des soins, bien que non toujours spécifiquement dédiés à la population pédiatrique.

3.2 Les recommandations en vigueur depuis 2025

Les recommandations publiées en 2025 par l'ERC s'inscrivent dans la continuité des précédentes, tout en apportant des précisions organisationnelles majeures et introduisant plusieurs notions spécifiquement pédiatriques. En ce qui concerne les situations intra-hospitalières, l'ensemble des recommandations en vigueur en 2021 a été reconduit en 2025, témoignant de leur robustesse scientifique et de leur pertinence clinique.

Ces nouvelles recommandations renforcent toutefois certains axes identifiés comme déterminants de la survie, mettant un accent plus marqué sur la défibrillation précoce, la performance collective des équipes, la standardisation des systèmes de prise en charge, la formation régulière des professionnels - notamment par la simulation-, ainsi que le rôle central d'un leadership efficace pendant la réanimation. De plus, dans ces nouvelles recommandations a été publié un chapitre spécifiquement dédié aux recommandations à destination des parents et des acteurs de soin impliqués dans la prise en charge des enfants en milieu intra-hospitalier, soulignant l'importance croissante accordée à l'environnement global de soins pédiatriques.

A l'exception du numéro d'appel unique « 2222 », qui demeure mentionné exclusivement dans les recommandations générales relatives à l'organisation des soins intra-hospitaliers, la section pédiatrique des recommandations ERC 2025 reprend l'intégralité des quinze recommandations précédentes, tout en les renforçant et en les précisant.

En matière de formation, si les recommandations de 2021 préconisaient déjà l'entraînement des professionnels à la reconnaissance de la détérioration clinique, à l'alerte et à la mise en œuvre d'un PBLIS, celles de 2025 introduisent explicitement le concept d'entraînement « low dose, high frequency ». Cette évolution marque un changement paradigmatique dans l'enseignement des compétences de réanimation, en privilégiant des

sessions de formation courtes, intégrées au temps de travail, mais répétées plus fréquemment, afin de favoriser le maintien des compétences dans le temps.

Concernant l'alerte, bien que le numéro « 2222 » ne soit pas spécifiquement mentionné dans la section pédiatrique, les recommandations ERC 2025 soulignent l'importance de la standardisation d'un numéro d'appel dédié aux UVIH pédiatriques, élément clé de la rapidité et de l'efficacité de la réponse spécialisée.

Les recommandations introduisent également des éléments organisationnels innovants. Il est ainsi suggéré que les équipes en charge des UVIH, formées au PALS, se réunissent régulièrement (mention de 1 à 2 fois par jour) afin de clarifier les rôles, renforcer la cohésion d'équipe et discuter des patients identifiés comme à risque dans les différents services. Par ailleurs, le concept de « shared leadership » est formalisé, reconnaissant l'intérêt d'un leadership partagé et adaptatif au cours de la prise en charge des UVIH pédiatriques.

Enfin, les recommandations ERC 2025 reconnaissent explicitement la nécessité de soutien institutionnel, en préconisant l'allocation de temps dédié aux équipes pour la réalisation de débriefings post-intervention. Cette mesure vise à favoriser l'analyse des pratiques, l'amélioration continue de la qualité des soins et la prévention de l'épuisement professionnel des soignants impliqués dans ces situations à forte charge émotionnelle.

4. Hypothèse et Objectifs de Travail

L'hypothèse de travail était que les recommandations internationales actuellement en vigueur pour la prise en charge des urgences vitales intrahospitalières pédiatriques ne sont que partiellement appliquées au sein des établissements hospitaliers français.

L'objectif principal de ce travail était de réaliser une évaluation nationale approfondie des protocoles et des pratiques opérationnelles existants dans les unités pédiatriques, afin d'analyser le degré de conformité avec les recommandations internationales relatives à la prise en charge des UVIH et ACIH pédiatriques.

Les objectifs secondaires étaient d'identifier les principaux obstacles à la mise en œuvre, à l'application et à la pérennisation de ces protocoles et recommandations, tant sur le plan organisationnel qu'humain et institutionnel.

5. Article en anglais

5.1. Abstract

Background:

Pediatric in-hospital cardiac arrest (pIHCA) and pediatric in-hospital life-threatening emergencies (pIHLTE) are rare but require rapid, coordinated, guideline-based responses. Little is known about hospitals organization and adherence to international recommendations for these situations. This study evaluated practices regarding the prevention, management, and follow-up of pIHLTE and pIHCA.

Methods:

A nationwide cross-sectional survey was sent to all French hospitals providing pediatric care (November 2023–December 2024). Questionnaire assessed adherence to 15 recommendations from European Resuscitation Council guidelines, covering prevention, treatment, and post-event processes. Analyses were conducted at hospital level.

Results:

Among 263 eligible hospitals, 181 (68.8%) responded. Adherence to individual recommendations ranged from 25% to 100%. All hospitals reported an emergency call system, an pediatric advanced life support (PALS) response, and personnel trained in advanced pediatric cardiopulmonary resuscitation (CPR). Hospitals followed a median of 10/15 recommendations (IQR 7–12), and 36% met more than 11. Dedicated PALS teams existed in 35% centres; response times <3 minutes concerned 41%. Training remained inconsistent, with only 48% offering comprehensive Pediatric Basic Life Support (PBLIS)/PALS programs. Debriefing practices varied: 60% conducted them routinely, 25% performed none. Barriers included time constraints (65%), medical (52%) or paramedical (48%) staffing shortages.

Conclusion:

This nationwide study identifies key gaps in alignment with European guidelines for pIHCA and pIHLTE in France. Standardized emergency call numbers, minimum PALS certification coverage, and mandated debriefing and audit processes might improve care quality and consistency.

5.2. Introduction

Pediatric in-hospital cardiac arrests (pIHCA) and pediatric in-hospital life-threatening emergencies (pIHLE) are relatively rare compared with adult events (58–60). In the United States, pIHCA occur at a rate of 0.77 per 1,000 hospital admissions, affecting approximately 15,000 children annually (60,61). Despite their critical nature, epidemiological data on pIHCA and pIHLE remain limited. In Europe, for example, only six countries maintain registries that include both in-hospital and out-of-hospital cardiac arrests in children, and only three collect pediatric-specific data (42). Nevertheless, robust European and American guidelines have been established for the management of these rare but high-stakes situations (62–65).

Effective in-hospital cardiopulmonary resuscitation (CPR) is strongly associated with well-defined and appropriately structured organizational frameworks, including clearly assigned roles and responsibilities within multidisciplinary teams (66–68). A recent U.S. literature review on pIHCA underscored the substantial gaps in available data but highlighted several key determinants of improved long-term outcomes, such as early risk identification, high-quality CPR, and optimal post-return of spontaneous circulation (ROSC) intensive care (58).

In addition, preventive strategies, well-trained and well-structured response teams, systematic and structured debriefings, and routine data collection have been identified as essential components for enhancing the management and outcomes of pediatric emergencies (69–72). Regular training of medical personnel in pediatric basic and advanced life support is recommended, and pediatric hospitals are encouraged to align their practices with international guidelines for pIHCA and pIHLE (73,74).

To date, no studies have examined the organizational structure of response teams or the strategies used to manage pIHLE and pIHCA in pediatric hospitals, nor have any assessed the degree to which current practices adhere to international recommendations (62,63).

Therefore, the primary objective of this study was to conduct a comprehensive evaluation of existing protocols and operational practices across pediatric hospitals nationwide, with a focus on adherence to international recommendations for the management of pIHLEs and pIHCA. Secondary objectives were to identify key barriers to the implementation and long-term sustainability of these protocols and recommendations.

5.3. Methods

5.3.1. Identification of international recommendations

The recommendations considered in this study addressed key organizational components, including institutional alert systems, the availability of a dedicated emergency number, staff mobilization and training, standardized response protocols, deployment of emergency equipment, and staff awareness and compliance with established procedures (67). A total of 15 recommendations from the European Resuscitation Council (ERC) 2021, aligned with AHA guidance through the ILCOR consensus, relevant to the management of pIHCA and pIHLE were identified (64,65). There were no specific pediatric recommendations.

Seven recommendations focused on **prevention**:

R1- Clear policy for the clinical response to abnormal vital signs and critical illness

R2- Early warning score system for the timely identification of critically ill patients or those at risk of deterioration

R3- Training staff in recognition, monitoring and immediate management of critically ill patients

R4- Empowerment of all staff to call for help when a patient at risk of deterioration is identified

R5- Use of structured communication tools

R6- Systematic review of pIHCA or pIHLTE events to improve practice and share learning points

R7- Availability of standardized hospital emergency number for cardiac arrest (CA) calls (2222)

Eight recommendations focused on **treatment**:

R8- Hospital systems enabling prompt recognition of CA, initiation of CPR and rapid defibrillation (< 3 min)

R9- Trained staff in recognition, activation of the response system and rapid defibrillation

R10- Immediate response by a designated resuscitation team in cases of pIHCA or pIHLTE

R11- Resuscitation team members certified in accredited Pediatric Advanced Life Support (PALS) courses

R12- Resuscitation team competence in advanced CPR management (manual defibrillation, advanced airways management, intravenous access, intraosseous access, identification and treatment of reversible causes)

R13- Clear allocation of roles within the resuscitation team

R14- Standardization of resuscitation equipment across the institution

One recommendation concerned **post-event follow-up**:

R15- Performance-focused debriefing of rescuers to improve CPR quality and patient outcomes

Each recommendation was classified as followed (partially if more than half of the staff were able to comply or fully if all staff members were able to comply) or not followed. The total number of recommendations met by each hospital was quantified and analysed.

5.3.2. Hospital Recruitment

All 13 regions of mainland France (mean population share 7.7%), excluding Corsica (maritime region, 0.5% of France's population), were represented. Based on publicly available data from the French Hospital Federation, a comprehensive list of hospitals with pediatric activity in mainland France was established. All hospitals providing pediatric care were eligible; hospitals without pediatric services were excluded.

Pediatric intensivists were contacted through the Groupe Francophone de Réanimation et d'Urgences Pédiatriques (GFRUP) and the Pediatric Intensive Care Unit Registry (PICURe – RéAC). Hospital-based pediatricians were contacted via the French Society of Pediatrics (SFP).

5.3.3. Reporting Guidelines

This web-based survey was conducted in accordance with the Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys (CHERRIES) guidelines (75).

5.3.4. Study Design and development

A national online survey on pIHCA and pIHLE was distributed to all hospitals in France providing pediatric care between November 2023 and December 2024. The structured questionnaire assessed organizational models, management strategies, and team structures related to the management of pIHLE and pIHCA. Ethical approval was not required, as no patient data were collected.

The survey was developed in French using the Framaforms® platform. Pilot testing was carried out among pediatric intensivists at Lille University Hospital to assess clarity, feasibility, and content validity.

5.3.5. Survey description

The final questionnaire included 41 questions, grouped into ten sections (Annexe 1.):

1. Hospital and respondent characteristics
2. Organization of pIHLTE management
3. Pediatric Basic life support (PBLIS, e.g., bag-valve-mask ventilation, chest compressions)
4. Pediatric Advanced life support (PALS, e.g., defibrillation, epinephrine use)
5. ALS team composition
6. Team roles during PALS
7. Required resuscitation equipment
8. Training policies
9. pIHCA management
10. Barriers to implementation and sustainability of pIHLTE protocols

5.3.6. Survey distribution

After validation, the survey was disseminated by email to all hospital departments providing pediatric care, as well as directly to physicians when contact information was available (pediatricians, emergency physicians, pediatric intensivists, anesthesiologists, etc.). A structured follow-up strategy was used for non-respondents: an initial reminder email, telephone contact via department secretaries, and a final reminder email.

5.3.7. Statistical Analysis

Analyses were conducted at the hospital level. Responses extracted from the Framaforms® platform were screened for completeness; incomplete or ineligible submissions were excluded. Very few hospitals submitted multiple responses (<5%). In such cases, one response per hospital was retained. A conservative strategy was applied by selecting the response with the lowest scores to reduce the risk of overestimation.

Data were analysed using IBM SPSS Statistics (version 22.0; IBM Corp., Armonk, NY, USA). Categorical variables are presented as counts and percentages, and continuous variables as medians with interquartile ranges (IQRs).

5.4. Results

5.4.1. Hospital Characteristics and Survey Respondents

Of the 399 hospitals initially identified, 263 met the inclusion criteria, and 181 (68.8%) completed the survey (Figure 5).

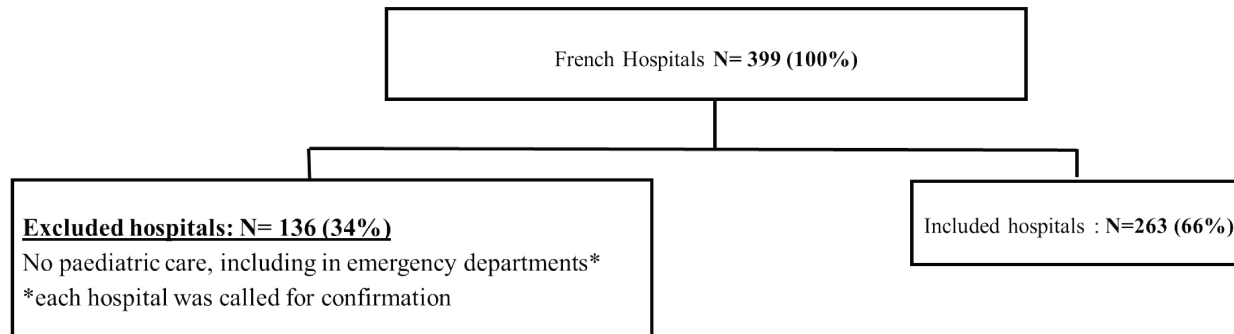


Figure 5. Flow-chart

Organizational differences were observed between responding and non-responding hospitals. Responding hospitals were more likely to have pediatric intermediate care units (23.8% vs. 6.1%, $p = 0.001$), pediatric intensive care units (14.9% vs. 2.4%, $p = 0.003$), and neonatal intensive care units (26.5% vs. 3.7%, $p < 0.001$) (Table 1).

Table 1. Hospitals characteristic

	Included Hospitals N=263	Responding Hospitals N=181 (68.8)	Non-responding hospitals N=82 (31.2)	p
Pediatric emergencies, n (%)	158 (60.1)	115 (63.5)	43 (52.4)	0.089
Pediatric conventional care unit, n (%)	242 (92)	166 (91.7)	76 (92.6)	0.788
Pediatric continuous care unit, n (%)	48 (18.3)	43 (23.8)	5 (6.1)	0.001
Pediatric intensive care unit, n (%)	29 (11)	27 (14.9)	2 (2.4)	0.003
Neonatal intensive care unit, n (%)	51 (19.4)	48 (26.5)	3 (3.7)	
French Regions n (%)				
Auvergne-Rhône-Alpes	33 (12.5)	26 (14.4)	7 (8.5)	
Bourgogne-Franche-Comté	15 (5.7)	12 (6.6)	3 (3.7)	<.001
Bretagne	14 (5.3)	9 (5)	5 (6.1)	
Centre Val de Loire	12 (4.6)	7 (3.9)	5 (6.1)	
Grand Est	28 (10.6)	18 (9.9)	10 (12.1)	0.409
Hauts de France	29 (11)	21 (11.6)	8 (9.8)	
Ile de France	35 (13.3)	21 (11.6)	14 (17)	
Normandie	19 (7.2)	11 (6.1)	8 (9.8)	
Nouvelle Aquitaine	25 (9.5)	14 (7.7)	11 (13.4)	
Occitanie	22 (8.4)	19 (10.5)	3 (3.7)	
Pays de la Loire	12 (4.6)	9 (5)	3 (3.7)	
Provence Alpes Côte d'Azur	19 (7.2)	14 (7.7)	5 (6.1)	

Among the 181 responding hospitals, 68.6% had pediatric emergency departments, 91.7% had pediatric intermediate units, and 14.9% had pediatric intensive care units. Most respondents were pediatricians (63%) (Figure 6).

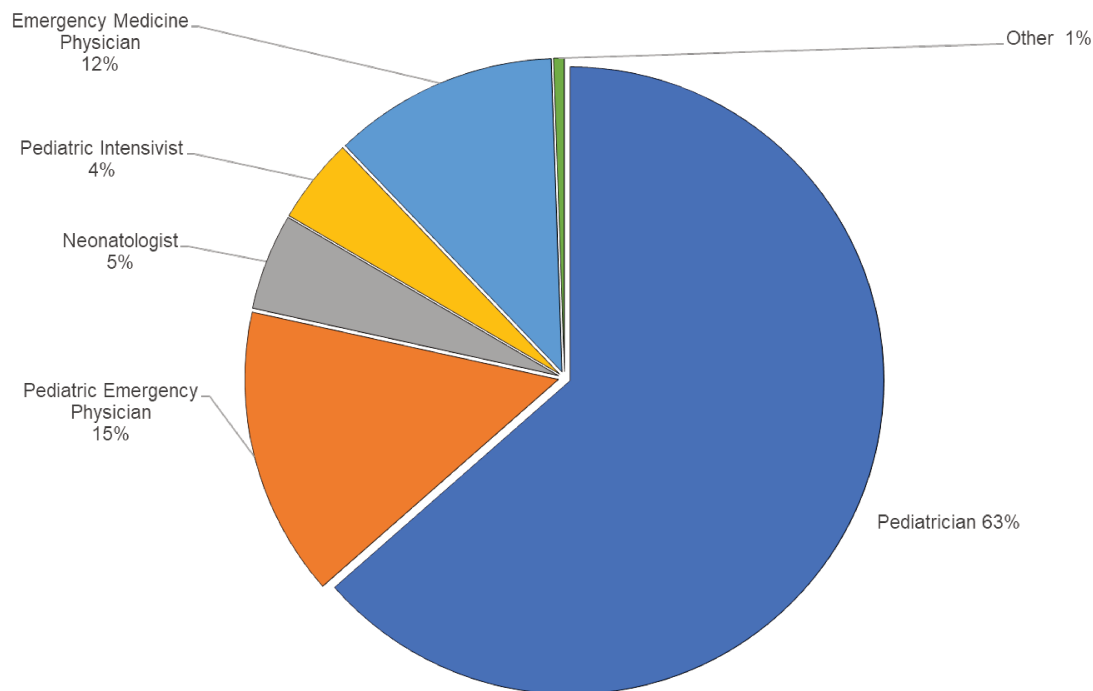


Figure 6. Distribution of Survey Participants (N = 181)

5.4.2. Prevention of pIHCA and pIHLTEs

All recommendations and the proportion of hospitals following them are presented in Table 2.

Table 2. Hospitals responses to International Guidelines

Prevention of pIHCA and pIHLTE	N/Effectif	(%)
R1 - Clear policy for the clinical response to abnormal vital signs and critical illness	129/181	(71)
R2 - Early warning score systems for the timely identification of critically ill patients*	129/181	(71)
- Posted on walls	88/129	(68)
- Displayed on emergency carts	77/129	(30)
- Available on smartphone	50/129	(39)
- Communicated orally	33/129	(26)
- Communicated via email	25/129	(19)
- Not communicated	12/129	(9)
R3 - Training staff in recognition, monitoring and immediate management of critically ill patients	156/181	(86)
- All staff**	81/181	(45)
- Some**	75/181	(41)
- No one	24/181	(13)
R4 - Empower all staff to call for help when they identify a patient at risk of physiological deterioration	89/181	(49)
R5 – Use of structured communication tools (Written algorithm)	132/181	(73)
R6 – Systematic review of pIHCA or pIHLTE events to improve practice and share learning points	45/181	(25)
- Structured monitoring tool	29/181	(16)
R7 - Availability of standardized hospital emergency number for cardiac arrest calls (2222)*	181/181	(100)
- 2222	11/181	(6)
- Another number than 2222	146/181	(81)
- Several phone numbers without 2222	6/181	(5)
- Several phone numbers with 2222	11/181	(6)
- Daily changing phone number	10/181	(6)
Treatment of pIHCA and pIHLTE		
R8 - Hospital systems enabling prompt recognition of cardiac arrest recognition, initiation of CPR and rapid defibrillation (< 3 min)	139/181	(77)
- Full staff trained, **	17/181	(9)
- > than 50 of the staff trained, **	122/181	(67)
- < than 50 of the staff trained	36/181	(20)
R9 – Trained staff in recognition, activation of the response system and rapid defibrillation (PBLIS)	88/181	(49)
- Simulation center accessibility	108/181	(60)

R10 - Immediate response by a designated resuscitation team in cases of pIHCA or pIHLTE	181/181	(100)
- Pediatric dedicated ALS team	63/181	(35)
R11 – Resuscitation team members certified in accredited Pediatric Advanced Life Support (PALS) courses	61/181	(34)
R12 – Resuscitation team competence in advanced CPR management (manual defibrillation, advanced airways management, intravenous access, intra-osseous access, identification and treatment of reversible causes) *	181/181	(100)
- Pediatrician	87/181	(48)
- Pediatric Intensivist	32/181	(18)
- Pediatric emergency doctor	24/181	(13)
- Emergency Medical Service doctor	52/181	(29)
- Adult Intensivist	37/181	(20)
- Anaesthesiologist	35/181	(19)
- Adult emergency doctor	44/181	(24)
R13 – Clear allocation of roles within the resuscitation team	111/181	(61)
- Team leader designation**	80/181	(44)
- Distributed role just before pIHCA or pIHLTE	14/181	(24)
R14 - Standardization of resuscitation equipment across the institution	142/181	(79)
- ALS team bag	135/181	(75)
Follow-up of pIHCA and pIHLTE situations		
R15 - Performance-focused debriefing of rescuers to improve CPR quality and patient outcomes	123/181	(68)
Immediately**	42/181	(23)
1-2 weeks**	66/181	(37)
>1 months**	15/181	(8)

*multiple choice questions

**conditions for validation of the recommendation

pIHCA: pediatric in hospital cardiac arrest; pIHLTE: pediatric life-threatening emergencies

R1 and R2 – Policies and early warning systems:

A clear procedure for identifying abnormal vital signs or critical illness was implemented in 129 hospitals (71%), posted on hospital walls in 68% and attached to emergency carts in 60%. Very few hospitals submitted multiple responses (<5%). In such cases, one response per hospital was retained. A conservative strategy was applied by selecting the response with the lowest scores to reduce the risk of overestimation. Procedures differed between adults and children in 107 hospitals (59%). Twenty-seven hospitals (15%) reported variations between working hours and off-hours.

R3 – Staff training:

Training in the recognition and immediate management of pIHCA/pIHLTEs was reported by 156 hospitals (86%), either for all staff (45%) or for selected staff (41%). Training modalities included in-ward simulation (62%), theoretical sessions – focused on theoretical knowledge without practical training - (44%), and/or sessions in dedicated simulation centers (43%).

R4 - Empowerment to call for help:

Eighty-nine hospitals (49%) had a formal training policy; 64 (35%) offered communication training, and 23 (13%) organized mock alerts.

R5 - Structured communication tools:

A written algorithm for pIHCA management was available in 132 hospitals (73%), with cognitive aids used in 104 (79%) of these.

R6 – Event review:

Annual monitoring of pIHCA or pIHLE events occurred in 25% of hospitals. Structured processes (event forms, electronic reporting, or morbidity and mortality reviews) were used in 16%. Annual frequencies of pIHCA and pIHLE are shown in Figure 7.

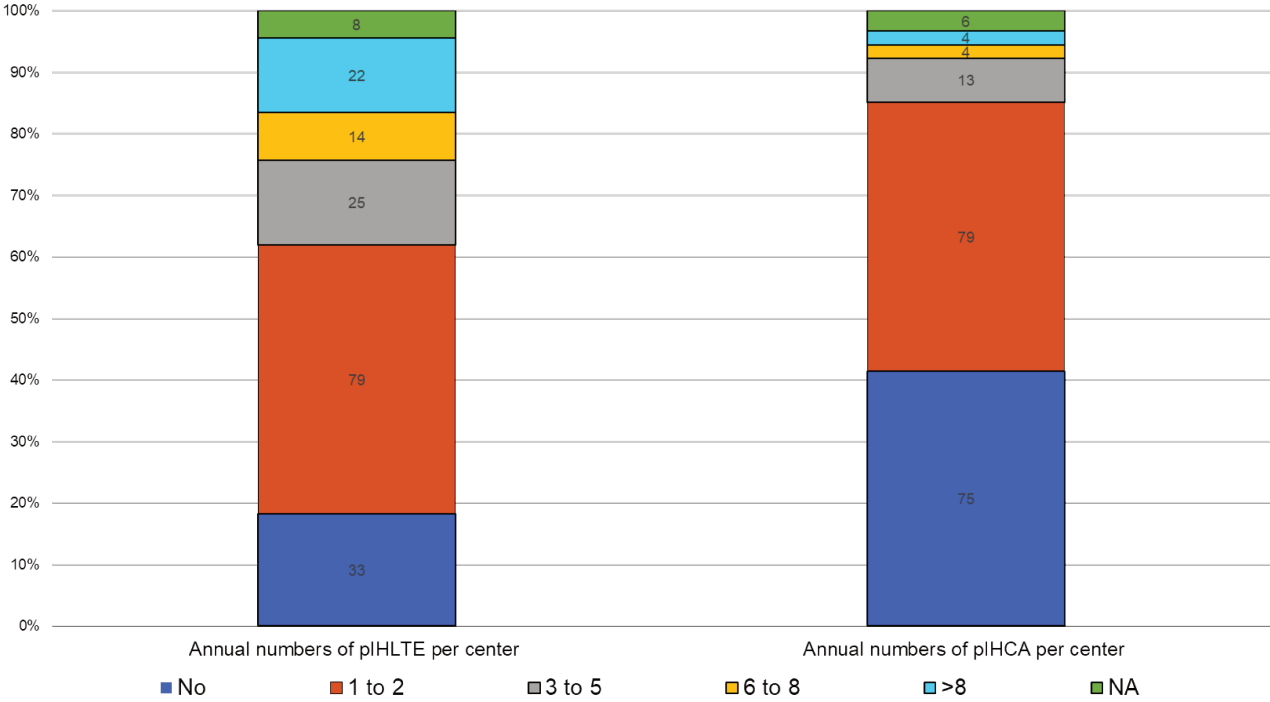


Figure 7. Number and frequency of pIHCA or pIHLE events per hospital (Recommendation 6). Abbreviations, pIHCA: pediatric in-hospital cardiac arrest; pIHLE: pediatric in-hospital life-threatening emergencies

R7 – Standardized emergency number:

All hospitals reported using a dedicated emergency number. Eleven hospitals (6%) used the standardized 2222 number, whereas 146 (81%) used a specific number for pIHLE activation.

5.4.3. Treatment of pIHCA and pIHLTEs

R8 – Prompt recognition, CPR and defibrillation:

PBLS could be initiated immediately in 77% of the hospitals (by all staff in 9% of hospitals and by most staff in 67%). The location of the defibrillator was known in 95%.

R9 – PBLIS trained staff:

Forty-eight percent of hospitals had ERC-standard PBLIS teams; 60% had access to a simulation center.

R10 – Immediate PALS response:

All hospitals reported the presence of an PALS team. A dedicated PALS team was available in 35% of hospitals. Response times were <3 minutes in 41% and 3–6 minutes in 49%. Team size ranged from one to three members in 54% of hospitals and exceeded three members in 21%.

R11 – PALS certification:

Formal ALS course certification was present in 34% of hospitals. However, the ERC algorithm was used in 72%.

R12 – Advanced CPR competence:

All hospitals (181, 100%) reported having at least one physician with advanced CPR skills (advanced airway management, vascular access, administration of resuscitation medication, cardiac rhythm recognition) (62). Events were managed by a pediatrician (48%), a pediatric intensivist (18%), or a pediatric emergency physician (13%). Nurses with PALS skills

were present in 49% of hospitals. Students participated in resuscitation events in 67% of hospitals, predominantly residents (97%).

R13 – Role allocation:

Clear allocation of roles was defined in 61% of hospitals. A designated team leader was present in 44%, and predefined roles were reported in 21%. Among hospitals without predefined roles, 24% assigned roles ad hoc.

R14 – Standardized equipment:

Emergency carts were available in 98% of hospitals; contents were standardized in 79%, and 75% also had an emergency bag.

5.4.4. Follow-up of pIHCA and pIHLEs

R15 – Debriefing:

Debriefings were performed within 1–2 weeks in 60% of hospitals, after more than one month in 8%, and not conducted at all in 25%.

Across the 181 hospitals, the median number of recommendations followed was 10 [IQR: 7–12], corresponding to 55% adherence. Eighteen hospitals (10%) followed six or fewer recommendations, whereas 66 hospitals (36%) followed more than 11 (Figure 8).

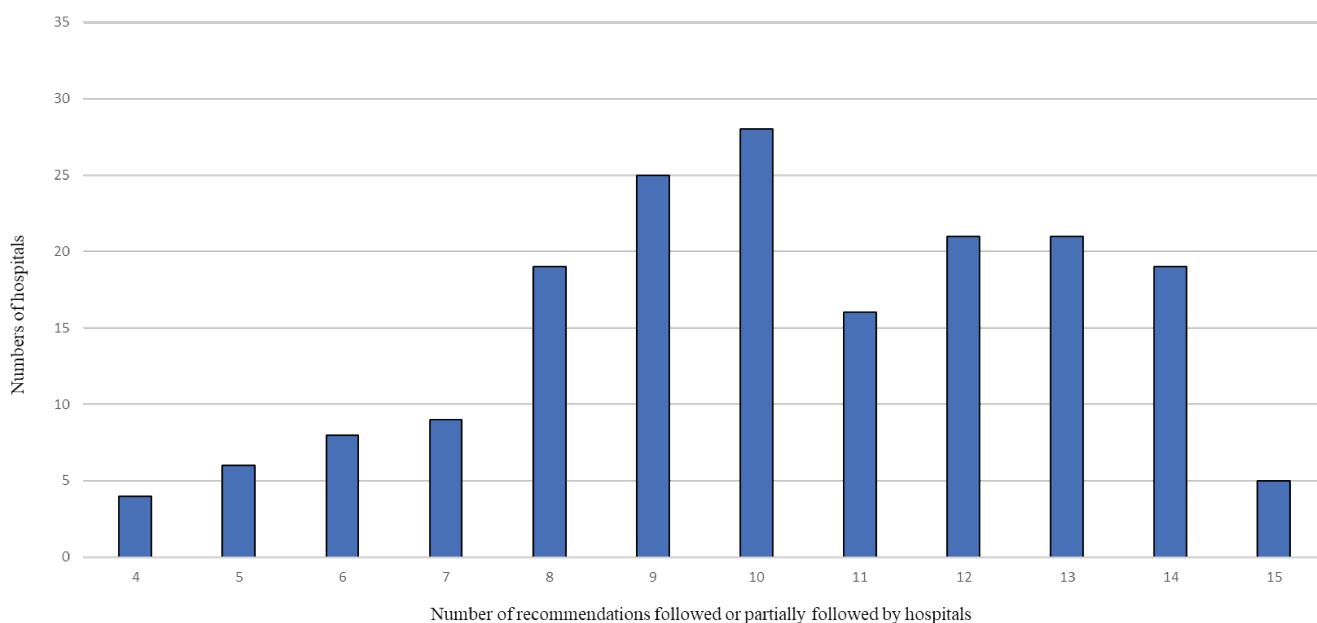


Figure 8. Recommendations followed by hospitals

5.4.5. Barriers to Implementation and Sustainability of pIHLTE Procedures

Insufficient medical or paramedical staffing hindered the implementation of pIHLTE procedures in 95 (52%) and 87 (48%) hospitals, respectively. The number of physicians available for PALS-team duties ranged from fewer than five in 63 hospitals (35%), five to 10 in 38 hospitals (21%), and more than 10 in 24 hospitals (13%).

Staffing shortages were also perceived as a barrier to the long-term sustainability of pIHLTE procedures in 60 hospitals (33%) for medical staff and 44 hospitals (24%) for paramedical staff. Lack of time was the most frequently reported barrier to the implementation

and sustainability of these procedures (117 hospitals [65%] and 108 hospitals [60%], respectively). Additional barriers, including limited financial resources, are shown in Figure 9.

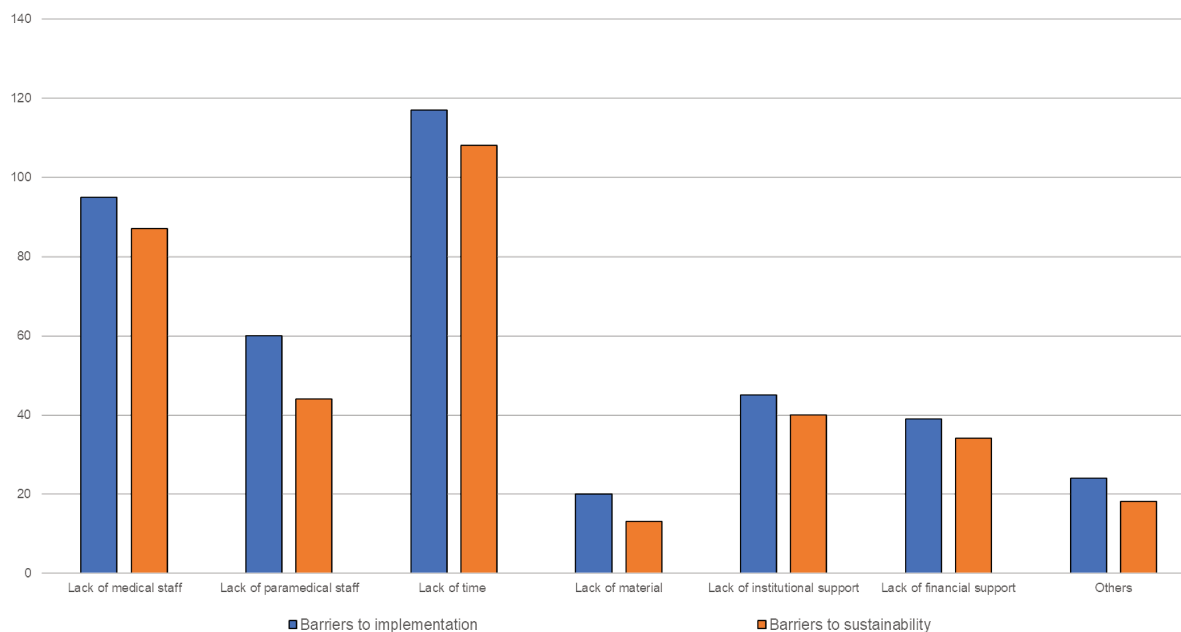


Figure 9. Barriers to Implementation and Sustainability of pIHLTE and pIHCA Procedures (N = 181). Abbreviations, pIHLTE: pediatric in-hospital life-threatening emergencies; pIHCA: pediatric in-hospital cardiac arrest

5.5. Discussion

This study represents the first national operational audit of pediatric in-hospital emergency preparedness. Based a large-scale survey of 181 hospitals, it provides the first comprehensive overview in France of organizational structures and management protocols for pIHLTE and pIHCA. Across the 15 international recommendations assessed, adherence ranged from 25% to 100%. All hospitals reported having a call procedure (R7), immediate response capability (R10), and a dedicated emergency team (R12). However, only half of the hospitals complied with at least 53% of the recommendations overall. Staffing shortages and time constraints were the main barriers to the effective and sustainable implementation.

European guidelines emphasize rapid recognition of pIHCA and initiation of CPR within 3 minutes (64). Early response is crucial. Sandroni et al. (2004) showed significantly higher survival when the cardiac arrest team arrived within 3 minutes, and no survival when arrival exceeded 6 minutes. In our study, 71% of hospitals reported having a dedicated protocol, but protocol visibility and operational were inconsistent. Only 35% of centers had a dedicated PALS team, despite evidence linking such teams to improved outcomes (76).

Regarding emergency call numbers, only 6% of hospitals specifically used the standardized number 2222, although all had a dedicated number for pIHLTE. Limited implantation of the 2222 system has also been reported across Europe, with only 2% of countries using it (77). The use of a standardized emergency number (2222) might represent a potential high-impact, low-cost national improvement lever.

Hospitals with dedicated PALS teams generally met international response-time recommendations, with 90% responding within 5 minutes (62,65). In contrast, hospitals without such teams relied on ad hoc mobilization, contributing to variability in care. This variability is clinically significant and is associated with markedly reduced survival, approaching zero when ALS response times exceed 6 minutes (76). Strengthening pediatric emergency training for adult emergency teams may help reduce this variability, particularly in mixed-care settings (71).

The ERC algorithm was widely used (72%). However, only 34% of centers reported formal PALS certification and only 48% provided guideline-level PBLIS/PALS training. This discrepancy suggests algorithm compliance without corresponding training compliance [11,12]. A lack of protected time was frequently cited as a barrier to implementing and sustaining pIHLTE procedures.

Team composition also varied considerably. Pediatric intensivists were not systematically involved, especially in non-university hospitals, consistent with previous reports (67). Many hospitals reported insufficient leadership and unclear role allocation during emergencies, despite strong evidence supporting the importance of effective team leadership (67,78–80). Debriefing practices were similarly inconsistent. While 60% of hospitals conducted debriefings, one-quarter reported none, limiting opportunities for learning and quality improvement (54,71,72).

Standardized protocols are central to effective pIHLE management (71,81). In this survey, only 71% of hospitals had such protocols in place. This lack of standardization is particularly concerning in time-critical emergencies, where procedural clarity directly impacts survival (76,82,83).

Regarding training (R9), only 48% of hospitals reported that all pediatric staff had received adequate training in recognizing and managing pediatric cardiac arrest. Training policies are known to influence survival after pIHCA and pIHLE (73,84). In-situ simulation was the most commonly used educational method and is well established as effective (74,85). However, delivering PBLS and PALS training at guideline-recommended levels (R11) remains challenging and requires substantial resources and procedural standardization (86). These findings highlight the need for institutional support, protected training time, improved access to simulation, and national-level coordination to ensure consistent training practices (87). Successful national initiatives in neighbouring countries should encourage similar developments in France (88).

Those findings support the development of a national - and potentially international- framework along with regular audits, to drive continuous quality improvement in the management of pIHLE (71,89).

This study is based on recommendations derived from the 2021 European Resuscitation Council guidelines, which are consistent with American Heart Association guidance through the ILCOR consensus process. In addition, the 2025 guidelines further emphasize early defibrillation, team performance, system standardization, regular training including simulation, and effective leadership during resuscitation. Recommendations from 2021 have been maintained in the 2025 resuscitation guidelines, supporting the continued relevance of our findings. (62–65,65,77,90).

Strengths

This is the first nationwide study in France to evaluate adherence to international guidelines for pIHLE and pIHCA management. The high response rate (68.8%) among eligible hospitals strengthens the reliability of the findings, and the inclusion of almost all French regions enhances generalizability (91). The survey captured detailed information on organizational structures, system preparedness, and training practices. Importantly, the individualized assessment of each hospital allows for targeted feedback to support local improvement efforts. The use of a structured survey allowed for reproducible and comprehensive data collection. Data analysis with an individual assessment of each hospital will enable us to provide specific feedback to each hospital for personalized awareness of strengths and weaknesses in adherence to the recommendations of the Intra-hospital Life-Threatening Emergencies for each hospital.

Limitations

This study has several limitations. First, it was restricted to French pediatric hospitals and did not include data from other European countries. Expanding the survey to a European cohort proved challenging due to the absence of a centralized contact registry for eligible

pediatric centers. Second, despite four reminders, a 100% response rate could not be achieved. Some structural differences were observed between responding and non-responding hospitals, with responding hospitals more frequently reporting pediatric-specific facilities (pediatric continuous care units, pediatric intensive care units, and neonatal intensive care units). These differences may have influenced the representativeness of the findings, as such hospitals tend to be larger and more likely to have staff with pediatric expertise (66). Finally, the reliance on self-reported data may have introduced reporting bias, although the structured CHERRIES-compliant design aimed to minimize this risk.

5.6. Conclusions

This nationwide study provides a comprehensive overview of the management of pIHCA and pIHLTE across French hospitals and highlights key gaps in alignment with European guidelines [6]. Addressing these gaps requires targeted system-level measures, including standardization of the in-hospital emergency call number, definition of minimum PALS certification coverage, and mandated post-event debriefing and audit loops.

Conclusion en français

Cette étude nationale apporte une vision globale de la prise en charge des urgences vitales et arrêts cardiaques intra-hospitaliers pédiatriques, au sein des établissements français. Elle met en évidence des écarts avec les recommandations européennes en vigueur de 2021 puis 2025. La correction de ces écarts nécessite la mise en œuvre de mesures ciblées à l'échelle des systèmes de soins, incluant la standardisation d'un numéro d'appel unique pour les urgences vitales intra-hospitalières, la définition d'un niveau minimal de couverture en personnel certifié en réanimation pédiatrique avancée, ainsi que l'instauration systématique de débriefings post-événement et de audits.

Liste des Figures

Figure 1 : La chaîne de survie 2025 de l'ERC

Figure 2 : 3 étapes pour sauver une vie

Figure 3 : Basic Life Support

Figure 4 : Pediatric Advanced Life Support

Figure 5. Flow-chart

Figure 6. Distribution of Survey Participants

Figure 7. Number and frequency of pIHCA or pIHLTE events per hospital (R6).

Figure 8. Recommendations followed by hospitals

Figure 9. Barriers to Implementation and Sustainability of pIHLTE and pIHCA Procedures

Références

1. Djakow J, Turner NM, Skellett S, Buysse CMP, Cardona F, de Lucas N, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Paediatric Life Support. *Resuscitation*. 2025 Oct;215 Suppl 1:110767.
2. Greif R, Lauridsen KG, Djärv T, Ek JE, Monnelly V, Monsieurs KG, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Executive Summary. *Resuscitation*. 2025 Oct;215:110770.
3. Jacobs I, Nadkarni V, the ILCOR Task Force on Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcomes, CONFERENCE PARTICIPANTS, Bahr J, Berg RA, et al. Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcome Reports: Update and Simplification of the Utstein Templates for Resuscitation Registries: A Statement for Healthcare Professionals From a Task Force of the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, European Resuscitation Council, Australian Resuscitation Council, New Zealand Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Councils of Southern Africa). *Circulation*. 2004 Nov 23;110(21):3385–97.
4. Van De Voorde P, Turner NM, Djakow J, De Lucas N, Martinez-Mejias A, Biarent D, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support. *Resuscitation*. 2021 Apr;161:327–87.
5. Bray JE, Grasner JT, Nolan JP, Iwami T, Ong MEH, Finn J, et al. Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcome Reports: 2024 Update of the Utstein Out-of-Hospital Cardiac Arrest Registry Template. *Circulation* [Internet]. 2024 Aug 27 [cited 2026 Jan 30];150(9). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000001243>
6. Luc G, Baert V, Escutnaire J, Genin M, Vilhelm C, Di Pompéo C, et al. Epidemiology of out-of-hospital cardiac arrest: A French national incidence and mid-term survival rate study. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine*. 2019 Apr;38(2):131–5.
7. Baert V, Hubert H, Benkerrou H, Vilhelm A, Vilhelm C. *registreac.org*. 2025 [cited 2026 Jan 30]. Rapport annuel du RéAC pour la DGS 2024. Available from: <https://registreac.org/wp-content/uploads/2025/06/RapportDGS2025sur2024.pdf>
8. Berdowski J, Berg RA, Tijssen JGP, Koster RW. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies. *Resuscitation*. 2010 Nov;81(11):1479–87.
9. Ministère du travail, de la santé, des solidarités et des familles. *sante.gouv.fr*. 2024 [cited 2025 Jul 10]. maladies cardiovasculaires. Available from: <https://sante.gouv.fr/soins-et-maladies/maladies/maladies-cardiovasculaires-et-avc/article/maladies-cardiovasculaires#:~:text=Jusqu%27à%2050%20000%20personnes,%2C%20dont%20environ%205%25%20survivent.>

10. Gräsner JT, Wnent J, Herlitz J, Perkins GD, Lefering R, Tjelmeland I, et al. Survival after out-of-hospital cardiac arrest in Europe - Results of the EuReCa TWO study. *Resuscitation*. 2020 Mar;148:218–26.
11. Gräsner JT, Herlitz J, Tjelmeland IBM, Wnent J, Masterson S, Lilja G, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Epidemiology of cardiac arrest in Europe. *Resuscitation*. 2021 Apr;161:61–79.
12. Knudson JD, Neish SR, Cabrera AG, Lowry AW, Shamszad P, Morales DLS, et al. Prevalence and outcomes of pediatric in-hospital cardiopulmonary resuscitation in the United States: An analysis of the Kids' Inpatient Database*. *Critical Care Medicine*. 2012 Nov;40(11):2940–4.
13. Rossano JW, Naim MY, Nadkarni VM, Berg RA. Epidemiology of Pediatric Cardiac Arrest. In: Da Cruz EM, Ivy D, Jaggars J, editors. *Pediatric and Congenital Cardiology, Cardiac Surgery and Intensive Care* [Internet]. London: Springer London; 2014 [cited 2026 Jan 30]. p. 1275–87. Available from: https://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-4619-3_58
14. Kiguchi T, Okubo M, Nishiyama C, Maconochie I, Ong MEH, Kern KB, et al. Out-of-hospital cardiac arrest across the World: First report from the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR). *Resuscitation*. 2020 Jul;152:39–49.
15. Maconochie IK, Aickin R, Hazinski MF, Atkins DL, Bingham R, Couto TB, et al. Pediatric Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation* [Internet]. 2020 Oct 20 [cited 2025 Mar 24];142(16_suppl_1). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000894>
16. Djakow J, Turner NM, Skellett S, Buysse CMP, Cardona F, De Lucas N, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Paediatric Life Support. *Resuscitation*. 2025 Oct;215:110767.
17. Çeleğen M, Çeleğen K. Lactate Clearance as an Early Prognostic Marker of Mortality for Pediatric Trauma. *Klin Padiatr*. 2023 Sep;235(5):270–6.
18. Nimmo GR, Grant IS, Mackenzie SJ. Lactate and acid base changes in the critically ill. *Postgrad Med J*. 1991;67 Suppl 1:S56-61.
19. Mizock BA, Falk JL. Lactic acidosis in critical illness. *Crit Care Med*. 1992 Jan;20(1):80–93.
20. Smith I, Kumar P, Molloy S, Rhodes A, Newman PJ, Grounds RM, et al. Base excess and lactate as prognostic indicators for patients admitted to intensive care. *Intensive Care Med*. 2001 Jan;27(1):74–83.
21. Berg MD, Nadkarni VM, Zuercher M, Berg RA. In-Hospital Pediatric Cardiac Arrest. *Pediatric Clinics of North America*. 2008 Jun;55(3):589–604.

22. DeBehnke DJ, Hilander SJ, Dobler DW, Wickman LL, Swart GL. The hemodynamic and arterial blood gas response to asphyxiation: a canine model of pulseless electrical activity. *Resuscitation*. 1995 Oct;30(2):169–75.
23. Asphyxial cardiac arrest. In: *Cardiac Arrest* [Internet]. 2nd ed. Cambridge University Press; 2007 [cited 2025 Jul 10]. p. 969–93. Available from: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9780511544828A073/type/book_part
24. Topjian AA, Berg RA, Nadkarni VM. Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation: Advances in Science, Techniques, and Outcomes. *Pediatrics*. 2008 Nov 1;122(5):1086–98.
25. Kern KB. Postresuscitation myocardial dysfunction. *Cardiol Clin*. 2002 Feb;20(1):89–101.
26. Checchia PA, Sehra R, Moynihan J, Daher N, Tang W, Weil MH. Myocardial injury in children following resuscitation after cardiac arrest. *Resuscitation*. 2003 May;57(2):131–7.
27. Holgersen MG, Jensen TW, Breindahl N, Kjerulff JLB, Breindahl SH, Blomberg SNF, et al. Pediatric out-of-hospital cardiac arrest in Denmark. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2022 Nov 17;30(1):58.
28. Allencherril J, Lee PYK, Khan K, Loya A, Pally A. Etiologies of In-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2022 Jun;175:88–95.
29. Soar J, Böttiger BW, Carli P, Jiménez FC, Cimpoesu D, Cole G, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Adult Advanced Life Support. *Resuscitation*. 2025 Oct;215 Suppl 1:110769.
30. Park CB, Shin SD, Suh GJ, Ahn KO, Cha WC, Song KJ, et al. Pediatric out-of-hospital cardiac arrest in Korea: A nationwide population-based study. *Resuscitation*. 2010 May;81(5):512–7.
31. Nehme Z, Namachivayam S, Forrest A, Butt W, Bernard S, Smith K. Trends in the incidence and outcome of paediatric out-of-hospital cardiac arrest: A 17-year observational study. *Resuscitation*. 2018 Jul;128:43–50.
32. Michelson KA, Hudgins JD, Monuteaux MC, Bachur RG, Finkelstein JA. Cardiac Arrest Survival in Pediatric and General Emergency Departments. *Pediatrics*. 2018 Feb;141(2):e20172741.
33. Herlitz J, Svensson L, Engdahl J, Gelberg J, Silfverstolpe J, Wisten A, et al. Characteristics of cardiac arrest and resuscitation by age group: an analysis from the Swedish Cardiac Arrest Registry. *Am J Emerg Med*. 2007 Nov;25(9):1025–31.
34. Vlachos S, Rubenfeld G, Menon D, Harrison D, Rowan K, Maharaj R. Early and late withdrawal of life-sustaining treatment after out-of-hospital cardiac arrest in the United Kingdom: Institutional variation and association with hospital mortality. *Resuscitation*. 2023 Dec;193:109956.

35. Atkins DL, Everson-Stewart S, Sears GK, Daya M, Osmond MH, Warden CR, et al. Epidemiology and Outcomes From Out-of-Hospital Cardiac Arrest in Children: The Resuscitation Outcomes Consortium Epistry–Cardiac Arrest. *Circulation*. 2009 Mar 24;119(11):1484–91.
36. Lockhart-Bouron M, Baert V, Leteurtre S, Hubert H, Recher M. Association between out-of-hospital cardiac arrest and survival in paediatric traumatic population: results from the French national registry. *European Journal of Emergency Medicine*. 2023 Jun;30(3):186–92.
37. Brindis SL, Gausche-Hill M, Young KD, Putnam B. Universally Poor Outcomes of Pediatric Traumatic Arrest: A Prospective Case Series and Review of the Literature. *Pediatric Emergency Care*. 2011 Jul;27(7):616–21.
38. Schindler MB, Bohn D, Cox PN, McCrindle BW, Jarvis A, Edmonds J, et al. Outcome of Out-of-Hospital Cardiac or Respiratory Arrest in Children. *N Engl J Med*. 1996 Nov 14;335(20):1473–9.
39. Alqudah Z, Nehme Z, Alrawashdeh A, Williams B, Oteir A, Smith K. Paediatric traumatic out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2020 Apr;149:65–73.
40. De Mos N, Van Litsenburg RRL, McCrindle B, Bohn DJ, Parshuram CS. Pediatric in-intensive-care-unit cardiac arrest: Incidence, survival, and predictive factors*. *Critical Care Medicine*. 2006 Apr;34(4):1209–15.
41. Reis AG, Nadkarni V, Perondi MB, Grisi S, Berg RA. A Prospective Investigation Into the Epidemiology of In-Hospital Pediatric Cardiopulmonary Resuscitation Using the International Utstein Reporting Style. *Pediatrics*. 2002 Feb 1;109(2):200–9.
42. Markel F, Djakow J, Biarent D, de Lucas N, Castillo JD, Skellett S, et al. Pediatric cardiac arrest registries and survival outcomes: A European study. *Resusc Plus*. 2025 Mar;22:100902.
43. Maharaj R, Raffaele I, Wendon J. Rapid response systems: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2015 Jun 12;19(1):254.
44. Perkins GD, Gräsner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation*. 2021 Apr;161:1–60.
45. Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS, Allen M, Baskett PJ, Becker L, et al. Recommended guidelines for uniform reporting of data from out-of-hospital cardiac arrest: the Utstein Style. A statement for health professionals from a task force of the American Heart Association, the European Resuscitation Council, the Heart and Stroke Foundation of Canada, and the Australian Resuscitation Council. *Circulation*. 1991 Aug;84(2):960–75.
46. Nolan J, Soar J, Eikeland H. The chain of survival. *Resuscitation*. 2006 Dec;71(3):270–1.

47. Kowalski RL, Lee L, Spaeder MC, Moorman JR, Keim-Malpass J. Accuracy and Monitoring of Pediatric Early Warning Score (PEWS) Scores Prior to Emergent Pediatric Intensive Care Unit (ICU) Transfer: Retrospective Analysis. *JMIR Pediatr Parent*. 2021 Feb 22;4(1):e25991.
48. Acworth J, Ryan C, Acworth E, Farah Zahir S. Effect of introduction of a rapid response system and increasing Medical Emergency Team (MET) activity on mortality over a 20-year period in a paediatric specialist hospital. *Resusc Plus*. 2024 Dec;20:100823.
49. Brilli RJ, Gibson R, Luria JW, Wheeler TA, Shaw J, Linam M, et al. Implementation of a medical emergency team in a large pediatric teaching hospital prevents respiratory and cardiopulmonary arrests outside the intensive care unit*: *Pediatric Critical Care Medicine*. 2007 May;8(3):236–46.
50. Greif R, Bhanji F, Bigham BL, Bray J, Breckwoldt J, Cheng A, et al. Education, Implementation, and Teams. *Resuscitation*. 2020 Nov;156:A188–239.
51. Morgan RW, Kilbaugh TJ, Berg RA, Sutton RM. Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation. *Curr Pediatr Rep*. 2017 Dec;5(4):204–12.
52. Morgan RW, Kirschen MP, Kilbaugh TJ, Sutton RM, Topjian AA. Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation in the United States: A Review. *JAMA Pediatr*. 2021 Mar 1;175(3):293.
53. Sweberg T, Sen AI, Mullan PC, Cheng A, Knight L, Del Castillo J, et al. Description of hot debriefings after in-hospital cardiac arrests in an international pediatric quality improvement collaborative. *Resuscitation*. 2018 Jul;128:181–7.
54. Wolfe H, Zebuhr C, Topjian AA, Nishisaki A, Niles DE, Meaney PA, et al. Interdisciplinary ICU Cardiac Arrest Debriefing Improves Survival Outcomes*: *Critical Care Medicine*. 2014 Jul;42(7):1688–95.
55. Freedman AJ, Madsen EC, Lowrie L. Establishing a Quality Improvement Program for Pediatric In-hospital Cardiac Arrest. *Pediatric Quality & Safety*. 2023 Nov;8(6):e706.
56. Nallamothu BK, Guetterman TC, Harrod M, Kellenberg JE, Lehigh JL, Kronick SL, et al. How Do Resuscitation Teams at Top-Performing Hospitals for In-Hospital Cardiac Arrest Succeed?: A Qualitative Study. *Circulation*. 2018 Jul 10;138(2):154–63.
57. Nallamothu BK, Greif R, Anderson T, Atiq H, Couto TB, Considine J, et al. Ten Steps Toward Improving In-Hospital Cardiac Arrest Quality of Care and Outcomes. *Circ: Cardiovascular Quality and Outcomes* [Internet]. 2023 Nov [cited 2026 Jan 30];16(11). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCOUTCOMES.123.010491>
58. Morgan RW, Kilbaugh TJ, Berg RA, Sutton RM. Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation. *Curr Pediatr Rep*. 2017 Dec;5(4):204–12.
59. Andersen LW, Holmberg MJ, Berg KM, Donnino MW, Granfeldt A. In-Hospital Cardiac Arrest: A Review. *JAMA*. 2019 Mar 26;321(12):1200.

60. Morgan RW, Kirschen MP, Kilbaugh TJ, Sutton RM, Topjian AA. Pediatric In-Hospital Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation in the United States. *JAMA Pediatr.* 2021 Mar 1;175(3):293–302.
61. Martinez PA, Totapally BR. The epidemiology and outcomes of pediatric in-hospital cardiopulmonary arrest in the United States during 1997 to 2012. *Resuscitation.* 2016 Aug 1;105:177–81.
62. Van de Voorde P, Turner NM, Djakow J, de Lucas N, Martinez-Mejias A, Biarent D, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Paediatric Life Support. *Resuscitation.* 2021 Apr;161:327–87.
63. Topjian AA, Raymond TT, Atkins D, Chan M, Duff JP, Joyner BL, et al. Part 4: Pediatric Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2020 Oct 20;142(16_suppl_2):469–523.
64. Perkins GD, Gräsner JT, Semeraro F, Olasveengen T, Soar J, Lott C, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Executive summary. *Resuscitation.* 2021 Apr;161:1–60.
65. Maconochie IK, Aickin R, Hazinski MF, Atkins DL, Bingham R, Couto TB, et al. Pediatric Life Support: 2020 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation* [Internet]. 2020 Oct 20 [cited 2023 Feb 16];142(16_suppl_1). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000000894>
66. Kutty S, Jones PG, Karels Q, Joseph N, Spertus JA, Chan PS. Association of Pediatric Medical Emergency Teams With Hospital Mortality. *Circulation.* 2018 Jan 2;137(1):38–46.
67. Nallamothu BK, Guetterman TC, Harrod M, Kellenberg JE, Lehrich JL, Kronick SL, et al. How Do Resuscitation Teams at Top-Performing Hospitals for In-Hospital Cardiac Arrest Succeed?: A Qualitative Study. *Circulation.* 2018 Jul 10;138(2):154–63.
68. Nallamothu BK, Greif R, Anderson T, Atiq H, Couto TB, Considine J, et al. Ten Steps Toward Improving In-Hospital Cardiac Arrest Quality of Care and Outcomes. *Circ: Cardiovascular Quality and Outcomes* [Internet]. 2023 Nov [cited 2025 Aug 13];16(11). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCOUTCOMES.123.010491>
69. Brilli RJ, Gibson R, Luria JW, Wheeler TA, Shaw J, Linam M, et al. Implementation of a medical emergency team in a large pediatric teaching hospital prevents respiratory and cardiopulmonary arrests outside the intensive care unit*: *Pediatric Critical Care Medicine.* 2007 May;8(3):236–46.
70. Wolfe HA, Wenger J, Sutton R, Seshadri R, Niles DE, Nadkarni V, et al. Cold Debriefings after In-hospital Cardiac Arrest in an International Pediatric Resuscitation Quality Improvement Collaborative. *Pediatr Qual Saf.* 2020;5(4):e319.

71. Freedman AJ, Madsen EC, Lowrie L. Establishing a Quality Improvement Program for Pediatric In-hospital Cardiac Arrest. *Pediatr Qual Saf.* 2023;8(6):e706.
72. Sweberg T, Sen AI, Mullan PC, Cheng A, Knight L, Del Castillo J, et al. Description of hot debriefings after in-hospital cardiac arrests in an international pediatric quality improvement collaborative. *Resuscitation.* 2018 Jul;128:181–7.
73. Jung P, Brenner S, Bachmann I, Both C, Cardona F, Dohna-Schwake C, et al. More Than 500 Kids Could Be Saved Each Year! Ten Consensus Actions to Improve Quality of Pediatric Resuscitation in DACH-Countries (Austria, Germany, and Switzerland). *Front Pediatr.* 2020 Oct 7;8:549710.
74. Merriel A, Ficquet J, Barnard K, Kunutsor SK, Soar J, Lenguerrand E, et al. The effects of interactive training of healthcare providers on the management of life-threatening emergencies in hospital. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019 Sep 24;2019(9):CD012177.
75. Eysenbach G. Improving the Quality of Web Surveys: The Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys (CHERRIES). *J Med Internet Res.* 2004 Sep 29;6(3):e34.
76. Sandroni C, Ferro G, Santangelo S, Tortora F, Mistura L, Cavallaro F, et al. In-hospital cardiac arrest: survival depends mainly on the effectiveness of the emergency response. *Resuscitation.* 2004 Sep;62(3):291–7.
77. Greif R, Lauridsen KG, Djärv T, Ek JE, Monnelly V, Monsieurs KG, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2025 Executive Summary. *Resuscitation* [Internet]. 2025 Oct 1 [cited 2025 Oct 30];215. Available from: [https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572\(25\)00282-5/fulltext](https://www.resuscitationjournal.com/article/S0300-9572(25)00282-5/fulltext)
78. Fernandez Castelao E, Russo SG, Riethmüller M, Boos M. Effects of team coordination during cardiopulmonary resuscitation: A systematic review of the literature. *Journal of Critical Care.* 2013 Aug;28(4):504–21.
79. Cheng A, Duff JP, Kessler D, Tofil NM, Davidson J, Lin Y, et al. Optimizing CPR performance with CPR coaching for pediatric cardiac arrest: A randomized simulation-based clinical trial. *Resuscitation.* 2018 Nov;132:33–40.
80. Taylor KL, Ferri S, Yavorska T, Everett T, Parshuram C. A description of communication patterns during CPR in ICU. *Resuscitation.* 2014 Oct;85(10):1342–7.
81. O'Halloran A, Morgan RW, Kennedy K, Berg RA, Gathers CA, Naim MY, et al. Characteristics of Pediatric In-Hospital Cardiac Arrests and Resuscitation Duration. *JAMA Netw Open.* 2024 Jul 1;7(7):e2424670.
82. Panesar SS, Ignatowicz AM, Donaldson LJ. Errors in the management of cardiac arrests: An observational study of patient safety incidents in England. *Resuscitation.* 2014 Dec;85(12):1759–63.
83. Løfgren B, Larsen CB, Rasmussen ML, Henriksen FL, Krarup NH. Limited knowledge of the crash call number among hospital staff—A call for standardisation. *Resuscitation.* 2010 Dec;81(2):S28.

84. Ulmer F, Pallivathukal S, Bartenstein A, Bieri R, Studer D, Lava SAG. Preparedness for Life-Threatening Situations in a Pediatric Tertiary-Care University Children's Hospital: A Survey. *Children (Basel)*. 2022 Feb 16;9(2):271.
85. Greif R, Bhanji F, Bigham BL, Bray J, Breckwoldt J, Cheng A, et al. Education, Implementation, and Teams. *Resuscitation*. 2020 Nov;156:A188–239.
86. Sutton RM, Niles D, French B, Maltese MR, Leffelman J, EilevstjØnn J, et al. First quantitative analysis of cardiopulmonary resuscitation quality during in-hospital cardiac arrests of young children. *Resuscitation*. 2014 Jan;85(1):70–4.
87. Goddet NS, Dolveck F, Loeb T, Lode N, Chabernaud JL, Baer M, et al. Simulation training for cardiac arrest in children: Is there an interest for general emergency medical system? *Resuscitation*. 2010 Aug;81(8):1055–6.
88. Stirparo G, Gaetti G, Ristagno G, Babini G, Di Marco S, Scapigliati A, et al. Ten years of Basic Life Support provider course: results and challenges from the Italian Resuscitation Council's experience. *Resuscitation Plus*. 2025 Mar;22:100903.
89. Myers SR, Donoghue AJ. Quality improvement and crisis resource management in pediatric resuscitation. *Curr Opin Pediatr*. 2019 Jun;31(3):297–305.
90. Lasa JJ, Dhillon GS, Duff JP, Hayes J, Kamath-Rayne BD, Levy A, et al. Part 8: Pediatric Advanced Life Support: 2025 American Heart Association and American Academy of Pediatrics Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation [Internet]*. 2025 Oct 21 [cited 2025 Oct 30];152(16_suppl_2). Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIR.0000000000001368>
91. Ganassali S. The Influence of the Design of Web Survey Questionnaires on the Quality of Responses. *Survey Research Methods*. 2008 Mar 30;2(1):21–32.

Annexe 1.

Supplemental Figure 1.

French National Web-Survey

Relevance of International Guidelines and Barriers in the Implementation of the “Pediatric In-Hospital Life-Threatening Emergencies and In-Hospital Cardiac Arrest” procedure

A. Characteristics of the Institution and the Respondent:

A.1. Country:

A.2. City where the institution is located:

A.3. Type of hospital: University Hospital Hospital Centre Other

A.4. Department where the respondent works:

- Pediatric Emergency Unit
- Pediatric Continuous Care Unit
- Pediatric Intensive Care Unit
- General Pediatric Ward
- General Emergency Department
- Other

A.5. Profession of the respondent:

- Pediatrician
- Pediatric Emergency Physician
- Pediatric Anesthesiologist
- Neonatologist
- Pediatric Intensivist
- Adult Emergency Physician
- Adult Anesthesiologist or Intensivist
- Other

B. Organization of In-Hospital Life-Threatening Emergencies (IHLTE) in Your Facility (Excluding Pediatric Intensive Care Units)

B.1. Is there a clearly defined procedure for pediatric IHLTE in your hospital?

- Yes No

B.1bis. If yes, how is the IHLTE call/alert procedure communicated?

- Posted on walls
- Displayed on emergency carts
- Available on telephones
- Communicated orally
- Communicated via email or internal mail
- Other
- Not communicated

B.2. Is there a different call/alert procedure?

B.2.a. Between adult and pediatric IHLTE? YES NO

B.2.b. Between working and off-hours? YES NO

B.3. What emergency number(s) are used for IHLTE in your hospital?

- 2222 only
- Another number
- Multiple numbers (excluding 2222)
- Multiple numbers including 2222 (number changes daily)

B.4. Is the annual number of pediatric IHLTE activations monitored by hospital management or the medical director? YES NO

B.5. 3. On average, how many times per year is the pediatric IHLTH procedure triggered for the following situations?

- a. Pediatric IHLTE situations : 0 1 à 2 3 à 5 6 à 8 > 8
- b. In-hospital pediatric cardiopulmonary arrest 0 1 à 2 3 à 5 6 à 8 > 8
- c. Is there a monitoring or follow-up tool in place? YES NO

C. Basic Life Support (BLS = Bag-valve-mask ventilation + Chest compressions)

C.1. In your hospital, are staff in pediatric wards specifically trained to promptly recognize pediatric cardiac arrest?

- YES, in all departments
- YES, in selected departments only
- NO, in none of the departments

C.1bis. If yes, how is this training delivered?

- Paper-based cognitive aids or manuals
- In-situ simulation training
- On-site theoretical training sessions

- Training at a dedicated simulation center
- Other (please specify): _____

C.2. What proportion of staff in pediatric departments are capable of initiating basic cardiopulmonary resuscitation immediately?

- None
- 1 or 2 individuals
- Less than half of the team
- About half of the team
- More than half of the team
- Almost the entire team
- The entire team

D. Advanced Life Support (e.g., Shock, Epinephrine, Intraosseous Access)

D.1. Does your hospital have a dedicated and identifiable pediatric advanced life support team for in-hospital cardiac arrest? YES NO

D.1bis. If yes, what is the average response time for this team to arrive on the scene?

- Less than 3 minutes
- 3–5 minutes
- 6–8 minutes
- More than 8 minutes

E. Composition of the Advanced Life Support Team

E.1. How many physicians are included in the dedicated ALS team pool?

- Fewer than 5
- Between 5 and 10
- More than 10

E.2. On average, how many team members are involved during an advanced resuscitation?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- More than 5

E.3. What types of personnel compose the dedicated Advanced Life Support team?

- Pediatric Intensivist
- Adult Intensivist
- Anesthesiologist
- Nurse
- EMS physician
- Adult emergency physician
- Pediatric emergency physician
- Pediatrician
- Intern/Resident
- Other

E.4. Are students present during advanced life support interventions?

- Never
- Sometimes
- Always

E.4bis. If "Always" or "Sometimes", please specify the type(s) of students involved:

- Third-cycle (Interns/Residents)
- Second-cycle (Medical students/Externals)
- Paramedical (Nursing students)

E.5. In the absence of a dedicated ALS team in your hospital, what type of backup is called upon in the event of an in-hospital pediatric cardiac arrest?

- EMS call On-site EMS physician Resuscitation team Pediatric Intensivist Neonatologist Adult Intensivist Anesthesiologist Adult emergency physician Pediatric emergency physician Pediatrician Intern/Resident Nurse Other None

F. Team Roles During Advanced Life Support

F.1. Are the roles of each member of the advanced life support (ALS) team clearly defined in advance?

- Always
 Sometimes
 No
 Don't know

F.1.1bis. If No, does the resuscitation team take time to rapidly assign roles within the first few minutes of in-hospital cardiac arrest management?

- Always
 Sometimes
 No
 Don't know

F.2. Is a team leader consistently designated?

- Always
 Sometimes
 No
 Don't know

F.2bis. If Yes, is the team leader easily identifiable by a specific marker?

- No
 Initial verbal announcement
 Visible distinguishing sign
 Unknown

F.3. Is the situation systematically debriefed after the intervention?

- No
 Immediately
 Within 1–2 weeks
 More than 1 month later

G. Equipment required for the management of pediatric in-hospital cardiac arrest

G.1. Does the dedicated resuscitation team have an emergency bag with equipment? Yes No

G.2. Are there emergency carts on the wards? Yes No

G.2bis. If yes, are they standardized (identical) throughout the hospital? Yes No

G.3. Is the location of emergency carts clearly defined? Yes No

G.4. Using your procedure, do service personnel know how to find the manual defibrillator or AED? Yes No

H. Training for childcare teams

H.1. Does your hospital do unscheduled mock "cardiac arrest" alerts to train teams? Yes No

H.2. Does your hospital have a training policy for the management of pediatric in-hospital cardiac arrest for?

H.2bis.a. Basic life support Yes No

H.2bis.b. Advanced life support Yes No

H.2bis.c. No training

H.3. Do you have access to a simulation centre to train in basic and advanced resuscitation for the management of in-hospital cardiac arrest? Yes No

H.4. Do you offer training in communication management during in-hospital cardiac arrest? Yes No

I. Management of pediatric in-hospital cardiac arrest

I.1. Do you have a written algorithm for the management of pediatric in-hospital cardiac arrest? Yes No

I.1bis. If yes, do you have emergency cognitive aids in your wards or on emergency carts? Yes No

I.2. Is this algorithm for the management of cardiac arrest of the "European Resuscitation Council" type? Yes No

J. Brakes

J.1. Have you identified any obstacles to **implementing** the pediatric UVIH procedure? lack of medical staff lack of paramedical staff lack of time for

organizational set-up lack of equipment lack of institutional support lack of financial resources other: ...

J.2. Have you identified any obstacles to **making** this procedure **permanent**?

Lack of medical staff lack of paramedical staff lack of time for organizational set-up lack of equipment lack of institutional support lack of financial resources other

AUTEUR : Nom : EXBRAYAT

Prénom : Johann

Date de soutenance : 31/03/2026

Titre de la thèse : Urgences vitales intra-hospitalières et arrêt cardiaque chez l'enfant : application des recommandations internationales et freins à leur mise en place en France

Thèse - Médecine - Lille 2026

Cadre de classement : Médecine

DES + FST/option : DES Pédiatrie option Réanimation pédiatrique

Mots-clés : arrêt cardiaque pédiatrique intra-hospitalier, urgence vitale pédiatrique intra-hospitalière, adhésions aux recommandations, formation en réanimation avancée, organisation des équipes de réanimation, amélioration de la qualité en réanimation pédiatrique

Résumé : Titre : Urgences vitales intra-hospitalières et arrêt cardiaque chez l'enfant : application des recommandations internationales et freins à leur mise en place en France

Contexte : L'arrêt cardiaque (ACR) et l'urgence vitale intra-hospitalière (UVIH) pédiatrique sont des événements rares nécessitant une réponse rapide, coordonnée et conforme aux recommandations. Les données concernant l'organisation hospitalière et l'adhésion aux recommandations internationales dans ces situations restent limitées. Ce travail a évalué les pratiques relatives à la prévention, à la prise en charge et au suivi des UVIH et ACR pédiatriques intra-hospitaliers.

Méthode : Une enquête transversale nationale a été adressée à l'ensemble des hôpitaux français assurant une prise en charge pédiatrique (novembre 2023- décembre 2024). Le questionnaire évaluait l'adhésion aux 15 recommandations issues des lignes directrices de l'European Resuscitation Council, couvrant les domaines de la prévention, la prise en charge et des processus post-événement. Les analyses ont été réalisées au niveau hospitalier.

Résultats : Parmi les 263 hôpitaux éligibles, 181 (68,8%) ont répondu. L'adhésion aux recommandations individuelles variait de 25 à 100%. Tous les hôpitaux déclaraient disposer d'un système d'appel d'urgence, d'une réponse de type Pediatric Advanced Life Support (PALS) et de personnels formés à la réanimation cardio-pulmonaire pédiatrique avancée. Les établissements appliquaient une médiane de 10 recommandations sur 15 (IQR 7-12), et 36% des centres en respectaient plus de 11. Des équipes de PALS dédiées existaient dans 35% des centres ; des délais d'intervention inférieurs à 3 minutes étaient rapportés dans 41% des cas. La formation restait hétérogène, seuls 48% des hôpitaux proposant des programmes complets de Pediatric Basic Life Support (PBLIS) et PALS. Les pratiques de débriefing variaient : 60% des établissements les réalisaient de façon systématique, tandis que 25% n'en réalisaient aucun. Les principaux obstacles identifiés étaient le manque de temps (65%), le manque de personnel médical (52%) et paramédical (48%).

Conclusion : Cette étude nationale met en évidence des lacunes dans l'alignement des pratiques françaises avec les recommandations européennes concernant les UVIH et ACR pédiatriques intra-hospitaliers. La standardisation des numéros d'appel d'urgence, une couverture minimale obligatoire en certification PALS, ainsi que la mise en place systématique de processus de débriefing et d'audit pourraient améliorer la qualité et l'homogénéité des soins.

Composition du Jury :

Président : Professeur Stéphane LETEURTRE

Assesseurs :

Dr Morgan RECHER

Dr Jean-Benoît BAUDELET

Directeur de thèse : Dr Marguerite LOCKHART-BOURON