

Prise en charge anesthésique des cardiopathies congénitales en salle de cathétérisme : Étude prospective au CHU Mohammed VI de Tanger.

RÉSUMÉ

Introduction : Les cardiopathies congénitales constituent les premières malformations de l'enfant et représentent un défi de taille en anesthésie pédiatrique. L'essor de la cardiologie interventionnelle a profondément modifié leur prise en charge, permettant d'effectuer de nombreuses procédures à visée diagnostique ou thérapeutique hors du bloc opératoire conventionnel. Ces interventions, réalisées dans l'environnement logistiquement complexe de la salle de cathétérisme cardiaque, exigent une gestion anesthésique hautement personnalisée et sécurisée.

Objectif : Décrire et analyser les pratiques anesthésiques utilisées lors des procédures interventionnelles chez l'enfant porteur de cardiopathie congénitale, en comparant les approches de sédation et d'anesthésie générale, et en recensant l'ensemble des complications per et postopératoires observées.

Méthodologie : Il s'agit d'une étude prospective, transversale et descriptive menée au CHU Mohammed VI de Tanger entre janvier 2024 et mai 2025, incluant 36 patients pédiatriques de moins de 16 ans présentant une cardiopathie congénitale documentée.

Résultats : L'âge moyen de la population était de 4,8 ans, avec une prédominance de la tranche d'âge de 1 à 5 ans (58 %). La sédation profonde a été la technique principale, appliquée dans 77,8 % à 80,5 % des cas selon les critères cliniques, tandis que l'anesthésie générale a été réservée aux cas les plus complexes (19,5 % à 22,2 %). Les agents anesthésiques les plus fréquemment employés étaient le midazolam (100 %), le fentanyl (100 %), la kétamine (94,4 %) et la dexmédétomidine (83,3 %). Des complications peropératoires ont été notées dans 33 % des procédures, dominées par les troubles du rythme transitoires (27,8 %) et l'hypotension (11,1 % à 16,7 %). Un seul cas a nécessité une conversion de la sédation vers l'anesthésie générale en raison d'une agitation incoercible. Le réveil a eu lieu en SSPI dans 83,3 % des cas, le reste ayant été orienté vers l'unité de réanimation pédiatrique.

Conclusion : La sédation multimodale s'avère sûre et efficace pour la majorité des procédures interventionnelles courantes. L'anesthésie générale reste indispensable pour les situations à haut risque et les malformations complexes. Une standardisation accrue des protocoles locaux pourrait optimiser la sécurité globale.

Mots-clés : Anesthésie pédiatrique – Cathétérisme cardiaque – Cardiopathie congénitale – Sédation – Anesthésie générale – Complications.

35 1. INTRODUCTION

36 Les cardiopathies congénitales constituent un groupe hétérogène de malformations
37 structurelles cardiaques dont l'incidence en fait les premières anomalies congénitales chez
38 l'enfant. Au cours des dernières décennies, leur prise en charge a connu une transformation
39 radicale. Parmi ces progrès, le développement fulgurant de la cardiologie interventionnelle
40 occupe une place prépondérante, permettant d'éviter le recours systématique à la chirurgie
41 lourde à cœur ouvert pour un grand nombre d'indications diagnostiques et thérapeutiques.

42 Ces interventions percutanées, fréquemment réalisées dès le plus jeune âge, imposent un
43 encadrement anesthésique rigoureux et sur mesure. La salle de cathétérisme cardiaque, bien
44 que distincte d'un bloc opératoire classique, est devenue un plateau technique de référence.
45 Cependant, cet environnement présente des contraintes logistiques et cliniques majeures pour
46 l'anesthésiste-réanimateur : espace restreint, luminosité réduite, éloignement des équipements
47 d'urgence habituels et nécessité d'une immobilité parfaite du patient pour la précision des
48 images radiologiques.

49 Sur le plan physiopathologique, les enfants porteurs de cardiopathies congénitales (qu'elles
50 soient de type shunt gauche-droite, obstructives ou cyanogènes) présentent des équilibres
51 hémodynamiques précaires, une réserve physiologique cardiorespiratoire limitée et une
52 susceptibilité accrue aux variations induites par les agents de l'anesthésie. Le dilemme clinique
53 consiste à choisir entre une anesthésie générale formelle (assurant un contrôle total des voies
54 aériennes et une immobilité complète) et une sédation profonde (moins invasive mais exposant
55 au risque de dépression respiratoire ou d'agitation).

56 Cette étude prospective, menée au sein de la salle de cathétérisme du Centre Hospitalier
57 Universitaire (CHU) Mohammed VI de Tanger, a pour objectif de décrire les pratiques
58 anesthésiques locales, de préciser les critères de choix des techniques et d'analyser de façon
59 exhaustive les complications per et post-procédurales afin d'optimiser la prise en charge de
60 cette population vulnérable.

61 2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

62 2.1. Cadre et type d'étude

63 Nous avons mené une étude observationnelle, prospective, transversale et descriptive sur une
64 période s'étalant de janvier 2024 à mai 2025 au sein du service de cardiologie pédiatrique
65 interventionnelle et d'anesthésie-réanimation du CHU Mohammed VI de Tanger, au Maroc.

66 2.2. Critères de sélection de la population

67 Les critères d'inclusion rigoureux étaient les suivants :

- 68 • Patients âgés de moins de 16 ans au moment de la procédure.
- 69 • Présence d'une cardiopathie congénitale structurale formellement documentée par
- 70 échocardiographie, scanner ou cathétérisme préalable.
- 71 • Réalisation effective d'un cathétérisme cardiaque à visée diagnostique ou thérapeutique.
- 72 • Obtention préalable du consentement éclairé écrit des parents ou tuteurs légaux.

73 A contrario, ont été exclus de l'analyse les patients non cardiaques, les procédures réalisées
74 sous anesthésie locale exclusive sans intervention de l'équipe d'anesthésie, ainsi que les
75 interventions interrompues prématurément avant l'induction anesthésique.

76 **2.3. Stratégie anesthésique et monitoring**

77 La conduite pratique de l'anesthésie dépendait de l'évaluation clinique préopératoire
78 individualisée. La sédation profonde était conduite par des protocoles intraveineux associant
79 des hypnotiques et des analgésiques (midazolam, kétamine, dexmédétomidine, fentanyl) en
80 bolus répétés ou en perfusion continue, maintenant une ventilation spontanée efficace.
81 L'anesthésie générale intégrait une induction intraveineuse ou inhalatoire au sévoflurane, suivie
82 de la sécurisation des voies aériennes par intubation endotrachéale et ventilation mécanique
83 contrôlée.

84 Le monitoring per-procédural standardisé comprenait : un électrocardioscope continu à 5
85 dérivations, une oxymétrie de pouls (SpO₂), la mesure automatique de la pression artérielle
86 non invasive (ou invasive par cathétérisme artériel direct), la fréquence respiratoire, la
87 température corporelle et la capnographie (EtCO₂) pour les patients intubés ou sous canule
88 nasale monitorée.

89 **2.4. Collecte et traitement des données**

90 Le recueil d'informations a été réalisé au moyen d'une fiche d'exploitation standardisée incluant
91 les caractéristiques démographiques, les antécédents, les paramètres hémodynamiques de
92 base, le score ASA (American Society of Anesthesiologists), le détail précis des drogues, la
93 durée opératoire et le suivi immédiat en salle de surveillance post-interventionnelle (SSPI) ou
94 en unité de réanimation. Les données ont été colligées et analysées de façon descriptive sur le
95 logiciel Excel® 2019.

96 **3. RÉSULTATS**

97 **3.1. Profil démographique et clinique préopératoire**

98 L'étude a colligé un total de 36 patients. L'âge moyen était de 4,8 ans, s'étendant de 3 mois à
99 15 ans. La répartition par tranches d'âge met en évidence que 12 % des enfants avaient moins
100 de 1 an, 58 % se situaient entre 1 et 5 ans, et 30 % étaient âgés de plus de 5 ans. Concernant

101 le genre, on notait 20 garçons (55,6 %) et 16 filles (44,4 %), soit un sex-ratio de 1,25. Le poids
102 moyen s'élevait à 22,5 kg (extrêmes : 5 à 70 kg) et la taille moyenne à 106 cm (extrêmes : 58 à
103 173 cm).

104 Les antécédents cliniques ont révélé la présence d'une trisomie 21 chez 5 patients (13,9 %), de
105 pathologies respiratoires chroniques (asthme, infections pulmonaires récidivantes) dans 4 cas
106 (11,1 %), d'un polyhandicap neurologique dans 2 cas (5,6 %) et d'antécédents de chirurgie
107 cardiaque ou extracardiaque dans 2 cas (5,6 %). Le score ASA a mis en exergue une forte
108 proportion de patients fragiles : ASA I dans 4 cas (11,1 %), ASA II dans 17 cas (47,2 %), ASA III
109 dans 11 cas (30,6 %) et ASA IV dans 4 cas (11,1 %).

110 3.2. Caractéristiques des cardiopathies et des procédures

111 Les cardiopathies non cyanogènes étaient majoritaires (30 cas, soit 83,3 %) par rapport aux
112 formes cyanogènes (6 cas, soit 16,7 %). Les anomalies structurelles étaient dominées par la
113 communication interauriculaire (CIA) avec 14 cas, suivie de la communication interventriculaire
114 (CIV) avec 11 cas. La répartition détaillée des diagnostics et des gestes interventionnels
115 correspondants est colligée dans le Tableau 1. Toutes les procédures ont été menées via un
116 abord vasculaire par la voie fémorale (100 %). La durée moyenne globale des interventions
117 était de 42 minutes, avec des extrêmes de 20 à 75 minutes selon la complexité technique.

118 **Tableau 1 : Caractéristiques anatomiques, types de procédures et durées opératoires**

Anomalie Cardiaque sous-jacente	Procédure Interventionnelle Réalisée	Nombre (n)	Fréquence (%)
Communication Interauriculaire (CIA)	Fermeture percutanée par dispositif	14	38,9 %
Communication Interventriculaire (CIV)	Fermeture percutanée	11	30,6 %
Coarctation de l'Aorte	Dilatation par ballonnet	4	11,1 %

Anomalie Cardiaque sous-jacente	Procédure Interventionnelle Réalisée	Nombre (n)	Fréquence (%)
Sténose Pulmonaire	Valvuloplastie percutanée	3	8,3 %
Canal Atrioventriculaire complet / Double Shunt	Fermeture complexe / Occlusion	3	8,3 %
Pathologie obstructive complexe	Mise en place de Stentendovasculaire	1	2,8 %

119 3.3. Données cliniques et hémodynamiques préopératoires

120 À l'admission en salle de cathétérisme, la SpO₂ de repos oscillait entre 88 % et 100 %,
121 affichant une moyenne de 95,2 %. Deux patients présentaient une hypoxémie basale (SpO₂ <
122 90 %). La fréquence cardiaque préopératoire moyenne s'établissait à 103 bpm (extrêmes : 72 à
123 140 bpm). La pression artérielle systolique (PAS) s'échelonnait entre 80 et 130 mmHg, et la
124 diastolique (PAD) entre 40 et 75 mmHg. L'électrocardiogramme préopératoire confirmait un
125 rythme sinusal régulier chez tous les patients (100 %), sans aucun trouble de la conduction ni
126 du rythme avant l'induction.

127 3.4. Pratiques pharmacologiques et gestion des voies abord

128 La sédation profonde a constitué la technique prépondérante, mise en œuvre chez 28 patients
129 (77,8 %), tandis que l'anesthésie générale avec contrôle des voies aériennes a été requise
130 d'emblée chez 8 patients (22,2 %). Les choix d'agents pharmacologiques comprenaient une
131 approche multimodale détaillée dans le Tableau 2. L'accès veineux était d'origine périphérique
132 dans 33 cas (91,7 %) et un cathétérisme veineux central a été jugé nécessaire chez 3 patients
133 (8,3 %) en raison de la sévérité hémodynamique.

134 Tableau 2 : Molécules anesthésiques et voies d'administration

Agent Pharmacologique	Nombre d'utilisations (n)	Pourcentage (%)
Midazolam	36	100 %
Fentanyl	36	100 %
Kétamine	34	94,4 %
Dexmédétomidine	30	83,3 %
Propofol	4	11,1 %

135 3.5. Événements indésirables et complications péri-procédurales

136 Une complication peropératoire au moins a été recensée dans 33 % des cas de notre série. Les
137 événements étaient majoritairement transitoires. Les troubles du rythme cardiaque (27,8 %),
138 principalement représentés par des extrasystoles ventriculaires ou supraventriculaires induites
139 par le contact mécanique du matériel de cathétérisme, figuraient au premier rang. L'hypotension
140 artérielle a concerné 11,1 % des cas, nécessitant des bolus de remplissage vasculaire ou un
141 support par catécholamines à faible dose. Un seul cas d'agitation majeure a motivé la
142 conversion peropératoire d'une sédation vers une anesthésie générale. Le Tableau 3 regroupe
143 l'exhaustivité des complications per et postopératoires immédiates.

144 **Tableau 3 : Incidence des complications péri-procédurales**

Phase Clinique et Événement Noté	Effectif (n)	Fréquence (%)
Complications Peropératoires (Global : 33 %)	-	-

Phase Clinique et Événement Noté	Effectif (n)	Fréquence (%)
Troubles du rythme (extrasystoles supraventriculaires/ventriculaires)	10	27,8 %
Hypotension artérielle peropératoire	4	11,1 %
Désaturation sévère (< 85 %)	2	5,6 %
Conversion de sédation en anesthésie générale	1	2,8 %
Complications Postopératoires Immédiates	-	-
Agitation au réveil	6	16,7 %
Douleur postopératoire modérée	5	13,9 %

145 Il convient de souligner qu'aucun cas de laryngospasme, bronchospasme, nausée ou
146 vomissement per ou postopératoire n'a été répertorié. De même, aucun événement indésirable
147 grave durable ou décès n'est survenu au cours de l'évaluation.

148 **3.6. Analgésie postopératoire et devenir des patients**

149 L'analgésie post-interventionnelle immédiate a reposé sur l'administration systématique de
150 paracétamol intraveineux en fin de geste chez 34 patients (94,4 %), complétée par du

151 kétoprofène chez 9 patients (25 %). Trente patients (83,3 %) ont été orientés vers la SSPI avec
152 une surveillance moyenne de 2 heures. Le score d'Aldrete modifié était satisfaisant pour
153 l'ensemble de ces cas, avec un délai de retour à la conscience basale moyen de 25 minutes.
154 Une minorité critique de 6 patients (16,7 %) a requis un transfert direct en unité de réanimation
155 pour surveillance prolongée.

156 La durée moyenne globale de séjour hospitalier post-interventionnel était de 1,2 jour : 22
157 patients (61,1 %) ont pu regagner leur domicile le jour même de l'intervention, tandis que 14
158 enfants (38,9 %) ont fait l'objet d'une hospitalisation prolongée au-delà de 24 heures pour des
159 raisons de surveillance renforcée liée à la complexité anatomique.

160 4. DISCUSSION

161 Les caractéristiques démographiques de notre étude, notamment l'âge moyen de 3,8 à 4,8 ans
162 avec une nette prédominance d'enfants de moins de 5 ans, concordent parfaitement avec les
163 données épidémiologiques internationales. La littérature médicale, notamment les travaux
164 fondateurs d'Odegard et al. et de Thomson et al., rappelle que la petite enfance représente la
165 période optimale pour la caractérisation précise et le traitement percutané des malformations
166 cardiaques congénitales, avant l'installation de remaniements vasculaires pulmonaires
167 irréversibles. La prédominance masculine modérée (sex-ratio de 1,25) est classique et dénuée
168 de signification physiopathologique majeure selon le BagcilarMedical Bulletin.

169 Le poids moyen de 13,2 kg à 22,5 kg met en exergue des variations importantes. Cette
170 observation corrobore les conclusions d'Odegard et al., explicitant le lien direct entre la sévérité
171 hémodynamique des cardiopathies à fort shunt ou obstructives, la défaillance cardiaque sous-
172 jacente et les retards de croissance staturo-pondérale chroniques. Le fait que la grande majorité
173 de nos patients soient classés ASA II ou III valide la complexité intrinsèque de cette population,
174 qui ne saurait être assimilée à des patients pédiatriques standards.

175 **Analyse des orientations anatomiques et chirurgicales** : La forte prévalence des
176 cardiopathies de type shunt gauche-droite, représentées par les CIA (38,9 % à 44,4 %) et les
177 CIV (30,5 % à 30,6 %), s'inscrit dans les pratiques de référence mondiales. Comme l'indiquent
178 Baruteau et al., la fermeture percutanée de ces communications s'est imposée comme
179 l'alternative de choix à la chirurgie conventionnelle sous circulation extracorporelle, car elle
180 réduit drastiquement la morbidité, la durée d'hospitalisation et le préjudice esthétique. Les
181 données issues du registremulticentrique américain C3PO (CongenitalCardiacCatheterization
182 Project on Outcomes) rapportent des taux de prévalence rigoureusement superposables pour
183 les occlusions de CIA/CIV et les angioplasties de coarctation aortique ou sténose pulmonaire.

184 **Le débat technique : sédation versus anesthésie générale** : Le choix de la technique
185 d'anesthésie en salle de cathétérisme fait l'objet de discussions nourries au sein de la

186 communauté scientifique. Dans notre série, la sédation profonde exclusive a été privilégiée
187 chez environ 80 % des patients. Ce choix stratégique fort traduit une volonté d'éviction des
188 complications inhérentes à l'anesthésie générale et à la ventilation mécanique
189 (barotraumatisme, modification des pressions intrathoraciques altérant les calculs des shunts,
190 retards de réveil). Les lignes directrices de la *PediatricAnesthesia* et les travaux de Mason et al.
191 confirment que la sédation profonde est hautement recommandée pour les procédures de
192 courte durée chez des enfants hémodynamiquement stables.

193 Néanmoins, l'anesthésie générale conserve des indications claires et incontournables. Dans
194 notre série, les cas gérés sous AG d'emblée concernaient exclusivement des cardiopathies
195 complexes ou des nourrissons très instables. Ce constat rejoint les conclusions d'Al-Saleh et
196 al., qui stipulent que l'AG est un garant de sécurité indispensable face à un haut risque
197 d'instabilité, assurant un contrôle parfait des voies aériennes et une immobilité absolue.

198 **Synergie pharmacologique et stabilité** : Le protocole multimodal appliqué (midazolam,
199 fentanyl, kétamine et dexmédétomidine) a démontré une efficacité remarquable. L'intégration de
200 la dexmédétomidine chez 83,3 % des patients s'est avérée particulièrement bénéfique. Cette
201 molécule, largement documentée par Vora et al. et Mahmoud et al., présente des propriétés
202 sédatives et analgésiques par agonisme alpha-2 sélectif, dénuées de tout effet dépressif
203 respiratoire. Cette stabilité ventilatoire permet de maintenir une sédation profonde en ventilation
204 spontanée, tout en réduisant de façon significative la consommation concomitante de
205 morphiniques et d'hypnotiques à marge thérapeutique étroite comme le propofol.

206 **Analyse critique des complications** : L'incidence des complications peropératoires (33 %)
207 doit être analysée avec discernement. Elle est quasi exclusivement dominée par les troubles du
208 rythme transitoires (27,8 %). Comme le soulignent à juste titre Mahajan et al. et Calinescu et al.,
209 ces arythmies sont la conséquence directe de l'irritation mécanique du myocarde et du tissu de
210 conduction par les guides et les cathéters dans les cavités cardiaques. Elles ne reflètent donc
211 pas une défaillance du protocole anesthésique lui-même, mais une contrainte technique du
212 geste opératoire. L'hypotension artérielle, notée dans 11 % des cas, a été rapidement jugulée,
213 confirmant l'absence d'impact délétère à long terme.

214 En postopératoire, l'analgésie par paracétamol a suffi à garantir un confort optimal, ce qui
215 confirme le caractère mini-invasif du cathétérisme par rapport à la chirurgie. L'agitation au réveil
216 (16,7 %), principalement observée après une AG, reste un phénomène classique en pédiatrie,
217 bien documenté par Lin et al.

218 **4.1. Limites méthodologiques de l'étude**

219 Malgré la rigueur du protocole prospectif, plusieurs limites doivent être explicitées :

- 220 • **La taille de l'échantillon** : La cohorte de 36 patients, bien que représentative du volume
221 d'activité annuel du centre, limite la puissance statistique globale pour mener des

- 222 analyses comparatives de sous-groupes hautement significatives.
- 223 ● **Le caractère monocentrique** : L'étude décrit les pratiques spécifiques d'un seul pôle
- 224 hospitalo-universitaire, ce qui peut refléter des habitudes locales conditionnées par des
- 225 contraintes matérielles ou humaines spécifiques.
- 226 ● **L'hétérogénéité des cas** : Le regroupement au sein d'une même cohorte de pathologies
- 227 simples (CIA) et complexes (Tétralogie de Fallot, canal atrioventriculaire) peut introduire
- 228 des biais de confusion dans l'analyse des complications globales.
- 229 ● **L'évaluation de la douleur** : Bien que la gestion analgésique ait été efficace, l'absence
- 230 d'utilisation systématique d'échelles de douleur validées en pédiatrie (telles que FLACC
- 231 ou EVENDOL) constitue un manque de précision méthodologique.

232 5. CONCLUSION

233 L'anesthésie en salle de cathétérisme cardiaque pour les cardiopathies congénitales

234 pédiatriques est une pratique hautement spécialisée, exigeant une maîtrise approfondie des

235 interactions pharmacodynamiques et des profils physiopathologiques des patients. Les résultats

236 de notre étude prospective menée au CHU Mohammed VI de Tanger démontrent que la

237 sédation profonde multimodale, associant astucieusement midazolam, kétamine, fentanyl et

238 dexmédétomidine, constitue une stratégie de premier choix. Elle offre une excellente sécurité,

239 un confort patient optimal et un taux de réussite technique remarquable pour les cardiopathies

240 stables.

241 L'anesthésie générale doit demeurer une option ciblée, réservée aux nouveau-nés, aux

242 interventions prolongées et aux architectures anatomiques à haut risque. Le renforcement de la

243 collaboration multidisciplinaire et la formalisation de protocoles écrits locaux standardisés

244 représentent les axes majeurs pour élever encore le niveau de sécurité et de qualité des soins

245 dispensés à ces enfants.

246 RÉFÉRENCES

- 247
- 248 [1] Odegard KC, Bergersen L, Marshall AC, et al. The Anesthesiologist's Role in Pediatric and
- 249 Congenital Cardiac Catheterization: Influence on Outcome. *Anesth Analg*. 2008;107(5):1578–1586.
- 250 [2] Yuki K, Casta A, Uezono S. Anesthesia for Pediatric Cardiac Catheterization. *Anesthesiol Clin*. 2009;27(3):513–
- 251 525.
- 252 [3] Thomson D, Taylor K. Anesthesia for Pediatric Cardiac Catheterization. *Paediatr Anaesth*. 2015;25(4):388–393.
- 253 [4] Vora KS, Shah VR, Parikh GP, Chauhan NC. Dexmedetomidine versus Midazolam for Sedation in
- 254 Pediatric Cardiac Catheterization. *Saudi J Anaesth*. 2015;9(2):134–138.
- 255 [5] Mahmoud M, Mason KP. Dexmedetomidine for Pediatric Procedural Sedation. *Curr Opin Anaesthesiol*.
- 256 2009;22(4):442–447.

- 257 [6] Baruteau AE, Hascoet S, Fraisse A, et al. CardiacCatheterization in Children with Congenital Heart Diseases:
258 CurrentPractice. *ArchCardiovasc Dis*. 2014;107(10):578–587.
- 259 [7] Al-Saleh S, et al. Sedation and General Anesthesia in PediatricCardiacCatheterization: Review of Risks and
260 Strategies. *J Int Cardiol*. 2021;34(2):180–188.
- 261 [8] Mahajan C, et al. Incidence and Predictors of Adverse Events in PediatricCardiacCatheterization. *Ann Card*
262 *Anaesth*. 2018;21(2):166–172.
- 263 [9] Calinescu AM, et al. Complications in PediatricCardiacCatheterization: A Review. *Ann PediatrCardiol*.
264 2017;10(1):62–72.
- 265 [10] Lin EP, et al. ProceduralSedation in Children: Review and Recommendations. *PediatrDrugs*. 2019;21(3):153–
266 167.

UNDER PEER REVIEW IN IJAR