2024-2025

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

Qualification en Anesthésie–réanimation

Impact de la carence martiale préopératoire sur la survenue d'infections postopératoires en chirurgie cardiaque : une étude monocentrique rétrospective

Impact of preoperative iron deficiency on postoperative infections following cardiac surgery : a single-center retrospective study

Marie-Christie AVLESSI

Née le 15 novembre 1997 à Abidjan (Côte d'Ivoire)

Sous la direction de M. le Professeur Emmanuel RINEAU

Membres du jury

Monsieur le Professeur LASOCKI Sigismond	Président
Monsieur le Professeur RINEAU Emmanuel	Directeur
Madame le Docteur LONGEAU Emmanuelle	Membre
Madame le Docteur SELLIER Gaelle	Membre
Monsieur le Docteur DANG VAN Simon	Membre

Soutenue publiquement le :
03 octobre 2025

FACULTÉ DE SANTÉ
UNIVERSITÉ D'ANGERS

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussignée Marie-Christie Avlessi, déclare être pleinement consciente que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiante le 18/09/2025

SERMENT D'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque ».

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTÉ DE SANTÉ D'ANGERS

Doyen de la Faculté : Pr Cédric ANNWEILER
Vice-Doyen de la Faculté et directeur du département de pharmacie : Pr Sébastien FAURE
Directeur du département de médecine : Pr Vincent DUBEE

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

ABRAHAM Pierre	PHYSIOLOGIE	Médecine
ANGOULVANT Cécile	MEDECINE GENERALE	Médecine
ANNWEILER Cédric	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT	Médecine
ASFAR Pierre	REANIMATION	Médecine
AUBE Christophe	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE	Médecine
AUGUSTO Jean-François	NEPHROLOGIE	Médecine
BAUFRETON Christophe	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE	Médecine
BELLANGER William	MEDECINE GENERALE	Médecine
BELONCLE François	REANIMATION	Médecine
BIERE Loïc	CARDIOLOGIE	Médecine
BIGOT Pierre	UROLOGIE	Médecine
BONNEAU Dominique	GENETIQUE	Médecine
BOUCHARA Jean-Philippe	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE	Médecine
BOUET Pierre-Emmanuel	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE	Médecine
BOURSIER Jérôme	GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE	Médecine
BOUVARD Béatrice	RHUMATOLOGIE	Médecine
BRIET Marie	PHARMACOLOGIE	Médecine
CAMPONE Mario	CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE	Médecine
CAROLI-BOSC François-Xavier	GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE	Médecine
CASSEREAU Julien	NEUROLOGIE	Médecine
CLERE Nicolas	PHARMACOLOGIE / PHYSIOLOGIE	Pharmacie
COLIN Estelle	GENETIQUE	Médecine
CONNAN Laurent	MEDECINE GENERALE	Médecine
COPIN Marie-Christine	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES	Médecine
COUTANT Régis	PEDIATRIE	Médecine
CUSTAUD Marc-Antoine	PHYSIOLOGIE	Médecine
CRAUSTE-MANCIET Sylvie	PHARMACOTECHNIE HOSPITALIERE	Pharmacie
DE CASABIANCA Catherine	MEDECINE GENERALE	Médecine
DERBRE Séverine	PHARMACOGNOSIE	Pharmacie
DESCAMPS Philippe	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE	Médecine
D'ESCATHA Alexis	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL	Médecine

DINOMAIS Mickaël	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION	Médecine
DUBEE Vincent	MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES	Médecine
DUCANCELLE Alexandra	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE	Médecine
DUVERGER Philippe	PEDOPSYCHIATRIE	Médecine
EVEILLARD Matthieu	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE	Pharmacie
FAURE Sébastien	PHARMACOLOGIE PHYSIOLOGIE	Pharmacie
FOURNIER Henri-Dominique	ANATOMIE	Médecine
FOUQUET Olivier	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE	Médecine
FURBER Alain	CARDIOLOGIE	Médecine
GAGNADOUX Frédéric	PNEUMOLOGIE	Médecine
GOHIER Bénédicte	PSYCHIATRIE D'ADULTES	Médecine
GUARDIOLA Philippe	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
GUILET David	CHIMIE ANALYTIQUE	Pharmacie
HUNAULT-BERGER Mathilde	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
JEANNIN Pascale	IMMUNOLOGIE	Médecine
KAZOUR François	PSYCHIATRIE	Médecine
KEMPF Marie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE	Médecine
KUN-DARBOIS Daniel	CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE	Médecine
LACOEUILLE FRANCK	RADIOPHARMACIE	Pharmacie
LACCOURREYE Laurent	OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE	Médecine
LAGARCE Frédéric	BIOPHARMACIE	Pharmacie
LANDREAU Anne	BOTANIQUE/ MYCOLOGIE	Pharmacie
LASOCKI Sigismond	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION	Médecine
LEBDAI Souhil	UROLOGIE	Médecine
LEGENDRE Guillaume	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE	Médecine
LEGRAND Erick	RHUMATOLOGIE	Médecine
LEMEE Jean-Michel	NEUROCHIRURGIE	Médecine
LERMITE Emilie	CHIRURGIE GENERALE	Médecine
LEROLLE Nicolas	REANIMATION	Médecine
LIBOUBAN Hélène	HISTOLOGIE	Médecine
LUQUE PAZ Damien	HEMATOLOGIE BIOLOGIQUE	Médecine
MARCHAIS Véronique	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE	Pharmacie
MARTIN Ludovic	DERMATO-VENEREOLOGIE	Médecine
MAY-PANLOUP Pascale	BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT ET DE LA REPRODUCTION	Médecine
MENEI Philippe	NEUROCHIRURGIE	Médecine
MERCAT Alain	REANIMATION	Médecine
ORVAIN Corentin	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
PAISANT Anita	RADIOLOGIE	Médecine
PAPON Nicolas	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE	Pharmacie

PASSIRANI Catherine	CHIMIE GENERALE	Pharmacie
PELLIER Isabelle	PEDIATRIE	Médecine
PETIT Audrey	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL	Médecine
PICQUET Jean	CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE	Médecine
PODEVIN Guillaume	CHIRURGIE INFANTILE	Médecine
PROCACCIO Vincent	GENETIQUE	Médecine
PRUNIER Delphine	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
PRUNIER Fabrice	CARDIOLOGIE	Médecine
PY Thibaut	MEDECINE GENERALE	Médecine
RAMOND-ROQUIN Aline	MEDECINE GENERALE	Médecine
REYNIER Pascal	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
RIOU Jérémie	BIOSTATISTIQUE	Pharmacie
RINEAU Emmanuel	ANESTHESIOLOGIE REANIMATION	Médecine
RIQUIN Elise	PEDOPSYCHIATRIE ; ADDICTOLOGIE	Médecine
RODIEN Patrice	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES	Médecine
ROQUELAURE Yves	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL	Médecine
ROUGE-MAILLART Clotilde	MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE	Médecine
ROUSSEAU Audrey	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES	Médecine
ROUSSEAU Pascal	CHIRURGIE PLASTIQUE, RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE	Médecine
ROUSSELET Marie-Christine	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES	Médecine
ROY Pierre-Marie	MEDECINE D'URGENCE	Médecine
SAULNIER Patrick	BIOPHYSIQUE ET BIOSTATISTIQUES	Pharmacie
SERAPHIN Denis	CHIMIE ORGANIQUE	Pharmacie
SCHMIDT Aline	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
TESSIER-CAZENEUVE Christine	MEDECINE GENERALE	Médecine
TRZEPIZUR Wojciech	PNEUMOLOGIE	Médecine
UGO Valérie	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
URBAN Thierry	PNEUMOLOGIE	Médecine
VAN BOGAERT Patrick	PEDIATRIE	Médecine
VENARA Aurélien	CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE	Médecine
VENIER-JULIENNE Marie-Claire	PHARMACOTECHNIE	Pharmacie
VERNY Christophe	NEUROLOGIE	Médecine
WILLOTEAUX Serge	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE	Médecine

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

AMMI Myriam	CHIRURGIE VASCULAIRE ET THORACIQUE	Médecine
BAGLIN Isabelle	CHIMIE THERAPEUTIQUE	Pharmacie

BASTIAT Guillaume	BIOPHYSIQUE ET BIOSTATISTIQUES	Pharmacie
BEAUVILLAIN Céline	IMMUNOLOGIE	Médecine
BEGUE Cyril	MEDECINE GENERALE	Médecine
BELIZNA Cristina	MEDECINE INTERNE	Médecine
BENOIT Jacqueline	PHARMACOLOGIE	Pharmacie
BERNARD Florian	ANATOMIE	Médecine
BESSAGUET Flavien	PHYSIOLOGIE PHARMACOLOGIE	Pharmacie
BLANCHET Odile	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
BOISARD Séverine	CHIMIE ANALYTIQUE	Pharmacie
BOUCHER Sophie	ORL	Médecine
BRIET Claire	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES	Médecine
BRILLAND Benoit	NEPHROLOGIE	Médecine
BRIS Céline	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Pharmacie
BRUGUIERE Antoine	PHARMACOGNOSIE	Pharmacie
CAPITAIN Olivier	CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE	Médecine
CHABRUN Floris	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Pharmacie
CHAO DE LA BARCA Juan-Manuel	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
CHOPIN Matthieu	MEDEECINE GENERALE	
CODRON Philippe	NEUROLOGIE	Médecine
DEMAS Josselin	SCIENCES DE LA READAPTATION	Médecine
DESHAYES Caroline	BACTERIOLOGIE VIROLOGIE	Pharmacie
DOUILLET Delphine	MEDECINE D'URGENCE	Médecine
FERRE Marc	BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
FORTRAT Jacques-Olivier	PHYSIOLOGIE	Médecine
GHALI Maria	MEDECINE GENERALE	Médecine
GUELFF Jessica	MEDECINE GENERALE	Médecine
HADJ MAHMOUD Dorra	IMMUNOLOGIE	Pharma
HAMEL Jean-François	BIOSTATISTIQUES, INFORMATIQUE MEDICALE	Médicale
HAMON Cédric	MEDECINE GENERALE	Médecine
HELESBEUX Jean-Jacques	CHIMIE ORGANIQUE	Pharmacie
HERIVAUX Anaïs	BIOTECHNOLOGIE	Pharmacie
HINDRE François	BIOPHYSIQUE	Médecine
JOUSSET-THULLIER Nathalie	MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE	Médecine
JUDALET-ILLAND Ghislaine	MEDECINE GENERALE	Médecine
KHIATI Salim	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
LEFEUVRE Caroline	BACTERIOLOGIE ; VIROLOGIE	Médecine
LEGEAY Samuel	PHARMACOCINETIQUE	Pharmacie
LEPELTIER Elise	CHIMIE GENERALE	Pharmacie
LETOURNEL Franck	BIOLOGIE CELLULAIRE	Médecine
MABILLEAU Guillaume	HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE	Médecine
MALLET Sabine	CHIMIE ANALYTIQUE	Pharmacie
MAROT Agnès	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE	Pharmacie
MESLIER Nicole	PHYSIOLOGIE	Médecine
MIOT Charline	IMMUNOLOGIE	Médecine
MOUILLIE Jean-Marc	PHILOSOPHIE	Médecine

NAIL BILLAUD Sandrine	IMMUNOLOGIE	Pharmacie
PAILHORIES Hélène	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE	Médecine
PAPON Xavier	ANATOMIE	Médecine
PASCO-PAPON Anne	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE	Médecine
PENCHAUD Anne-Laurence	SOCIOLOGIE	Médecine
PIHET Marc	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE	Médecine
PIRAUX Arthur	OFFICINE	Pharmacie
POIROUX Laurent	SCIENCES INFIRMIERES	Médecine
RONY Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE	Médecine
ROGER Emilie	PHARMACOTECHNIE	Pharmacie
SAVARY Camille	PHARMACOLOGIE-TOXICOLOGIE	Pharmacie
SCHMITT Françoise	CHIRURGIE INFANTILE	Médecine
SCHINKOWITZ Andréas	PHARMACOGNOSIE	Pharmacie
SPIESSER-ROBELET Laurence	PHARMACIE CLINIQUE ET EDUCATION THERAPEUTIQUE	Pharmacie
TEXIER-LEGENDRE Gaëlle	MEDECINE GENERALE	Médecine
VIAULT Guillaume	CHIMIE ORGANIQUE	Pharmacie

AUTRES ENSEIGNANTS

ATER		
BARAKAT Fatima	CHIMIE ANALYTIQUE	Pharmacie
ATCHADE Constantin	GALENIQUE	Pharmacie
PRCE		
AUTRET Erwan	ANGLAIS	Santé
BARBEROUSSE Michel	INFORMATIQUE	Santé
COYNE Ashley	ANGLAIS	Santé
O'SULLIVAN Kayleigh	ANGLAIS	Santé
RIVEAU Hélène	ANGLAIS	
PAST-MAST		
AUBRUCHET Hélène		
BEAUVAIS Vincent	OFFICINE	Pharmacie
BRAUD Cathie	OFFICINE	Pharmacie
CAVAILLON Pascal	PHARMACIE INDUSTRIELLE	Pharmacie
DILÉ Nathalie	OFFICINE	Pharmacie
GUILLET Anne-Françoise	PHARMACIE DEUST PREPARATEUR	Pharmacie
MOAL Frédéric	PHARMACIE CLINIQUE	Pharmacie
CHAMPAGNE Romain	MEECINE PHYSIQUE ET READAPTATION	Médecine
KAASSIS Mehdi	GASTRO-ENTEROLOGIE	Médecine
GUITTON Christophe	MEDECINE INTENSIVE-REANIMATION	Médecine
LAVIGNE Christian	MEDECINE INTERNE	Médecine
PICCOLI Giorgina	NEPHROLOGIE	Médecine

POMMIER Pascal	CANCEROLOGIE-RADIOTHERAPIE	Médecine
SAVARY Dominique	MEDECINE D'URGENCE	Médecine
PLP		
CHIKH Yamina	ECONOMIE-GESTION	Médecine

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur Sigismond Lasocki, je vous remercie de me faire l'honneur de présider ce jury. Je vous remercie également pour tous les enseignements dispensés au sein du département et d'avoir porté une oreille attentive à l'annonce des projets que chacun d'entre nous vous a exposés.

A Monsieur le Professeur Emmanuel Rineau, je vous remercie d'avoir bien voulu encadrer cette thèse parmi tous les projets que vous avez en cours. Merci de m'avoir fait profiter de votre bonne humeur et de votre humour à chaque fois que nous avons eu l'occasion de travailler ensemble. J'ai la conviction que vos délais de réponse plus ou moins importants n'étaient qu'une façon pour vous d'améliorer ma patience et mon sang-froid. Deux qualités particulièrement utiles dans notre profession. Je vous remercie donc d'avoir continué à assurer ma formation même dans des aspects que d'autres auraient pu négliger. À la fin de ce travail, il serait peut-être temps de vous tutoyer ?

A Monsieur le Docteur Simon Dang Van, je te remercie d'avoir accepté de faire partie de ce jury. L'expertise d'un chirurgien cardiaque semblait indispensable à la validation de ce travail. Merci d'avoir toujours fait preuve de sympathie et de pédagogie même pendant les longues nuits d'astreinte.

A Madame le Docteur Emmanuelle Longeau, merci encore d'avoir accepté de faire partie de ce jury. Je garde un excellent souvenir de toutes les occasions que j'ai eues de travailler avec toi. Ta rigueur, ton implication auprès de malade sont des qualités que j'aimerais acquérir en tant que médecin.

A Madame le Docteur Gaëlle Sellier, je te remercie de ta présence au sein de ce jury. Te demander à toi qui as été ma première co interne de juger ce travail après avoir accompagné mes premiers pas en anesthésie m'émeut particulièrement. Hâte de recroiser ta route après mon retour à Angers.

À toutes les équipes qui m'auront permis d'évoluer :

Aux équipes médicale et paramédicale de la réanimation du Mans au sein de laquelle j'ai fait mes premiers pas en réanimation, merci pour votre patience et pour tous les enseignements reçus.
À mes co internes qui auront rendu ce stage inoubliable : Gaël, Margaux, Claire-Hélo, Priscille, Claire. Une pensée particulière au groupe « Marion et ses africains » :

- Merci à toi la MC originelle pour avoir répondu à TOUTES mes questions sans hésitation alors que tu avais tes propres patients à gérer. J'espère que tu es prête à reproduire cette expérience pendant mes 6 mois de DJ à Larrey.
- Merci à toi Nass Nass, pour mes débuts en écho cœur et surtout de m'avoir challengée tout le semestre pour gagner le titre d'interne préférée. Grace à toi j'ai appris que la victoire au Pour ou contre ne se joue pas uniquement sur la qualité de la présentation mais aussi sur la sympathie inspirée !
- Merci à toi Kamil, mon urgentiste préféré. Maintenant je sais qu'il ne faut pas te laisser plus de 5 minutes sans rien faire au risque de se retrouver en héroïne de film de l'un de tes montages.

Aux équipes médicale et paramédicale de la réanimation chirurgicale B, merci pour ce semestre passé parmi vous.
À mes co internes avec qui nous avons réécris la définition du mot solidarité pour le faire rimer avec amitié : Clémence, Lulu, Clara, Xav' et toi Moricouille (le meilleur des 1ers semestres). Merci pour les cafés du matin, les nombreux fous rire, les debriefs interminables. L'expérience nous a tellement plu qu'on a (presque) tous décidé de se retrouver au Mans 2 ans plus tard.

Aux équipes médicale et paramédicale de la réanimation médicale, merci pour ce semestre qui aura transformé ma vision de la réanimation. Évoluer en votre sein aura été une expérience extrêmement marquante et enrichissante.
Ce semestre d'hiver n'aurait pas été le même sans vous tous : Mimi, Margaux, Lulu, Manue, Théo, Tom, Josépha, Baptiste et Quentin. Vous m'avez permis de confirmer des amitiés et d'en créer des nouvelles. Même si j'espère toujours que Manue me pardonnera d'avoir organiser des afterworks le jeudi soir.

REMERCIEMENTS

Une pensée particulière aux membres de l'unité 2, parce qu'on n'aura jamais fait de meilleure association en réanimation :

- À toi Pierre, merci de m'avoir appris des pas de danse de salon et surtout merci pour avoir sorti la meilleure punchline du semestre. Grâce à toi je ne peux plus utiliser le mot « saucisse » sans avoir envie de rire.
- À toi Maëlle, merci de nous avoir tous appris à lire une IRM correctement. Et désolée d'avoir raconté à Fage que tu n'avais jamais posé de KT de dialyse…
- A toi Maxime, merci pour toutes ces fois où tu m'as laissée jouer l'ancienne alors que tes questions étaient plus pertinentes que les miennes. Ne nous oublie pas quand tu deviendras PU ! (PS : plus jamais je ne boirai de Rituel quand tu seras dans le coin)
- A toi Gaël alias Fouritos, le seul (autre) anesthésiste de la bande. Merci pour ton humour (on sait déjà quel rôle tu joueras dans tes futurs repas de famille), ta gentillesse et tes bons conseils. Une fois encore ce fut un plaisir d'être ta co-interne.

Et je ne pourrai pas finir ce paragraphe sans vous remercier Marion, Nicolas et Madjid. C'était tellement agréable de bosser avec vous. Quand est-ce qu'on se revoit à la cour ?

Aux équipes médicale et paramédicale de la réanimation médico-chirurgicale de l'hôpital Édouard Herriot à Lyon, merci de m'avoir accueillie au sein de votre équipe. Merci de m'avoir permis de me sentir chez moi même à 600 km de la maison. Je vous dois beaucoup.
À mes co-internes lyonnais : Adrien, Lucile, Léa, Marion, Thibaud, Louise, Clément et Zina ; merci d'avoir répondu (avec patience) à mes questions sur les protocoles et les logiciels lyonnais. Je n'hésiterai pas à vous prévenir si je reviens passer une tête dans votre ville. Et oui Clément j'admets enfin que tu m'auras bien fait rire.

Un grand merci aux équipes d'anesthésie de Château-Gontier, de la clinique de l'Anjou et du Mans. À Wajma, Charlotte, Laurent, Darius, Lina et à Seydou : merci pour ce semestre et pour cette soirée de fin de stage qui restera mémorable.

À tous les médecins, internes, IADES du DAR angevin merci pour tout ce que vous m'avez appris. Un remerciement spécial à tous ceux dont j'ai eu la chance de croiser la route : Paul F, Gaëlle S, Morgan, Paul F (bis), Toinou, Clara, Lucien, Romain. En particulier à la team mancelle, merci pour tous ces cafés, tous ces repas, toutes ces soirées. Promis Toinou, un jour on n'arrêtera de te parler de ton frère !

À tous mes co-internes de promo : Emma, Laura, Clara, Romain, Fancho, Arthur, Thomas, Margaux, Clémence, Joséphа, Maeva, Claire-Hélo, Marine et notre référent en or Xav' ; désolée de m'être exilée pour ce dernier semestre d'internat et d'avoir loupé la célébration de nombre d'entre vous. Hâte de vous retrouver !

A ceux qui pour qui j'ai toujours été Bijou :

À mes oncles qui n'ont pas pu faire le déplacement : Tonton Tintin, tonton Paul et tonton Félicien. Merci de m'avoir inculqué le sens du mot famille.

À tata Rosita et tonton Martial, merci pour toute l'aide apportée pendant ce parcours. Grâce à vous est née cette vocation, je suis ravie de rejoindre vos rangs.

À toi Nelly, merci de m'avoir laissée (essayer de) te copier en tout point pendant mon enfance et mon adolescence. Je ne sais pas si j'y suis parvenue mais ça nous aura au moins permis de partager de nombreux souvenirs que je ne citerai pas ici, mais je suis sûre que tu sais très bien à quoi je fais référence. Prête pour retravailler notre numéro d'hypnose commun ?

À toi Emeline, qui aura toujours été une petite maman, d'abord pour nous puis pour tes enfants. Merci d'avoir toujours pris le temps de t'assurer que je vive dans des endroits décents. J'espère que la découverte des internats d'Angers puis du Mans ne t'aura pas trop effrayée. Merci aussi de m'avoir permis d'être marraine pour la première fois et de la plus merveilleuse des petites filles.

Merci à toi Nicolas pour nombreux messages de soutien et pour être celui qui comprend parfaitement toutes les étapes de ces longues études. Merci de ne pas t'agacer quand j'utilise des termes médicaux lors des repas de famille.

REMERCIEMENTS

A toi Kenneth mon petit frère préféré qui me donne déjà l'impression d'être mère avant l'heure. Merci pour cette complicité inégalée, les fous rires provoqués par tes anecdotes complètement folles et ta parfois si surprenante maturité. Promis, on réussira à assister à un concert ensemble !

À toi Lidwine ma grande sœur, mon modèle. Ton écoute attentive et ton épaule solide m'auront permis de me sortir de toutes les situations que je pensais inextricables. Merci de toujours trouver les mots qui m'aident à voir le monde plus rose.

A tous mes neveux : Naethanael, Noémie, Eden, Isaac et à toi que je chéris déjà avant même que tu nous aies rejoint. Merci de m'avoir prouvé qu'effectivement moi aussi je peux aimer les enfants !

Et enfin, merci à vous mes chers parents. Merci pour votre soutien constant et votre amour qui m'auront permis de traverser toutes ces années d'études plus sereinement. Vous avez su m'inculquer les valeurs chères à vos cœurs qui ont construit la personne que je suis aujourd'hui.
J'espère vous rendre fiers.

Aux copains amiénois :

À toi No', qui auras prouvé qu'une seule conversation peut créer des années d'amitié. Notre rencontre fut le fruit du hasard, et même si au départ j'ai pesté contre lui, aujourd'hui je ne peux que le remercier. Je me souviens comme si c'était hier des premières confidences qu'on s'est échangées lors de notre première nuit à l'internat. Est-ce qu'on ne s'organiserait pas bientôt une soirée pyjama en souvenir du bon vieux temps ? Allez on pourra même inviter Colas, que je remercierai toujours de m'avoir fait découvrir Game of thrones !

À toi ma Pilvouz, ma première colocataire, la Harry Potter féminine qui a fini par adorer sa chambre dans le placard sous l'escalier. Merci de m'avoir permis de garder un si bon souvenir de ces 2 premières années d'études. C'est vrai que vivre avec toi c'était la garantie de rire tous les jours et surtout d'avoir toujours une bonne excuse pour commander au chinois de la gare. Dire qu'il est désormais fermé, c'est sans doute du à notre départ.

À toi ma Mimi, merci pour cette amitié qui s'est créée dès la première année dans le fameux groupe de PCMP. Rapidement, nos discussions ont dépassé les résolutions des équations différentielles pour devenir de vraies confidences. Merci d'encore répondre présente des années après cette première rencontre.

À toi Guigui, cet ami avec qui les débats sont presque devenus une religion. Sauf lorsqu'il s'agit de s'apporter du soutien, là on range les armes pour se proposer nos épaules. Merci de toujours répondre présent dans la vie (comme sur Instagram).

Aux copains d'externat Oliv, Pilou, Benjam, Elisou, Paulo, Olympus ; on ne se voit pas aussi souvent que je le voudrais mais chacune de nos retrouvailles rappelle les raisons pour lesquelles ces amitiés durent depuis maintenant des années. J'espère pouvoir vous compter encore longtemps dans ma vie.

À toi Alicette, merci pour ces nombreuses heures passées au téléphone qui permettent de consolider cette amitié vraiment très chère à mon cœur. J'espère qu'on finira par se voir suffisamment souvent pour s'en passer, mais en attendant je continuerai à attendre tous nos échanges avec impatience parce que je sais que je profiterai de ton humour, de ta bienveillance et de tes conseils très avisés.

À mes numéros 10 de la team Grosse cuite à Barcelone :

À toi Julie Sicard ou plutôt Julie Smicard, Julie 3-card. Bonne idée de t'être mariée pour échapper à tous ces petits surnoms. Merci pour ta simplicité, ton humour et ton grain de folie. Merci d'être beaucoup plus que ce qu'on pourrait croire de prime abord. D'ailleurs, tu n'as clairement pas le plus mauvais caractère.

À toi ma Coco, merci pour toutes les expériences vécues ensemble et surtout les heures au téléphone à debriefer de ces retours d'expérience. Du secrétariat de PCMP, à cette soirée catastrophique qu'on aura faite à 2, tu as toujours répondu présent pour partager les rires et essuyer les larmes.

REMERCIEMENTS

À toi Charlotte, Pan pan (juste pour moi), qui es devenue mon amie, ma confidente, depuis qu'on s'est croisé dans les couloirs de PCMP. Merci de m'avoir montré que oui mes premières impressions sont souvent mauvaises. Je n'aurais jamais cru que tu étais si drôle, loyale et sincère. +1 pour ta répartie que personne ne réussit à égaler. Des années après nos premiers fous rires tu restes la première personne que j'appelle quand j'ai besoin de faire un choix parce que tu sais toujours comment me guider. Et même quand je me trompe, je sais que tu seras là pour me rattraper. Hâte que tu viennes passer quelques mois dans le grand ouest !

À toi, ma princesse Agathe, parce que j'en ai connu des bombes mais des comme toi, jamais ! Ta douceur, ton humour, ta patience et ta gentillesse sont les meilleurs des réconforts. Au nom de toute la bande je te remercie pour ta présence et pour tes compliments, tout sauf objectifs mais toujours aussi appréciables. Je pense que pour le bien de notre amitié, tu peux arrêter ici ta lecture des remerciements.

À Hélène, ma colocataire provisoire, mais mon amie pour toujours. Merci pour ton franc parler, tes avis toujours tranchés (que je n'ai pas toujours eu envie d'entendre mais) qui m'ont toujours sauvée par leur justesse et leur bienveillance. Merci d'avoir été présente à chaque étape de rédaction de cette thèse en me faisant profiter à chaque fois de ton génie et de ta créativité. Merci pour ce rire inimitable et ce sourire qui illumine nos journées. Ne change jamais rien !

À toutes mes belles rencontres angevines :

À toi Emeul, ma voisine du premier semestre d'internat. Même si on n'a eu de cesse de s'éloigner physiquement, tu garderas toujours une place importante dans mon cœur « ma belle ». Je serai toujours disponible pour un barbecue ou une promenade de Vroum. Et j'espère que tu me referas très vite une imitation de l'accent portugais.

À toi Laura, qui es probablement l'amie que j'aurai le moins vu dans ma vie mais qui s'est imposée comme telle grâce à ton sourire, ta bonne humeur, ton énergie et ta façon simple de voir la vie. Promis un jour on viendra te voir à Nouméa !

À toi Lauranne, la plus marseillaise des angevines ou la plus angevine des marseillaises. Merci d'avoir été « ma personne » au cours de ce premier semestre. Tu auras même réussi à me faire venir jusque Marseille et ça je ne l'aurais jamais cru avant de te rencontrer. Merci de montrer que la distance n'arrête pas l'amitié.

À toi le V, presque aussi bon DJ que cuisinier. Le semestre manceau aurait été beaucoup moins drôle si on ne s'était pas rencontré, même si on aurait peut-être sauvé quelques points de vie.

À toi Luc, merci d'avoir été une aussi belle rencontre. Nos rendez-vous en dehors de l'internat m'aura permis de souffler du tumulte manceau. Je sais que je peux compter sur toi et ça, ça représente beaucoup pour moi.

À vous mes ex-compatriotes amiénois, Franck et Antoine. Merci d'être sortis du statut de légende pour devenir de simples amis. Merci pour toutes les belles expériences qu'on aura vécues ensemble. Blinding light résonne encore très fort dans mon coeur.

À vous Maloù et Kamil qui avez longtemps été mon couple préféré. Merci pour tous ces diners, toutes ces conversations d'adultes qui font du bien. J'espère que vous savez comme moi que depuis la géniale découverte que vous avez faite le jour de mon anniversaire en 2023, on est liés à vie.

À toi mon Paulux, merci d'être une si belle personne (en oubliant bien entendu de mentionner ton passé). Merci de réussir à me donner confiance en moi tout en n'oubliant jamais de me rappeler quand tu n'aimes pas ce que je porte. Toute ta personnalité et surtout tes expressions si marquantes font de toi une personne « iconique ».

À ma Claire-Hélo, la reine du fun, du kiff et des bonnes soirées. Tu as mérité tous ces titres mais tu es bien plus que ça. Tu es devenue une véritable amie qui m'a laissée m'épancher sur son épaule à de (trop) nombreuses occasions. Merci pour ça.

À toi, Fagito, de chef de clinique tu es toi aussi devenu un vrai ami. Merci de m'avoir donné l'occasion de revoir Astérix et Obélix mission cléopâtre. Merci aussi pour tous ces fous rire autour de bouteilles de vin. Désolée de ne pas répondre à tous tes réels, mais franchement qui peut suivre ton rythme ?

REMERCIEMENTS

À toi ma Mimie, déjà merci de me laisser t'appeler comme ça (je sais que ce n'est pas ton surnom préféré). Merci pour ta douceur et ta bienveillance, pour tous ces messages toujours réconfortants. Pour tous les conseils que tu m'as donnés, pour toutes ces fois où tu t'es portée présente pour m'aider à me sentir mieux. Je ne saurais comment te rendre la pareille.

À toi Ju-pasXS, désolée pour cette blague mais t'imaginer rire en lisant ça suffit à me motiver à laisser ces mots tels quels dans mes remerciements. J'aurais tellement de choses à dire mais par pudeur je me contenterai de te remercier d'être toi. Merci aussi de m'avoir laissée rentrer dans ton cercle privé, je reste flattée de cet honneur.

À toi Pierre qui est le grand frère que je n'ai jamais eu. Ta perspicacité, ton humour, ta bienveillance et ton besoin de toujours protéger tes proches font de toi une personne que j'espère pouvoir compter toute ma vie parmi mes amis. Encore félicitations pour ce merveilleux mariage !

À toi Jean qui auras été le meilleur paratonnerre qui puisse exister pendant ces quelques mois compliqués. Merci pour tes conseils avisés et pour ta volonté de toujours me tirer vers le haut. Ton absence ne passe pas inaperçu, hâte que tu rentres parmi nous !

À toi Lucien qui es aussi fidèle en amitié que bon compagnon de soirées. Merci pour toutes ces conversations profondes qui m'auront permis d'ouvrir les yeux même quand je m'obstinais à les garder fermés. J'espère être à la hauteur de l'amitié que tu m'apportes.

À toi ma beauté fatale, qui as d'abord été une révélation et qui as fini par être une évidence. Tout ce que tu représentes à mes yeux est trop long et trop intime pour être dévoilé ici. Je peux quand même te remercier d'être cette personne forte, drôle, authentique et si inspirante. Merci pour ces heures de confidence qui se soldent quasiment toujours par un « je suis entièrement d'accord avec toi » et merci de rester toujours aussi ouverte les rares fois où ça n'est pas le cas. Je compte bien te garder très très longtemps.

À toi, Margaux, la queen panthère (bravo encore pour l'avoir récemment rappelé avec toute la classe qui te caractérise). Tu es l'association parfaite de la douceur et de la force, l'incarnation de la bienveillance et de la ténacité. Comme tu l'as toi-même dit tu es mon coup de foudre amical qui se confirme d'année en année. Ce qu'on a construit depuis ce soir de Noël 2021 ne pourra pas être défait. Depuis le premier jour j'ai la sensation que mes joies sont également tes joies, et que mes peines sont aussi les tiennes. J'espère pouvoir être aussi utile à ta vie que tu l'es à la mienne.

À toi Mat la menace, qui n'est finalement pas si menaçant que ça. Merci d'avoir montré au monde que 2001 n'a pas apporté que des catastrophes. Merci pour ta gentillesse, ton humour, ta patience, ton écoute et tant d'autres choses. Tu es rapidement devenu indispensable dans ma vie et j'ai hâte de continuer à emprunter le chemin que nous construisons ensemble. Merci pour tout.

LISTE DES ABREVIATIONS

BMI :	Body mass index
CABG :	Coronary Artery Bypass Graft
CHU :	University hospital
95% CI:	95% Confidence Interval
EPO :	Epoietin alfa
HAS :	French National Authority for Health
Ig :	Immungolobulin
IL-6 :	Interleukin 6
Kg :	Kilogram
OR :	Odds ratio
PBM :	Patient Blood Management
SSI :	Surgical site infection
WHO :	World Health Organization

Plan

INTRODUCTION
1. L'anémie et la carence martiale
2. Les infections du site opératoire en chirurgie cardiaque

ARTICLE

Abstract

Background

Methods

Results

Discussion

Conclusion

DISCUSSION
1. Population de l'étude et recueil de données
2. Augmentation du risque d'infections postopératoires
   - 2.1. En cas de carence martiale
   - 2.2. Infections et ferritinémie
   - 2.3. Effets de la supplémentation martiale
3. Autres facteurs de risque retrouvés
4. Limites de l'étude
5. Perspectives de l'étude

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

TABLE DES MATIERES

ANNEXES

INTRODUCTION

1. L'anémie et la carence martiale

L'anémie est une affection caractérisée par une diminution du taux d'hémoglobine dans le sang, se traduisant par une réduction de la capacité de transport en oxygène du sang vers les organes et tissus (1). L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) la définit par des seuils variables selon le sexe, l'âge et l'état physiologique des patients : < 13 g/dL chez l'homme, < 12 g/dL chez la femme, < 11 g/dL chez la femme enceinte (2). L'anémie est reconnue comme un problème majeur de santé publique, compte tenu de sa prévalence importante dans la population mondiale (1,3). Les populations les plus touchées par cette pathologie sont les enfants de moins de 5 ans ainsi que les femmes en âge de procréer.

L'étiologie principale de l'anémie est la carence martiale, dont la définition est cependant variable en termes de valeurs dans le plasma selon les situations cliniques ou les auteurs. Alors qu'une ferritinémie < 30 µg/L signe généralement une carence en fer dans la population générale, la définition la plus souvent retenue pour évoquer une disponibilité insuffisante du fer dans les situations inflammatoires, ou chez le patient insuffisant cardiaque, ou en préopératoire d'une chirurgie majeure sont une ferritinémie < 100 µg/L ou ≥ 100 µg/L avec un coefficient de saturation de la transferrine (CST) < 20% (4). Actuellement, on tend à considérer la carence martiale comme une pathologie à part entière y compris en l'absence d'anémie (5). En effet, même en l'absence d'anémie, elle peut être symptomatique, avec des manifestations telles qu'une asthénie, une fatigue musculaire, des céphalées, une dyspnée, des troubles des phanères ou des troubles cutanéo-muqueux, un syndrome des jambes sans repos, ou encore une susceptibilité aux infections (6).

En préopératoire de chirurgie majeure, l'anémie est plutôt définie par un seuil < 13 g/dL pour les deux sexes, le volume de saignement attendu chez les femmes étant similaire à celui des hommes, pour un volume sanguin en moyenne plus petit (7). Cette anémie préopératoire est présente dans 23 à 45% des cas, et la carence martiale est là aussi la cause la plus fréquente (8). La chirurgie gynécologique et la chirurgie oncologique colo-rectale font partie des chirurgies les plus souvent concernées par cette anémie, souvent en raison de saignements chroniques et/ou d'une inflammation associée. En préopératoire de chirurgie cardiaque, où les saignements préopératoires sont moins cliniquement significatifs, la prévalence reste aussi assez élevée, aux alentours de 30% (8).

Chez les patients s'apprêtant à subir une chirurgie cardiaque, la prévalence de la carence martiale est estimée à 20% en l'absence d'anémie et à 40% en présence d'une anémie, voire plus dans des données récentes, y compris en France (8–10). De manière intéressante, il a été observé que la présence d'une carence martiale en préopératoire de chirurgie cardiaque est associée à une augmentation de la morbi-mortalité, y compris en l'absence d'anémie (11,12). Ainsi, dans une cohorte de 1006 patients ayant eu un pontage coronarien et/ou une chirurgie valvulaire, la mortalité à 90 jours et le taux d'événements cardiovasculaires graves étaient plus élevés chez les patients ayant une carence martiale, que celle-ci soit associée ou non à une anémie. De plus, la carence martiale est associée à une augmentation des besoins transfusionnels périopératoires en chirurgie cardiaque (13,14). Ces constatations, notamment, ont conduit les recommandations françaises de la Haute Autorité de Santé et les recommandations européennes sur le sujet à préconiser son dépistage et sa correction, en présence d'une anémie (15–17).

2. Les infections du site opératoire en chirurgie cardiaque

Les infections postopératoires sont un facteur de risque reconnu de mortalité après une intervention chirurgicale (18,19). En chirurgie cardiaque, les infections du site opératoire, et plus particulièrement les médiastinites, sont associées à une augmentation de la morbi-mortalité pour les patients (20). En effet, elles aggravent leur pronostic avec une mortalité augmentée dans les semaines qui suivent l'intervention mais également un taux de survie diminué de manière durable pendant plusieurs années après la chirurgie (21). Il est donc primordial de chercher à identifier les facteurs de risque d'infections postopératoires. Plusieurs facteurs de risque de médiastinite ont déjà été identifiés, en particulier le diabète, l'obésité, la bronchopneumopathie chronique obstructive et le prélèvement d'artères mammaires (22–25).

Notre hypothèse, qui fait l'objet de ce travail de thèse est que la carence en fer préopératoire puisse aussi être un facteur de risque d'infections postopératoires, et notamment de médiastinite après une chirurgie cardiaque. En effet, un lien entre carence martiale et diminution de la réponse immunitaire a été décrit dans la littérature scientifique (26,27). Dans le contexte particulier de la période périopératoire, l'étude CARIPO, réalisée au sein du CHU d'Angers chez des patients opérés de diverses chirurgies majeures (non cardiaque ou cardiaque), a montré que ceux ayant une carence martiale avaient plus fréquemment une infection du site opératoire (28).

Dans le cadre de la chirurgie cardiaque, si la carence en fer se confirmait être un facteur de risque indépendant d'infection postopératoire, cela renforcerait l'intérêt de son dépistage et de sa correction en période préopératoire. Celle-ci reste encore peu effectuée au niveau national ou international malgré les multiples recommandations récentes sur le sujet (7,16,17,29,30).

L'objectif de ce travail de thèse était d'analyser l'impact éventuel de la carence martiale préopératoire sur la survenue d'infections postopératoires en chirurgie cardiaque. Les objectifs secondaires incluaient l'évaluation de l'impact éventuel de la supplémentation martiale sur la survenue d'infection, et la recherche des autres facteurs de risque d'infection dans ce contexte.

ABSTRACT

Introduction

Iron deficiency is common before cardiac surgery and its associated with increase morbidity and mortality, even in the absence of anaemia. Recent findings suggest that it may also increase the risk of infection. The primary objective of this study was to assess wheter preoperative iron deficiency is associated with and increased risk of postoperative infections following cardiac surgery.

Methods

We conducted a retrospective, single-center study on a database collected prospectively from 2017 to 2021, at CHU d'Angers (France). We included patients who underwent scheduled cardiac surgery with cardiopulmonary bypass during this period. The primary outcome was any postoperative infection within 30 days, assessed according to iron status at admission. Secondary outcomes included infection subtypes by iron status and the impact of preoperative intravenous iron. Perioperative risk factors for infection were analyzed using multivariable models.

Results

Two thousands six hundred fourteen patients were included in the final analysis, among whom 922 (35%) had preoperative iron deficiency. Postoperative infections were more frequent in patients with preoperative iron deficiency (14.3% vs 10.8%; $p < 0.01$), notably surgical site infections (3.6% vs 1.8%; $p < 0.01$). Postoperative infections were also more frequent in iron-deficient patients without preoperative supplementation than in non-deficient patients. In multivariable analysis, preoperative iron deficiency emerged as an independent risk factor for postoperative infections (OR 1.29, 95% CI [1.01–1.65]; $p = 0.04$), along with transfusion,

obesity, and combined coronary bypass with another cardiac procedure. For surgical site infections, iron deficiency was also identified as an independant risk factor (OR 1.70, 95% CI [1.01–2.86]; p = 0.046), together with thoracic artery graft use, transfusion, obesity, diabetes and active smoking.

Conclusion

In this study, postoperative infections, particularly surgical site infections, occured more frequently, in patients with preoperative iron deficiency than in non-deficient patients undergoing cardiac surgery. This association remained statistically significant in multivariable analysis.

Keywords

Iron deficiency; anaemia; surgical site infection; cardiac surgery; iron supplementation

INTRODUCTION

Preoperative anaemia is common in patients undergoing cardiac surgery, affecting approximately 30–50% of them (8,31,32). Iron deficiency, whether absolute or functional, is the leading cause in this context, being present in more than 70% of anaemic patients (8,9). Iron deficiency without anaemia is also frequent before cardiac surgery, with a reported prevalence ranging from 10% to 50% depending on the definitions of anaemia and iron deficiency applied (8,9). Importantly, iron deficiency has been associated with increased morbidity and mortality, even in the absence of anaemia (11,12). It is also linked to greater perioperative transfusion requirements (13,14). Current guidelines therefore recommend screening for and correcting iron deficiency when anaemia is present (15–17).

Although iron is essential for bacterial growth, recent fidings suggest that iron deficiency may conversely impair the immune response (26,27). In the perioperative setting, iron deficiency could thus be associated with a higher risk of postoperative infections, particularly after major non-cardiac surgery (33,34). In a recent prospective observational study including patients undergoing major non-cardiac and cardiac surgery, we observed a significant increase in surgical site infections among iron-deficient patients (28).

To our knowledge, no study has specifically investigated the association between preoperative iron deficiency and postoperative infections in cardiac surgery, with a particular focus on deep sternal wound infection or mediastinitis. Demonstrating such a relationship, and the potential protective effect of iron supplementation, could provide an additional rationale to optimise the preoperative management of iron-deficient patients.

The primary objective of this study was to assess whether preoperative iron deficiency is associated with an increased risk of postoperative infections following cardiac surgery, especially on surgical site infections.

METHODS

We conducted a single-center, retrospective observational study in the Department of Anaesthesia and Intensive Care, in collaboration with the Department of Cardiac Surgery, at Angers University Hospital, in France. The study was approved by the local ethics committee (Comité d'Éthique du CHU d'Angers, France ; reference number 2025-191).

Patients

All consecutive adult patients undergoing cardiac surgery via sternotomy and cardiopulmonary bypass between 1st January 2017 and 31st December 2021 were eligible. Exclusion criteria were : surgery for acute type A aortic dissection, urgent procedures for active infective endocarditis, absence of preoperative iron status assessment, and/or refusal to allow the use of anonymised clinical data for research purposes.

Data collection

Data were extracted from the institutional database (AB2C), approved by the French data protection authority (CNIL, approval number 2029504-V-1). This database was prospectively filled by clinicians (surgeons, anaesthesiologists, intensivists, perfusionists) during routine care, and validated annually by a dedicated clinical research technician. For the present study, additional information was retrospectively retrieved from electronic and paper medical records, including iron status, pre and postoperative haemoglobin values, and perioperative iron supplementation (timing, formulation, dose).

Collected variables included demographics (sex, height, weight, body mass index (BMI), body surface area, length of hospital stay, past medical and surgical history (including cardiovascular risk factors), type of surgical procedure, preoperative laboratory results, postoperative complications (including infections : surgical site, urinary, pneumonia, lymphangitis, or other), and transfusion of blood products. Iron status was determined from

the preoperative laboratory assessment prescribed at consultation and the one made just before the surgery, typically the day before surgery, including serum ferritin, serum iron and transferrin saturation.

Definitions

Anaemia was defined here according to the World Health Organization (WHO), as a haemoglobin level <13 g/dL in men and <12 g/dL in women. Iron deficiency was defined in line with the 2021 European Society of Cardiology and 2022 French HAS recommendations (16) : ferritin <100 µg/L, or ferritin 100–300 µg/L with transferrin saturation <20% (35).

The diagnosis of postoperative infection was based on the attending clinician's assessment when populating the prospective database. In this study, surgical site infections (SSI) included deep sternal wound infections, sternal osteitis, and vascular harvest site abscesses.

Outcomes

The primary outcome was the occurrence of any postoperative infection within 30 days of surgery, defined according to the iron status assessment at hospital admission. We used the last preoperative laboratory studies (made most of the time the day before the surgery) to determine the preoperative iron status of the patient.

Secondary outcomes included the incidence of specific infection types according to the preoperative iron status, the effect of preoperative intravenous iron supplementation, and transfusion requirements. Perioperative risk factors for postoperative infection were investigated using multivariable analyses.

Statistical analysis

Continuous variables were expressed as mean ± standard deviation or median [interquartile range] and compared using Student's t test or Wilcoxon rank-sum test, as appropriate.

Categorical variables were expressed as number (%) and compared using Pearson's χ^2 test or Fisher's exact test when there was less than 5 patients in a group. All comparative testing was two-tailed, and the significance was defined as p value < 0.05. There wasn't any adjustment for multiple comparisons.

Univariable logistic regression analyses were performed to identify variables associated with postoperative infection (overall and SSI). Variables with $p < 0.05$ in univariable analysis were entered into multivariable logistic regression models. Results are presented as odds ratios (OR) with 95% confidence intervals (CI).

All statistical analyses were conducted using JMP® software (version 18.0).

RESULTS

Patients

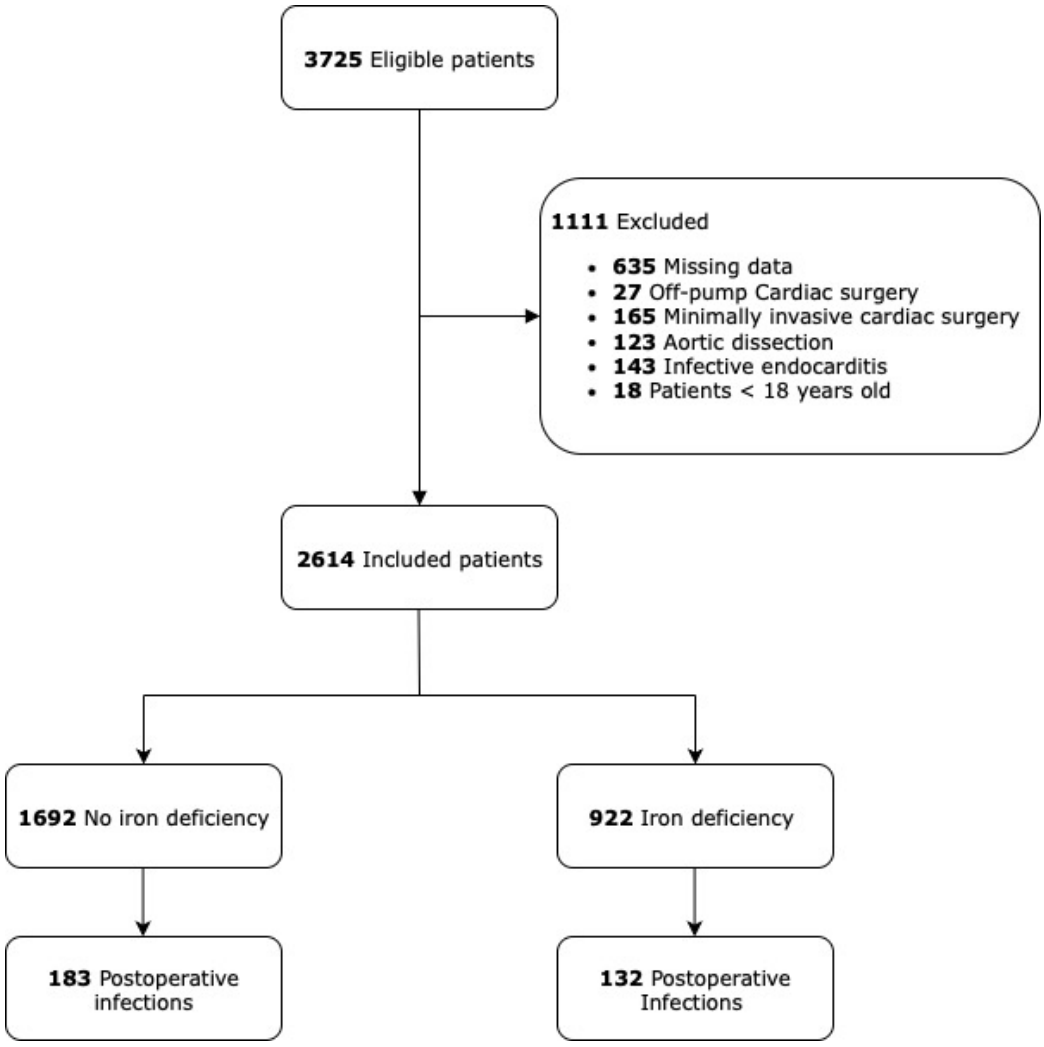


Figure 1. Figure 1. Flow chart of patient selection

During the study period, 3725 patients were screened for eligibility and 2614 met inclusion criteria without any exclusion criteria (Figure 1). Among these, 922 (35%) patients had iron deficiency, whereas 1692 (65%) did not. Overall, 315 (12%) patients developed at least one postoperative infection (Figure 1).

Table I. Baseline patients characteristics by iron status				
	Population (N = 2614)	No iron deficiency (N = 1692)	Iron deficiency (N = 922)	p
Characteristics				
Female sex	562 (21.5)	274 (16.2)	288 (31.2)	<0.01
Age (y)	67 ± 11	67 ± 10	67 ± 11	0.90
Weight (kg)	79 ± 15	79 ± 14	78 ± 16	0.02
BMI (kg/m^2)	27 ± 5	27 ± 4	28 ± 5	0.44
Past medical history				
Hypertension	1683 (64.4)	1062 (62.8)	621 (67.4)	0.02
Diabetes	639 (24.5)	346 (20.5)	293 (31.8)	<0.01
Dyslipidemia	1528 (58.5)	986 (58.3)	542 (58.8)	0.80
Active smoking	284 (10.9)	177 (10.5)	107 (11.6)	0.39
Cancer	306 (11.7)	183 (10.8)	123 (13.3)	0.06
Pulmonary disease	542 (20.7)	331 (19.6)	211 (22.9)	0.05
Kidney or urinary problems	204 (7.8)	125 (7.4)	79 (8.6)	0.29
Liver disease	74 (2.8)	46 (2.7)	28 (3)	0.62
Chronic alcoholism	58 (2.2)	38 (2.3)	20 (2.2)	1
Preoperative assessment				
Haemoglobin (g/dL)	13.8 ± 1.5	14 ± 1.5	13.4 ± 1.5	<0.01
Serum ferritin (µg/L)	273 [260-285]	366 [349-383]	102 [98-107]	<0.01

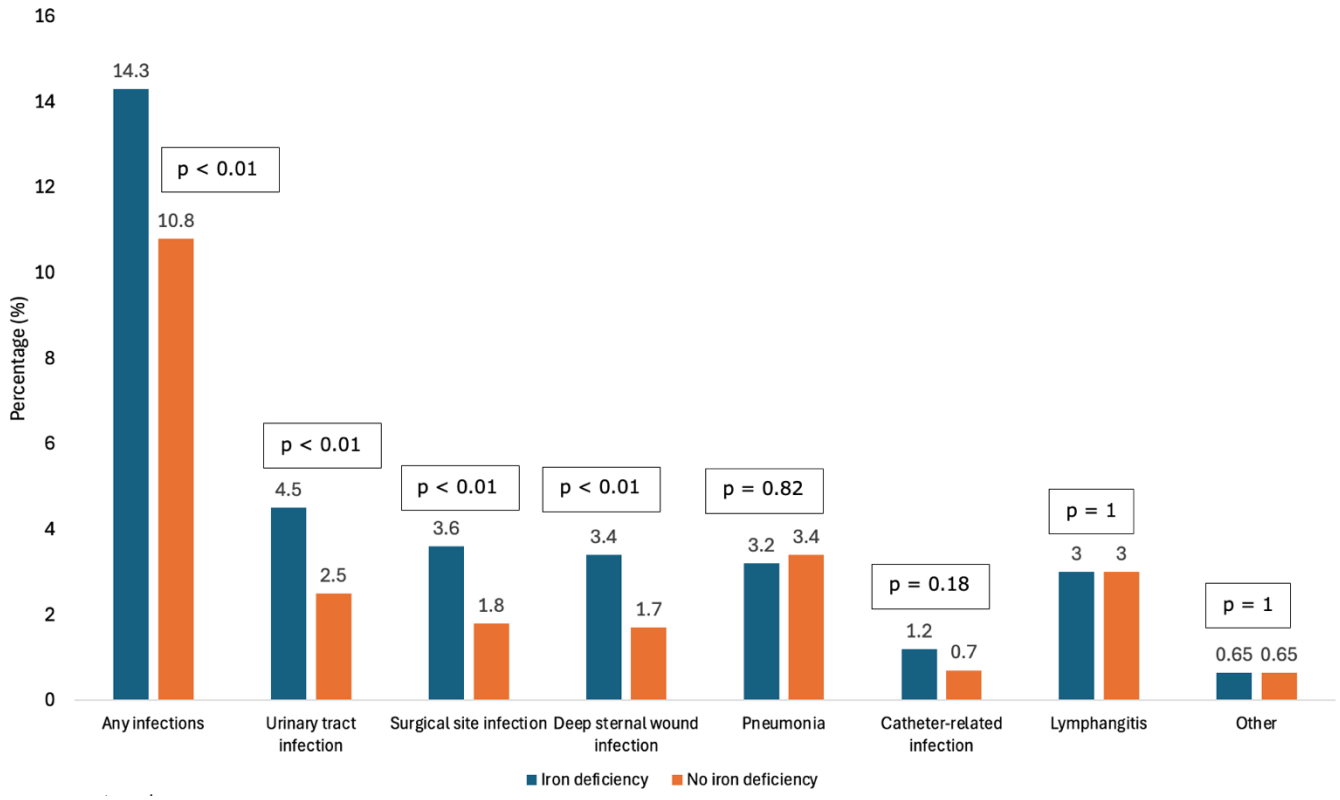
Transferrin saturation (%)	25 ± 11	29 ± 11	19 ± 9	<0.01
Anaemia (WHO)	403 (15.4)	205 (12.1)	198 (21.5)	<0.01
Surgical procedure				
CABG only	1225 (46.9)	817 (48.3)	408 (44.3)	0.049
Valve only	834 (31.9)	514 (30.4)	320 (34.7)	0.03
CABG + valve	202 (7.7)	137 (8.1)	65 (7.1)	0.36
CABG + other	64 (2.5)	44 (2.6)	20 (2.2)	0.60
Aortic surgery only	49 (1.9)	28 (1.7)	21 (2.3)	0.29
Aortic surgery + valve	139 (5.3)	92 (5.4)	47 (5.1)	0.85
Other cardiac surgery	52 (2)	26 (1.5)	26 (2.8)	0.03
Thoracic artery graft	1491 (57)	998 (59)	493 (53.5)	<0.01
Transfusion	394 (15.1)	216 (12.8)	178 (19.3)	<0.01
Postoperative length of stay	10 [9-11]	9.5 [9-10]	11 [10-12]	0.04
Death at D30	46 (1.8)	26 (1.5)	20 (2.2)	0.28
Data presented as mean ± standard deviation, or median [Q1 – Q3], or N (%). Abbreviations: BMI, Body mass index; CABG, coronary artery bypass graft; kg, kilogram; Y, years.				

In our study, 78.5% of patients were male, and 57% of surgical procedures included at least one coronary artery bypass graft involving the use of one or more internal mammary arteries (Table I).

There were significantly more female, hypertensive, and diabetic patients in the iron-deficient group. Iron-deficient patients were more frequently anaemic, with lower haemoglobin, ferritin, and transferrin saturation levels. They also required more blood transfusions and had a longer postoperative length of stay compared with patients without iron deficiency.

Postoperative infections according to preoperative iron status

1.1. Primary outcome : infection rates with and without iron deficiency



Statistical significance was set at p < 0.05.

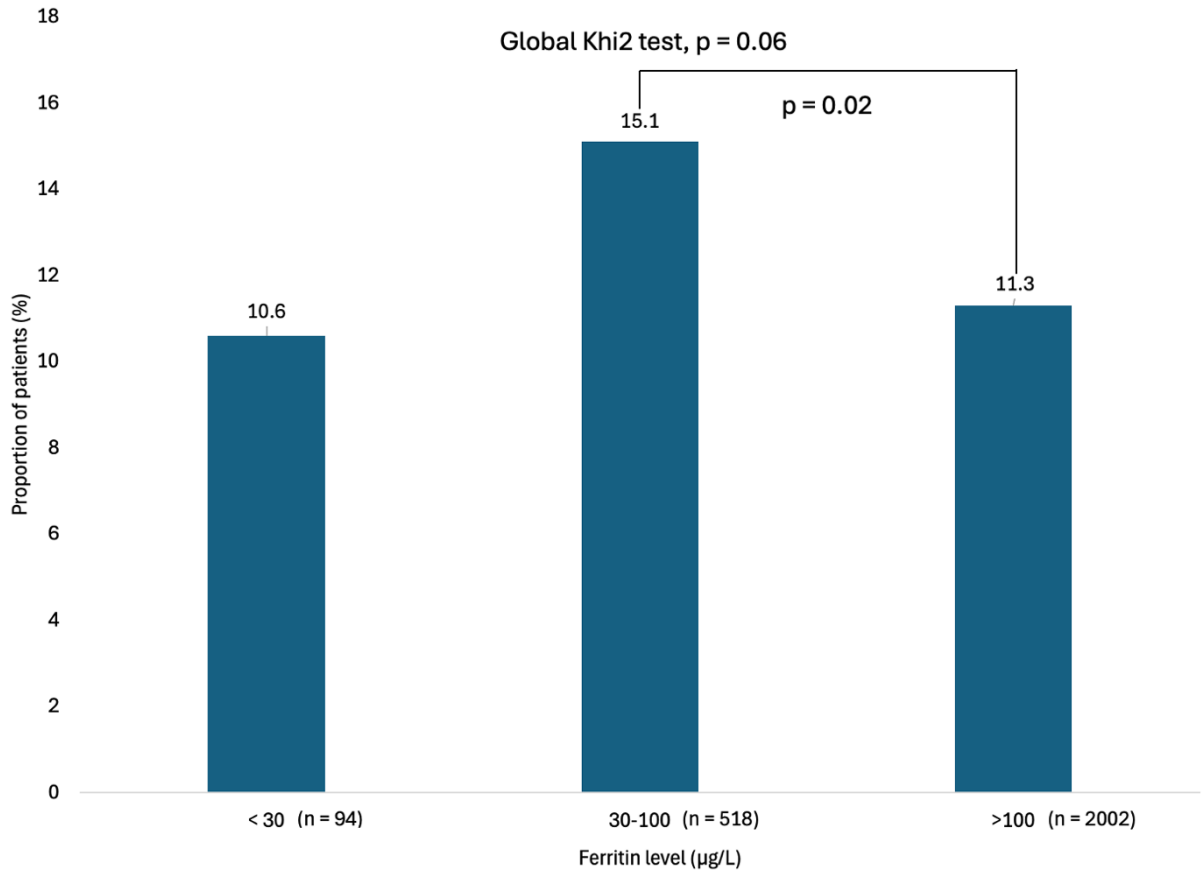
Figure 2. Postoperative infection rates (%) after cardiac surgery in patients with (blue, n = 922) and without (orange, n = 1692) preoperative iron deficiency

The occurrence of at least one postoperative infection was significantly higher in patients with preoperative iron deficiency (132/922 vs. 183/1692; p < 0.01) (Figure 2).

Specifically, surgical site infections—particularly deep sternal infections—and urinary tract infections were more frequent in iron-deficient patients.

There were no significant differences in the incidence of pneumonia, catheter-related infections, lymphangitis, or other types of infection (Figure 2).

1.2. Infections and preoperative ferritin level



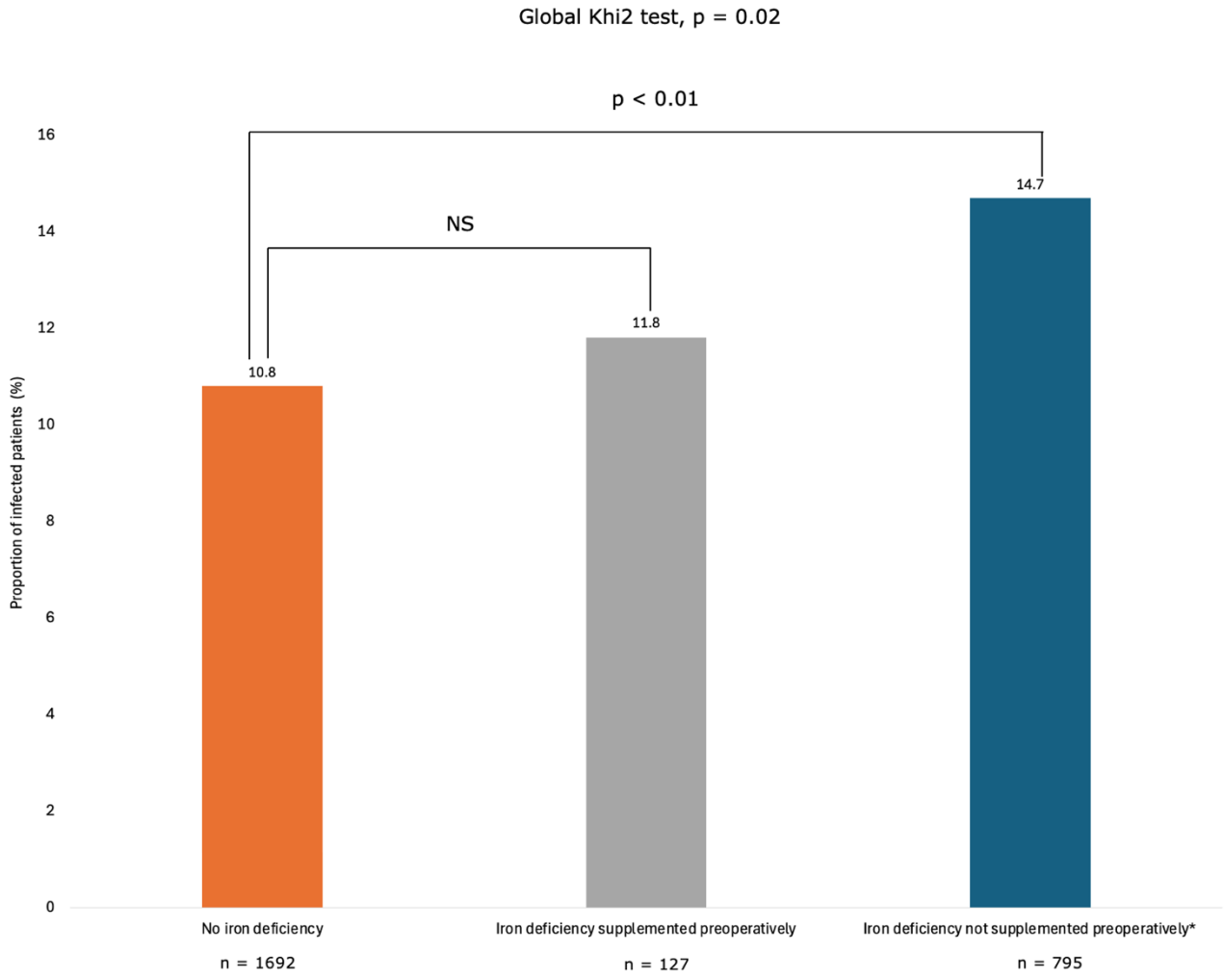
Statistical significance was set at p < 0.05.

Figure 3. Postoperative infection rates (%) by preoperative ferritin level

The proportion of patients who developed an infection was significantly higher in the group with an immediate preoperative ferritin level of 30–99.9 µg/L, compared with the group with ferritin ≥100 µg/L (Figure 3). There were no significant differences in infection rates in the group with ferritin < 30 µg/L compared with each of the other two groups.

1.3. Infections and perioperative iron supplementation

In our cohort, the proportion of iron-deficient patients who received intravenous iron supplementation increased significantly between 2017 and 2020 (Figure S1, Appendix). When administered, iron was predominantly given postoperatively, and in cases where supplementation occurred preoperatively, it was administered on the day before or on the day of scheduled surgery in the vast majority of patients (Figure S2, Appendix).



Abbreviation: NS, Not Significant. Statistical significant was set at p < 0.05.

** included: iron deficiency without supplementation or with postoperative supplementation only.*

Figure 4. Postoperative infection rates (%) according to iron status and iron supplementation

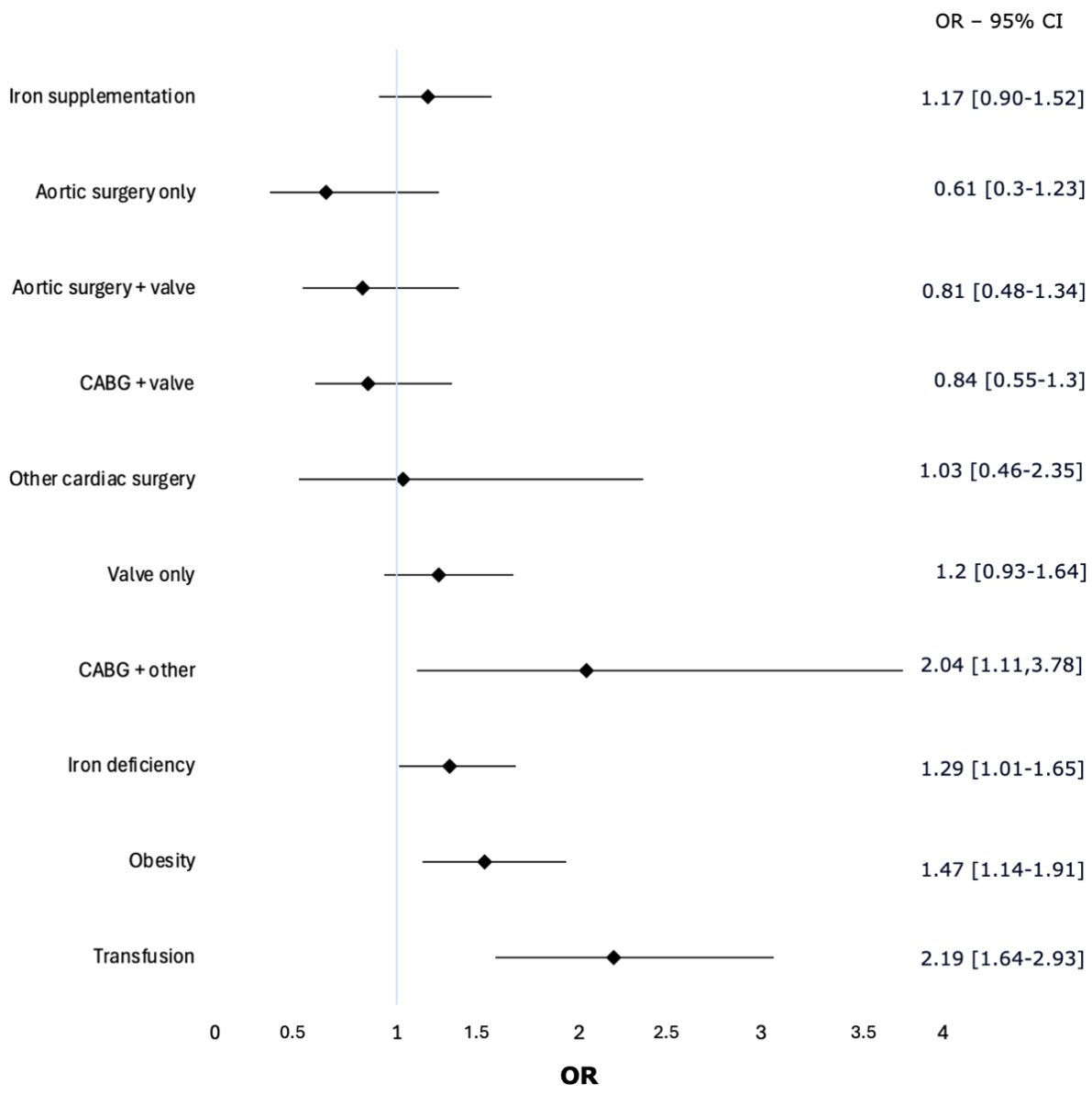
The proportion of patients who developed a postoperative infection was significantly higher in the group of iron-deficient patients who did not receive preoperative supplementation—including those who haven't received any perioperative iron and those who received iron only postoperatively—compared with patients without preoperative iron deficiency (Figure 4). Conversely, there was no significant difference in the proportion of patients with infection between iron-deficient patients who received preoperative supplementation and those without preoperative iron deficiency.

Furthermore, transfusion of allogeneic blood products occurred more frequently in patients who received iron supplementation, both preoperatively and postoperatively, compared with non-supplemented patients (24.4% in the preoperative supplementation group vs. 26.4% in the postoperative supplementation group vs. 15.9% in the non-supplemented iron-deficient group; $p < 0.01$).

Risk factors for postoperative infections in cardiac surgery

1.4. Risk factors for any postoperative infectious complication

In univariate analysis, variables significantly associated with the occurrence of at least one postoperative infection were preoperative iron deficiency, transfusion of allogeneic blood products during the hospital stay, obesity, type of surgery, and administration of preoperative iron supplementation (Table S1).



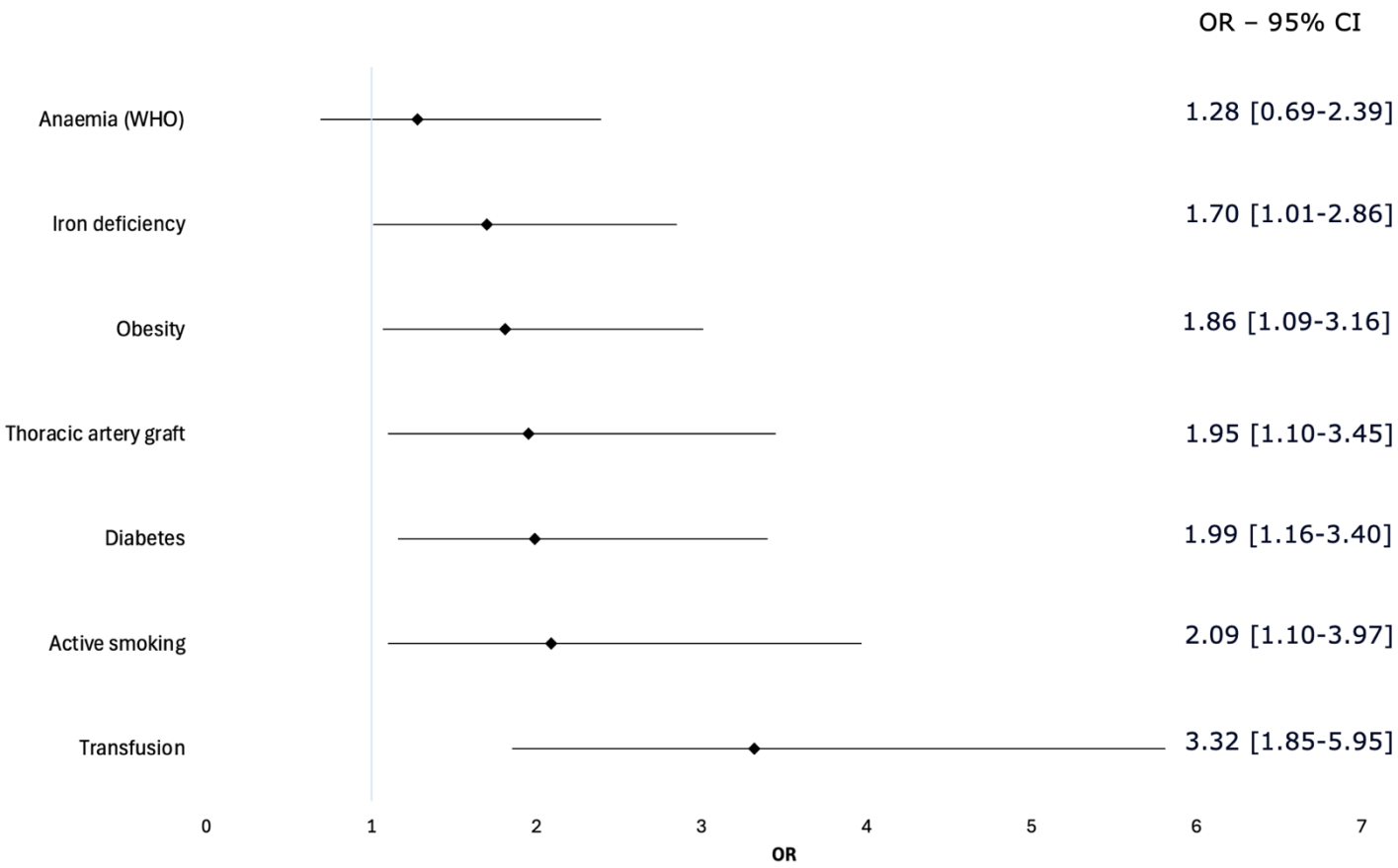
Abbreviations: 95% CI, 95% Confidence interval; CABG, Coronary artery bypass graft.

Figure 5. Forest plot of independent risk factors for postoperative infections (multivariable logistic regression)

In multivariate analysis, variables that significantly increased the risk of postoperative infection were iron deficiency ($p = 0.03$), obesity ($p < 0.01$), transfusion of allogeneic blood products during the hospital stay ($p < 0.01$), and complex surgeries combining coronary artery bypass grafting with another type of cardiac procedure ($p < 0.01$) (Figure 5).

1.5. Risk factors for surgical site infections

In univariate analysis, variables significantly associated with the occurrence of surgical site infection were preoperative anaemia, preoperative iron deficiency, transfusion of allogeneic blood products during the hospital stay, diabetes, active smoking, obesity, and grafting of a mammary artery during surgery (Table S2).



Abbreviations: 95% CI, 95% Confidence Interval; WHO, World Health Organization.

Figure 6. Forest plot of independent risk factors for surgical site infections (multivariable logistic regression)

These variables were included in the multivariate analysis. In multivariate analysis, factors that significantly increased the risk of surgical site infection were preoperative iron deficiency, obesity, active smoking, diabetes, harvesting of a mammary artery during surgery, and transfusion of allogeneic blood products during the hospital stay (Figure 6).

DISCUSSION

In our study, the proportion of patients developing postoperative infections, particularly surgical site infections, was significantly higher among those with preoperative iron deficiency undergoing cardiac surgery. This increased risk remained statistically significant in multivariate analysis for both overall infections and surgical site infections.

The higher rate of postoperative infections in patients with preoperative iron deficiency is consistent with recent data from non-cardiac surgery studies evaluating infection rates as secondary endpoints (28,33,34). In our study, the increasked risk has been observed for overall infections, especially surgical site and urinary tract infections. In the prospective observational CARIPO study, conducted in both cardiac and non-cardiac surgery patients, the increase in infection rates was observed only for surgical site infections (28).

Interestingly, preoperative ferritin levels below 30 µg/L were not associated with higher postoperative infection rates, although iron stores are generally considered low below this threshold outside the perioperative context, and some studies have reported impaired immune responses at ferritin levels <10 µg/L (36,37). Similarly, in the CARIPO study, patients with ferritin <30 µg/L did not show a statistically significant increase in infection rates compared with iron-deficient patients with ferritin ≥30 µg/L (i.e., ferritin 30–99.9 µg/L or 100–300 µg/L with transferrin saturation <20%). These findings support the use of a perioperative definition of iron deficiency that incorporates transferrin saturation and justify supplementation according to the definition used in our study, now recognized by several expert societies (16,17,29,30).

To our knowledge, this retrospective study is the first to assess the impact of iron deficiency on postoperative infections as a primary endpoint in the context of cardiac surgery. Iron

deficiency has already been associated with increased postoperative morbidity and mortality, even in the absence of anaemia (11). Transfusion, diabetes, obesity, active smoking, and mammary artery harvesting—identified in our study as risk factors for surgical site infections—are well-established in the literature (22–25,38,39) confirming the representativeness of our cohort.

These results provide further support for correcting preoperative iron deficiency in cardiac surgery patients, particularly through early supplementation. Indeed, in our study, the lowest infection rates in iron-deficient patients were observed in those who received preoperative iron supplementation. Early correction is consistent with strategies to treat iron deficiency in anemic patients, allowing sufficient time to increase haemoglobin levels, especially when erythropoietin is not used (16,17,29,30,40). Although anaemia itself was not a risk factor for postoperative infection in our cohort, it remains a well-established predictor of morbidity and mortality in major surgery, including cardiac surgery (41,42). Moreover, transfusion was also associated with a higher rate of inections in our study and iron deficiency was also associated with higher perioperative transfusion requirements. Multiple studies and meta-analyses have demonstrated that iron supplementation reduces transfusion needs in major surgery, even without erythropoietin (43). In cardiac surgery, combination with EPO appears more effective in reducing transfusions in randomized trials (44).

Our study has several limitations. The main limitation is its retrospective design, although the database was prospectively maintained, limitating the impact of this factor. Postoperative infection diagnoses, while recorded prospectively, were at the discretion of the clinicians responsible for the patient of entering data into the database, potentially introducing variability due to lack of standardized criteria. Iron supplementation was also clinician-dependent (mainly

anesthesiologists), which may explain why many iron-deficient patients were not systematically supplemented. Even when given preoperatively, supplementation was usually administered on the day before surgery, potentially reducing its efficacy on perioperative haemoglobin levels. Finally, additional iron status parameters, such as reticulocyte haemoglobin content, could have refined the definition of iron deficiency but were not collected.

Prospective randomized studies are needed to confirm the benefits of iron supplementation, particularly intravenous, in reducing postoperative infection risk in both cardiac and non-cardiac surgery. Experimental studies are also required to better understand the mechanisms by which iron deficiency may increase susceptibility to infection. Current evidence suggests that iron deficiency impairs innate and adaptive immune responses, including reduced immunoglobulin levels (36,37).

CONCLUSION

In this retrospective study, preoperative iron deficiency was identified as an independent risk factor for overall postoperative infections and surgical site infections in adult patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. These findings support efforts to improve management of patients with iron deficiency, with or without anaemia, prior to cardiac surgery. Further prospective studies are warranted to confirm these results and to determine whether preoperative iron supplementation, administered sufficiently early before surgery in line with current recommendations, can mitigate this risk.

DISCUSSION

Nous avons mené une étude observationnelle rétrospective monocentrique à partir d'informations recueillies prospectivement au sein du service d'anesthésie réanimation et de chirurgie cardiaque du CHU d'Angers. L'objectif de cette étude était de chercher l'existence d'une association entre la présence d'une carence martiale préopératoire et la survenue d'une infection postopératoire après une chirurgie cardiaque réalisée sous circulation extra corporelle. Les résultats de notre étude indiquent qu'il existe une augmentation de la survenue d'infections postopératoires, notamment d'infections du site opératoire chez les patients ayant une carence martiale en préopératoire de chirurgie cardiaque. Cette augmentation du risque reste statistiquement significative en analyse multivariée pour les infections globales et les infections du site opératoire.

1. Population de l'étude et recueil de données

Le groupe de patients carencés en fer comportait significativement plus de femmes avec un poids moyen plus faible que dans l'autre groupe. Ces facteurs sont connus pour être associés à une prévalence plus importante de carence martiale. Le groupe des patients carencés en fer avait également une hémoglobine préopératoire en moyenne plus basse et comportait une proportion plus importante de patients anémiques que l'autre groupe. La carence martiale étant la principale cause d'anémie, ces résultats sont conformes à ce qui était attendu.

Dans notre cohorte, 35% des patients avait une carence martiale préopératoire. Dans les études récentes sur le sujet, la prévalence de la carence martiale chez les patients s'apprêtant à subir une chirurgie cardiaque programmée varie de 21% à 76%, et diffèrent notamment en raison des définitions variables utilisés pour diagnostiquer la carence martiale (9,11,12,14,31). La prévalence de l'anémie préopératoire en chirurgie cardiaque est quant à elle située entre 15 et 55% des patients environ dans les études récente sur le sujet (8,31,32),

où là aussi la définition est variable entre une définition selon l'OMS (< 12 g/dL chez la femme et < 13 g/dL chez l'homme) et une définition similaire dans les 2 sexes (< 13 g/dL en préopératoire) (41,45–47). Dans notre étude, 15% des patients étaient anémiques selon l'OMS et 23% avaient une hémoglobine < 13 g/dL en préopératoire. La cause de cette anémie était une carence en fer dans près de la moitié des cas.

L'existence de patients ayant une carence martiale sans anémie et le fait que la cause la plus fréquente d'anémie soit la carence martiale expliquent que sa prévalence puisse être plus élevée que celle de l'anémie. Les recommandations françaises ont d'ailleurs préconisé le dépistage de la carence en fer chez tous les patients devant avoir une chirurgie hémorragique, même en l'absence d'anémie (16).

2. Augmentation du risque d'infections postopératoires

2.1. En cas de carence martiale

L'augmentation de la survenue et du risque d'infections postopératoires chez les patients présentant une carence martiale préopératoire peut être expliquée en partie par son impact potentiel sur le développement du système immunitaire. En effet, des études expérimentales ont montré que la carence martiale entrainait un défaut de fonctionnement du système immunitaire inné mais également adaptatif (36). Une étude prospective comparant les réponses immunitaires d'enfants ayant une anémie par carence martiale (ferritinémie < 10 µg/L avec CST < 10%) à celles d'enfants non anémiques et non carencés a mis en évidence une diminution du taux d'immunoglobulines (Ig) G4 chez les enfants carencés, ainsi qu'une diminution de l'activité phagocytaire des monocytes et des capacités de stress oxydatif des neutrophiles et des monocytes (36). Une étude observationnelle s'intéressant à la même catégorie de patients, des enfants présentant une anémie par carence martiale, en comparaison à des enfants non carencés, a observé le même phénomène de réduction de

l'activité phagocytaire et de stress oxydatif sur les neutrophiles. Les auteurs ont également observé une diminution du taux d'IgG chez les patients carencés, ainsi qu'une diminution du taux d'interleukine 6 (IL-6) avec une corrélation entre la proportion de fer sérique et la concentration d'IL-6 (37). Ces études témoignent donc de l'impact de la carence martiale sur la réponse immunitaire innée cellulaire par la diminution de l'activité phagocytaire des neutrophiles et des monocytes, mais également sur l'immunité humorale par le biais de l'IL-6. La diminution du taux d'immunoglobulines marque cette fois un impact sur la réponse immunitaire adaptative.

En pratique, l'altération des capacités de défense immunitaire chez les patients présentant une carence martiale a des répercussions cliniques. En Norvège, une étude de cohorte observationnelle prospective suivant plus de 61 000 patients a montré une augmentation du risque de survenue d'une bactériémie chez les patients présentant des signes biologiques de carence martiale : taux de fer sérique et coefficient de saturation de la transferrine diminués avec une capacité totale de fixation de la transferrine augmentée. La mortalité liée à la bactériémie est également plus élevée dans le groupe des patients carencés (26).

Au Danemark, une autre étude observationnelle prospective réalisée sur une cohorte de plus de 90 000 patients a relevé une association entre la présence d'une carence martiale (définie comme un taux de ferritinémie < 15 µg/L) et la survenue d'une infection chez les femmes de ce groupe. L'association était particulièrement marquée pour les infections respiratoires et les infections urinaires (48).

Enfin, dans un contexte périopératoire, l'étude CARIPO a permis d'identifier une augmentation de l'incidence des infections du site opératoire chez les patients opérés d'une chirurgie majeure (toutes chirurgies, non cardiaque et cardiaque) en cas de carence martiale préopératoire (définie ici par une ferritinémie < 100 µg/L ou < 300 µg/L avec un CST < 20%) (28). Les

résultats de notre étude sont compatibles avec les résultats de l'étude CARIPO, réalisée aussi dans notre centre.

2.2. Infections et ferritinémie

La définition de la carence martiale que nous avons utilisée dans l'étude est issue des recommandations de l'European Society of Cardiology (35). Elle est également reprise dans les recommandations françaises de la haute autorité de santé (HAS) sur le patient blood management (PBM) (49). Toutefois les valeurs de ferritine sérique considérées comme normales sont variables dans la littérature en fonction de l'âge et du sexe. Un rapport établi par l'OMS propose un seuil <15 µg/L pour définir la carence martiale pour les individus âgés de plus de 5 ans (50). Le seuil est élevé à 70 µg/L dans un contexte inflammatoire.

De manière intéressante, dans notre étude, il n'y avait pas plus d'infections dans le groupe des patients ayant une carence martiale avec une ferritinémie < 30 µg/L en comparaison avec les patients ayant une carence martiale avec une ferritinémie ≥ 30 µg/L. Ces résultats, qui peuvent être liés à un manque de puissance invitent cependant à faire l'hypothèse que la disponibilité du fer puisse avoir un rôle dans la lutte contre les infections. Dans l'analyses de sous-groupe de l'étude CARIPO, il existait une tendance à une proportion plus élevée de patients présentant au moins une infection postopératoire lorsque la ferritinémie était inférieure à 30 µg/L, mais non significative là encore (28). Ainsi, le maintien de l'utilisation d'une définition prenant en compte la disponibilité du fer avec le coefficient de saturation de la transferrine semble cohérent dans ce contexte là aussi.

2.3. Effets de la supplémentation martiale

Notre étude n'a pas montré d'effet bénéfique de la supplémentation martiale (réalisée avant ou après l'intervention) pour limiter les infections postopératoires chez les patients carencés. Nous observons cependant une incidence des infections significativement plus importante chez

les patients carencés n'ayant pas été supplémentés en préopératoire, en comparaison avec les patients non carencés, alors que cette différence est faible et non significative entre patients carencés supplémentés en préopératoire et patients non carencés. Ces résultats, même s'ils sont à confirmer dans des études prospectives, sont en faveur d'une administration plus précoce de la supplémentation en fer dans la période préopératoire pour limiter le risque d'infection. Ce bénéfice pourrait s'ajouter à d'autres bénéfices potentiels de la supplémentation en fer périopératoire, dont les résultats d'études observationnelles ou randomisées sont cependant encore variables dans la littérature existante.

Ainsi, une étude britannique randomisée multicentrique n'a pas montré de différence sur le taux de transfusion ou la mortalité postopératoire entre les patients anémiques recevant une supplémentation martiale en préopératoire (10 à 42 jours avant) de chirurgie abdominale par rapport aux patients anémiques non supplémentés. Toutefois, dans cette étude, l'existence d'une carence en fer n'était pas recherchée pour diagnostiquer l'anémie, et les patients anémiques ayant reçu du fer IV étaient moins souvent réadmis à l'hôpital dans les 8 semaines suivant la chirurgie. Ils développaient moins de complications chirurgicales ou infectieuses (34).

Dans le contexte de la chirurgie cardiaque, une méta-analyse étudiant les résultats de 14 études randomisées-contrôlées rassemblant plus de 2000 patients a montré que la supplémentation martiale par voie intraveineuse réduisait le risque de transfusion chez cette catégorie de patients, qu'ils aient ou non une anémie ou une carence martiale préopératoire. Les valeurs d'hémoglobine et de ferritinémie étaient également plus importantes en postopératoire (à 4-10 jours et à plus de 21 jours après la chirurgie) chez les patients ayant reçu une supplémentation martiale sans qu'il ne soit relevé de différences en postopératoire immédiat (43). Une autre étude s'intéressant aux patients opérés de chirurgie majeure a montré des résultats similaires. Tout d'abord, l'hémoglobine préopératoire augmentait de

manière significative quand la supplémentation martiale était administrée à partir de 8 jours avant la chirurgie, avec un seuil plus élevé pour les supplémentations précédant la chirurgie de 15 jours. Pour les patients anémiques ou ayant une carence martiale supplémentés au moins 7 jours avant la chirurgie, il existait une réduction du taux de transfusion per et postopératoire par rapport aux patients anémiques non supplémentés. On observait également un effet bénéfique de la supplémentation sur la durée séjour et la mortalité chez les patients anémiques ou carencés en fer (51). Neef et al, ont montré une majoration de l'hémoglobine chez les patients carencés en fer lorsqu'ils recevaient une supplémentation martiale au moins 6 jours avant une chirurgie majeure. Avec un taux d'hémoglobine qui augmentait avec l'ancienneté de la supplémentation (52). Une autre étude cette fois s'intéressant uniquement aux patients de chirurgie cardiaque n'a pas montré de différence sur le taux de transfusion entre les patients supplémentés par fer IV et ceux qui n'étaient pas supplémentés. La supplémentation avait lieu entre 3 jours avant et 3 jours après la chirurgie. Dans le sous-groupe des patients anémique, il y avait bien une réduction du taux de transfusion chez les supplémentés. Résultat qui n'était pas retrouvé chez les patients carencés en fer. En revanche, la supplémentation martiale n'était pas inutile, puisque les patients supplémentés avaient un taux d'hémoglobine significativement plus élevé 3 semaines après la chirurgie que les patients non supplémentés. Le bilan martial (ferritine, coefficient de saturation de la transferrine) était aussi amélioré après supplémentation martiale à partir de 10 jours et jusqu'à 3 semaines après la chirurgie (53).

Les résultats de toutes ces études suggèrent un effet bénéfique de la supplémentation martiale en préopératoire de chirurgie cardiaque sur la réduction des besoins transfusionnels mais également sur la mortalité ou la durée de séjour. Pour obtenir ce bénéfice, la supplémentation martiale devrait être administrée le plus tôt possible avant la chirurgie, probablement au moins 7 à 10 jours avant. Or, dans notre centre, les patients étaient encore

principalement supplémentés en postopératoire sur la période d'inclusion. Lorsqu'ils recevaient du fer en préopératoire, c'était majoritairement la veille voire le jour même de la chirurgie. Ceci pourrait expliquer en partie pourquoi nous n'avons pas observé de diminution significative des infections en cas de supplémentation martiale préopératoire chez les patients carencés, en comparaison avec ceux ne l'ayant pas reçue.

3. Autres facteurs de risque retrouvés

Notre étude a également montré une augmentation du risque de survenue d'infections postopératoires, y compris d'infections du site opératoire en cas de transfusion d'un produit sanguin labile au cours de la prise en charge.

Nos résultats sont conformes à ce qui a déjà été montré dans la littérature. Dans une étude observationnelle prospective multicentrique américaine le taux d'infections postopératoires était augmenté chez les patients recevant une transfusion sanguine en per ou postopératoire de chirurgie cardiaque (38). Cette association était particulièrement marquée pour les pneumonies et les bactériémies.

De plus, selon une méta-analyse comparant la survenue d'infections associées au soin en fonction de l'utilisation d'une stratégie de transfusion restrictive ou libérale, il y aurait moins d'infections sévères chez les patients bénéficiant de la stratégie restrictive (39).

Le diabète, l'obésité, le tabagisme actif et le prélèvement d'une artère mammaire qui sont les autres facteurs de risque d'infections du site opératoire mis en évidence dans notre étude, sont déjà bien connus dans la littérature. Leur présence dans nos résultats permet de confirmer la représentativité de notre cohorte.

4. Limites de l'étude

La principale limite de notre étude est liée à son caractère rétrospectif. Toutefois, la base de données ayant été complétée de manière prospective cela limite l'impact de ce facteur sur les résultats de notre étude.

En outre, il est important de mentionner que le diagnostic d'infection postopératoire était laissé à la discrétion du praticien qui remplissait la base de données. Une des limites de notre étude est donc le manque de standardisation des critères qui définissaient les infections.

Le relevé de certains autres paramètres comme la teneur en hémoglobine des réticulocytes aurait pu aider à affiner la définition de la carence martiale, mais ils n'étaient pas recueillis.

5. Perspectives

La réalisation d'une étude prospective sur le sujet avec une définition standardisée des infections postopératoires permettrait de supporter les résultats de notre étude. Il serait également intéressant de relever les taux d'hémoglobine postopératoires et celui de sortie de l'hôpital afin de chercher une différence entre les patients supplémentés et ceux qui n'ont pas reçu de supplémentation.

D'autre part, pour essayer de montrer un impact bénéfique de la supplémentation martiale, il faudrait administrer le fer plusieurs semaines avant la chirurgie, conformément aux dernières recommandations.

CONCLUSION

Dans l'étude rétrospective que nous avons réalisée, la carence martiale apparait comme un facteur de risque indépendant de survenue d'infections postopératoires et d'infections du site opératoire chez les patients majeurs ayant eu une chirurgie cardiaque sous circulation extracorporelle. Des études prospectives sur le sujet seront nécessaires pour confirmer nos résultats. Il serait également intéressant de voir si la supplémentation martiale administrée plusieurs semaines avant la chirurgie, selon les recommandations, permettrait de corriger ce risque.

BIBLIOGRAPHIE

1. https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/anaemia [Internet]. [cité 6 juill 2025]. Disponible sur: https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/anaemia

2. WHO_NMH_NHD_MNM_11.1_eng.pdf?sequence=22 [Internet]. [cité 2 juill 2025]. Disponible sur: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/85839/WHO_NMH_NHD_MNM_11.1_eng.pdf?sequence=22

3. 9789240035744-eng.

4. algorithme_utilisable_pour_le_diagnostic_et_la_classification_de_lanemie_dans_la_periode_preoperatoire.

5. Al-Naseem A, Sallam A, Choudhury S, Thachil J. Iron deficiency without anaemia: a diagnosis that matters. Clin Med. mars 2021;21(2):107-13.

6. Cappellini MD, Musallam KM, Taher AT. Iron deficiency anaemia revisited. J Intern Med. 2020;287(2):153-70.

7. Muñoz M, Acheson AG, Auerbach M, Besser M, Habler O, Kehlet H, et al. International consensus statement on the peri-operative management of anaemia and iron deficiency. Anaesthesia. févr 2017;72(2):233-47.

8. Muñoz M, Laso-Morales MJ, Gómez-Ramírez S, Cadellas M, Núñez-Matas MJ, García-Erce JA. Pre-operative haemoglobin levels and iron status in a large multicentre cohort of patients undergoing major elective surgery. Anaesthesia. 2017;72(7):826-34.

9. Capdevila X, Lasocki S, Duchalais A, Rigal JC, Mertl P, Ghewy P, et al. Perioperative Iron Deficiency in Patients Scheduled for Major Elective Surgeries: A French Prospective Multicenter Cross-Sectional Study. Anesth Analg. août 2023;137(2):322-31.

10. Lasocki S, Belbachir A, Mertes PM, Le Pelley E, Bosch L, Bezault C, et al. Changes in Practices After Implementation of a Patient Blood Management Program in French Surgical Departments: The National Multicenter Observational PERIOPES Study. Anesth Analg. févr 2025;140(2):453.

11. Rössler J, Schoenrath F, Seifert B, Kaserer A, Spahn GH, Falk V, et al. Iron deficiency is associated with higher mortality in patients undergoing cardiac surgery: a prospective study. Br J Anaesth. 1 janv 2020;124(1):25-34.

12. Horwood CGA, Patel ND, Walker JD, Evans CR. Nonanemic Iron Deficiency in Cardiac Surgery: A Retrospective Observational Study. J Cardiothorac Vasc Anesth. 1 sept 2024;38(9):1899-906.

13. Piednoir P, Allou N, Driss F, Longrois D, Philip I, Beaumont C, et al. Preoperative iron deficiency increases transfusion requirements and fatigue in cardiac surgery patients: a prospective observational study. Eur J Anaesthesiol. nov 2011;28(11):796-801.

14. Hubert M, Gaudriot B, Biedermann S, Gouezec H, Sylvestre E, Bouzille G, et al. Impact of Preoperative Iron Deficiency on Blood Transfusion in Elective Cardiac Surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth. août 2019;33(8):2141-50.

15. recommandations_pbm_mel.pdf [Internet]. [cité 6 juill 2025]. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-09/recommandations_pbm_mel.pdf

16. Theissen A, Folléa G, Garban F, Carlier M, Pontone S, Lassale B, et al. Perioperative Patient Blood Management (excluding obstetrics): Guidelines from the French National Authority for Health. Anaesth Crit Care Pain Med. oct 2024;43(5):101404.

17. Casselman FPA, Lance MD, Ahmed A, Ascari A, Blanco-Morillo J, Bolliger D, et al. 2024 EACTS/EACTAIC Guidelines on patient blood management in adult cardiac surgery in collaboration with EBCP. Eur J Cardiothorac Surg. 6 mai 2025;67(5):ezae352.

18. De La Varga-Martínez O, Gómez-Sánchez E, Muñoz MF, Lorenzo M, Gómez-Pesquera E, Poves-Álvarez R, et al. Impact of nosocomial infections on patient mortality following cardiac surgery. J Clin Anesth. mai 2021;69:110104.

19. Wan YI, Patel A, Achary C, Hewson R, Phull M, Pearse RM, et al. Postoperative infection and mortality following elective surgery in the International Surgical Outcomes Study (ISOS). Br J Surg. 12 mars 2021;108(2):220-7.

20. Perezgrovas-Olaria R, Audisio K, Cancelli G, Rahouma M, Ibrahim M, Soletti GJ, et al. Deep Sternal Wound Infection and Mortality in Cardiac Surgery: A Meta-analysis. Ann Thorac Surg. janv 2023;115(1):272-80.

21. Robich MP, Sabik JF, Houghtaling PL, Kelava M, Gordon S, Blackstone EH, et al. Prolonged Effect of Postoperative Infectious Complications on Survival After Cardiac Surgery. Ann Thorac Surg. mai 2015;99(5):1591-9.

22. Diez C, Koch D, Kuss O, Silber RE, Friedrich I, Boergermann J. Risk factors for mediastinitis after cardiac surgery – a retrospective analysis of 1700 patients. J Cardiothorac Surg. déc 2007;2(1):23.

23. El Oakley RM, Wright JE. Postoperative mediastinitis: Classification and management. Ann Thorac Surg. mars 1996;61(3):1030-6.

24. Eklund AM, Lyytikäinen O, Klemets P, Huotari K, Anttila VJ, Werkkala KA, et al. Mediastinitis After More Than 10,000 Cardiac Surgical Procedures. Ann Thorac Surg. nov 2006;82(5):1784-9.

25. Bitkover CY, Gårdlund B. Mediastinitis After Cardiovascular Operations: A Case-Control Study of Risk Factors. Ann Thorac Surg. janv 1998;65(1):36-40.

26. Mohus RM, Paulsen J, Gustad L, Askim Å, Mehl A, DeWan AT, et al. Association of iron status with the risk of bloodstream infections: results from the prospective population-based HUNT Study in Norway. Intensive Care Med. 1 août 2018;44(8):1276-83.

27. De Pontual L. Fer et prédisposition aux infections. Arch Pédiatrie. mai 2017;24(5):5S14-7.

28. Campfort M, Perrault T, Blanchard-Daguet A, Rineau E, Lasocki S. Associations between pre-operative iron deficiency and postoperative infection in patients undergoing major surgery (CARIPO): a prospective observational study. Anaesthesia. 2025;80(2):142-50.

29. Hands K, Daru J, Evans C, Kotze A, Lewis C, Narayan S, et al. Identification and management of preoperative anaemia in adults: A British Society for Haematology Guideline update. Br J Haematol. juill 2024;205(1):88-99.

30. Shander A, Corwin HL, Meier J, Auerbach M, Bisbe E, Blitz J, et al. Recommendations From the International Consensus Conference on Anemia Management in Surgical Patients (ICCAMS). Ann Surg. avr 2023;277(4):581-90.

31. Lasocki S, Belbachir A, Mertes PM, Pelley EL, Capdevila X. Evaluation of Anemia and Iron Deficiency in French Surgical Departments: The National Multicenter Observational PERIOPES Study. Anesth Analg. juill 2023;137(1):182.

32. Muñoz M, Gómez-Ramírez S, Campos A, Ruiz J, Liumbruno GM. Pre-operative anaemia: prevalence, consequences and approaches to management. Blood Transfus [Internet]. 2015 [cité 20 sept 2025]; Disponible sur: https://doi.org/10.2450/2015.0014-15

33. Khalafallah AA, Yan C, Al-Badri R, Robinson E, Kirkby BE, Ingram E, et al. Intravenous ferric carboxymaltose versus standard care in the management of postoperative anaemia: a prospective, open-label, randomised controlled trial. Lancet Haematol. sept 2016;3(9):e415-25.

34. Richards T, Baikady RR, Clevenger B, Butcher A, Abeysiri S, Chau M, et al. Preoperative intravenous iron to treat anaemia before major abdominal surgery (PREVENTT): a randomised, double-blind, controlled trial. The Lancet. oct 2020;396(10259):1353-61.

35. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Eur Heart J. 21 sept 2021;42(36):3599-726.

36. Ekiz C, Agaoglu L, Karakas Z, Gurel N, Yalcin I. The effect of iron deficiency anemia on the function of the immune system. Hematol J. 2005;5(7):579-83.

37. Hassan TH, Badr MA, Karam NA, Zkaria M, El Saadany HF, Abdel Rahman DM, et al. Impact of iron deficiency anemia on the function of the immune system in children. Medicine (Baltimore). nov 2016;95(47):e5395.

38. Horvath KA, Acker MA, Chang H, Bagiella E, Smith PK, Iribarne A, et al. Blood Transfusion and Infection After Cardiac Surgery. Ann Thorac Surg. juin 2013;95(6):2194-201.

39. Rohde JM, Dimcheff DE, Blumberg N, Saint S, Langa KM, Kuhn L, et al. Health Care–Associated Infection After Red Blood Cell Transfusion: A Systematic Review and Meta-analysis. JAMA. 2 avr 2014;311(13):1317.

40. 1.%20CPOC_GuidelinefortheManagementofAnaemia_September2022.pdf?utm_source=chatgpt.com [Internet]. [cité 20 sept 2025]. Disponible sur: https://www.cpoc.org.uk/sites/cpoc/files/documents/2022-09/1.%20CPOC_GuidelinefortheManagementofAnaemia_September2022.pdf?utm_source=chatgpt.com

41. Padmanabhan H, Siau K, Curtis J, Ng A, Menon S, Luckraz H, et al. Preoperative Anemia and Outcomes in Cardiovascular Surgery: Systematic Review and Meta-Analysis. Ann Thorac Surg. déc 2019;108(6):1840-8.

42. Hazen YJJM, Noordzij PG, Gerritse BM, Scohy TV, Houterman S, Bramer S, et al. Preoperative anaemia and outcome after elective cardiac surgery: a Dutch national registry analysis. Br J Anaesth. avr 2022;128(4):636-43.

43. Hung KC, Chang LC, Ho CN, Hsu CW, Yu CH, Wu JY, et al. Efficacy of intravenous iron supplementation in reducing transfusion risk following cardiac surgery: an updated meta-analysis of randomised controlled trials. Br J Anaesth. déc 2024;133(6):1137-49.

44. Liu HM, Tang X sha, Yu H, Yu H. The efficacy of intravenous iron for treatment of anemia before cardiac surgery: An updated systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. J Cardiothorac Surg. 11 janv 2023;18(1):16.

45. Frise MC, Holdsworth DA, Sandhu MS, Mellor AJ, Kasim AS, Hancock HC, et al. Non-anemic iron deficiency predicts prolonged hospitalisation following surgical aortic valve replacement: a single-centre retrospective study. J Cardiothorac Surg. déc 2022;17(1):157.

46. Nguyen Q, Meng E, Berube J, Bergstrom R, Lam W. Preoperative anemia and transfusion in cardiac surgery: a single-centre retrospective study. J Cardiothorac Surg. déc 2021;16(1):109.

47. Miceli A, Romeo F, Glauber M, de Siena PM, Caputo M, Angelini GD. Preoperative anemia increases mortality and postoperative morbidity after cardiac surgery.

48. Brøns N, Kaspersen KA, Bay JT, Dowsett J, Erikstrup C, Hjalgrim H, et al. Iron deficiency and infection risk in Danish blood donors. Transfusion (Paris). févr 2025;65(2):286-96.

49. Theissen A, Folléa G, Garban F, Carlier M, Pontone S, Lassale B, et al. Perioperative Patient Blood Management (excluding obstetrics): Guidelines from the French National Authority for Health. Anaesth Crit Care Pain Med. oct 2024;43(5):101404.

50. World Health Organization. WHO guideline on use of ferritin concentrations to assess iron status in individuals and populations [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020 [cité 13 août 2025]. Disponible sur: https://iris.who.int/handle/10665/331505

51. Triphaus C, Judd L, Glaser P, Goehring MH, Schmitt E, Westphal S, et al. Effectiveness of Preoperative Iron Supplementation in Major Surgical Patients With Iron Deficiency: A Prospective Observational Study. Ann Surg. sept 2021;274(3):e212-9.

52. Neef V, Baumgarten P, Noone S, Piekarski F, Triphaus C, Kleinerüschkamp A, et al. The impact of timing of intravenous iron supplementation on preoperative haemoglobin in patients scheduled for major surgery. Blood Transfus. 26 mai 2021;(Blood Transfusion-3 2022 (May-June)):188-97.

53. Song JW, Soh S, Shim JK, Lee S, Lee SH, Kim HB, et al. Effect of Perioperative Intravenous Iron Supplementation for Complex Cardiac Surgery on Transfusion Requirements: A Randomized, Double-blinded Placebo-controlled Trial. Ann Surg. févr 2022;275(2):232-9.

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Figure 1. Flow chart of patient selection 11

Figure 2. Postoperative infection rates (%) after cardiac surgery in patients with (blue, n = 922) and without (orange, n = 1692) preoperative iron deficiency. 14

Figure 3. Postoperative infection rates (%) by preoperative ferritin level. 15

Figure 4. Postoperative infection rates (%) according to iron status and iron supplementation 16

Figure 5. Forest plot of independent risk factors for postoperative infections (multivariable logistic regression) 18

Figure 6. Forest plot of independent risk factors for surgical site infections (multivariable logistic regression) 19

Figure S1. Annual percentage of iron-deficient patients receiving iron supplementation I

Figure S2. Characteristics of iron supplementation among iron-deficient patients I

LISTE DES TABLEAUX

Table I. Baseline characteristics by iron status 12

Table S1. Univariable analysis of risk factors for postoperative infections II

Table S2. Univariable analysis of risk factors for surgical site infections III

TABLE DES MATIERES

LISTE DES ABREVIATIONS .....
INTRODUCTION 1
1. L'anémie et la carence martiale 1
2. Les infections du site opératoire en chirurgie cardiaque 3
ABSTRACT 5
ARTICLE 7
INTRODUCTION 7
METHODS 8
Patients 8
Data collection 8
Definitions 9
Outcomes 9
Statistical analysis 9
RESULTS 11
Patients 11
Postoperative infections according to preoperative iron status 14
1.1. Primary outcome : infection rates with and without iron deficiency 14
1.2. Infections and preoperative ferritin level 15
1.3. Infections and perioperative iron supplementation 16
Risk factors for postoperative infections in cardiac surgery 17
1.4. Risk factors for any postoperative infectious complications 17
1.5. Risk factors for surgical site infections 19
DISCUSSION 20
CONCLUSION 22
DISCUSSION 23
1. Population de l'étude et recueil de données 23
2. Augmentation du risque d'infections postopératoires 24
2.1. En cas de carence martiale 24
2.2. Infections et ferritinémie 26
2.3. Effets de la supplémentation martiale 26
3. Autres facteurs de risque retrouvés 29
4. Limites de l'étude 30
5. Perspectives 30
CONCLUSION 31
BIBLIOGRAPHIE 32
LISTE DES FIGURES 37

LISTE DES TABLEAUX **38**
TABLE DES MATIERES **39**
ANNEXES ..... **I**

ANNEXES

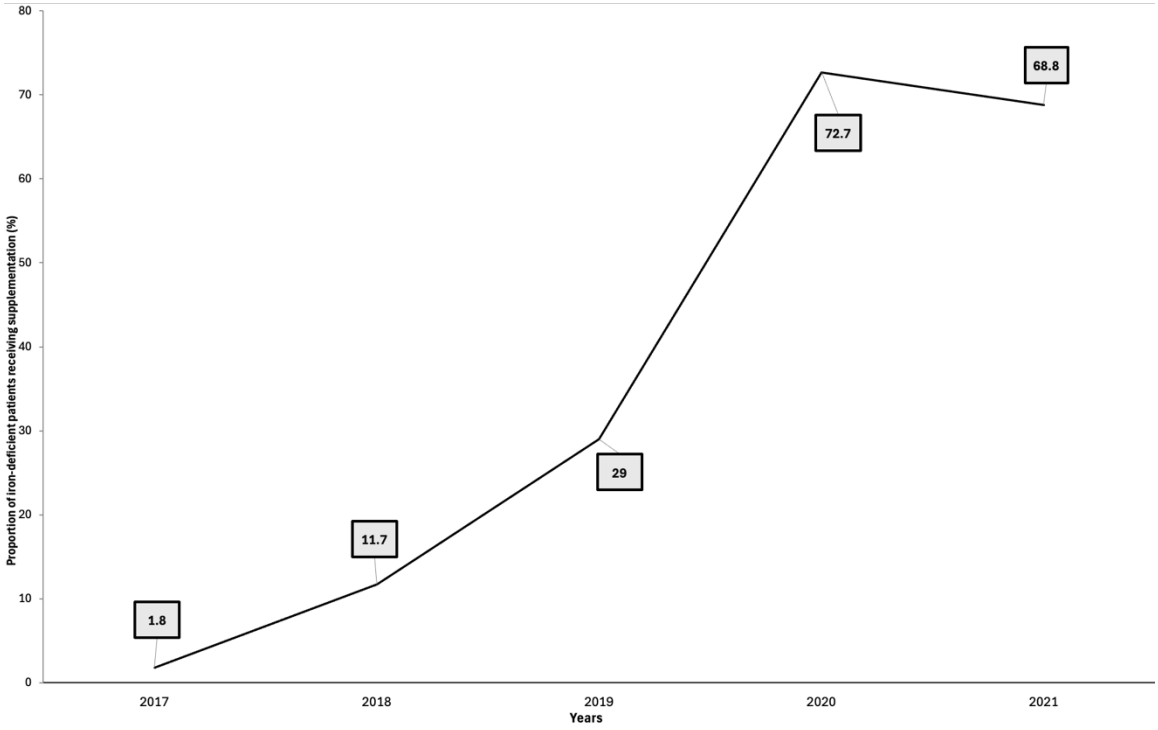


Figure S1 : Annual percentage of iron-deficient patients receiving iron supplementation

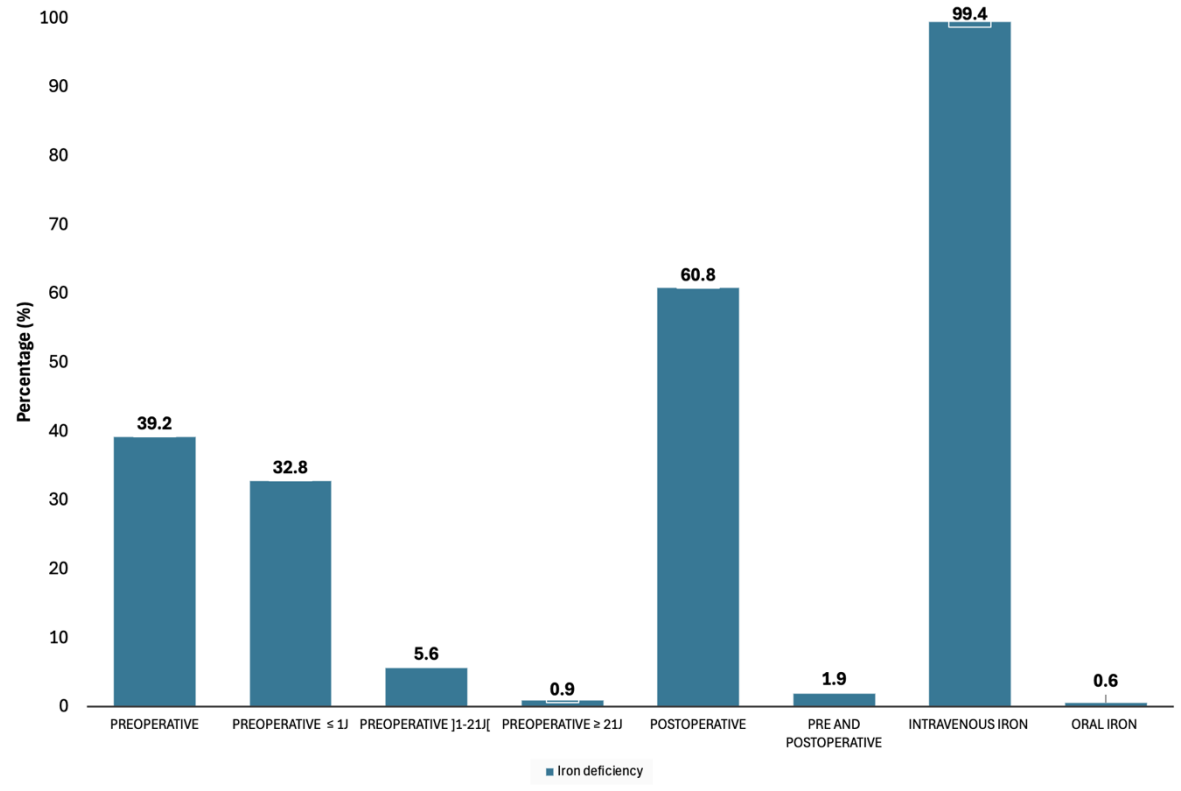


Figure S2 : Characteristics of iron supplementation among iron-deficient patients

Table S1. Univariable analysis of risk factors for postoperative infections			
	No postoperative infections (N = 2299)	Postoperative infections (N = 315)	p
Anaemia (WHO)	347 (15.1)	56 (17.8)	0,22
Iron deficiency	790 (34.4)	132 (41.9)	**<0.01**
Transfusion	307 (13.4)	86 (27.3)	**<0.01**
Diabetes	548 (23.8)	91 (28.9)	0.06
Active smoking	240 (10.4)	44 (14)	0.06
Obesity	603 (26.2)	105 (33.3)	**0.01**
CABG only	1086 (47.2)	139 (44.1)	0.31
Valve only	745 (32.4)	89 (28.3)	0.16
CABG + valve	171 (7.4)	31 (9.8)	0.14
CABG + other	47 (2)	17 (5.4)	**<0.01**
Aortic surgery only	38 (1.7)	11 (3.5)	**0.04**
Aortic surgery + valve	115 (5)	22 (7)	0.14
Other cardiac surgery	46 (2)	6 (1.9)	1
Thoracic artery graft	1304 (56.7)	187 (59.4)	0.40
Pre or postoperative iron supplementation	622 (27.1)	108 (34.3)	**<0.01**
Data presented as N (%). Statistical significance was set at $p < 0.05$.			

Abbreviations : CABG : coronary artery bypass graft ; WHO, World Health Organization.

Table S2. Univariable analysis of risk factors for surgical site infections			
	No surgical site infection (N = 2551)	Surgical site infection (N = 63)	p
Anaemia (WHO)	384 (15.1)	19 (30.2)	**<0.01**
Iron deficiency	889 (34.9)	33 (52.4)	**<0.01**
Transfusion	369 (14.5)	24 (38.1)	**<0.01**
Diabetes	609 (23.9)	30 (47.6)	**<0.01**
Active smoking	271 (10.6)	13 (20.6)	**0.02**
Obesity	682 (26.7)	26 (41.3)	**0.01**
Thoracic artery graft	1446 (56.7)	45 (71.4)	**0.02**
CABG only	1191 (46.7)	34 (54)	0.31
Valve onvly	821 (32.2)	13 (20.6)	0.055
CABG + valve	194 (7.6)	8 (12.7)	0.15
CABG + other	61 (2.4)	3 (4.7)	0.2
Aortic surgery only	47 (1.8)	2 (3.2)	0.33
Aortic surgery + valve	134 (5.3)	3 (4.8)	1
Other cardiac surgery	51 (2)	1 (1.6)	1
Preoperative iron supplementation	711 (27.9)	19 (30.2)	0.67
Data presented as N (%). Statistical significance was set at $p < 0.05$.			

Abbreviations : CABG : coronary artery bypass graft ; WHO, World Health Organization.

AVLESSI Marie-Christie

Impact de la carence martiale préopératoire sur la survenue d'infections postopératoires en chirurgie cardiaque : une étude monocentrique rétrospective

RÉSUMÉ

Introduction : La carence martiale est fréquente avant une chirurgie cardiaque et associée à une augmentation de la morbi-mortalité même en l'absence d'anémie. Des données récentes suggèrent qu'elle pourrait accroitre le risque d'infections. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer si la carence martiale préopératoire était associée à une augmentation du risque d'infections postopératoires après chirurgie cardiaque.
Méthode : Nous avons mené une étude observationnelle rétrospective à partir d'une base de données complétée prospectivement de 2017 à 2021 au CHU d'Angers (France). Étaient inclus les patients opérés d'une chirurgie cardiaque programmée sous circulation extra corporelle sur cette période. Le critère principal était la survenue de toute infection postopératoire dans les 30 jours, selon le statut martial à l'admission. Les critères secondaires incluaient la répartition des types d'infections selon le statut martial et l'impact de la supplémentation préopératoire en fer. Les facteurs de risque d'infections ont été recherchés en analyse multivariée.
Résultats : Deux mille six cent quatorze patients ont été inclus dans l'analyse finale, dont 922 (35%) présentaient une carence martiale. Les infections postopératoires étaient plus fréquentes chez les patients carencés en fer (14,3% vs 10,8% ; p < 0,01), en particulier les infections du site opératoire (3,6% vs 1,8% ; p < 0,01). Les infections postopératoires survenaient plus fréquemment chez les patients carencés en fer ne recevant pas de supplémentation martiale préopératoire par rapport aux patients non carencés. Les facteurs de risque retrouvés en analyse multivariée pour les infections postopératoires étaient la carence martiale (OR 1,29 - IC95% [1,01 - 1,65] ; p = 0,04), la transfusion, l'obésité et l'association d'un pontage avec une autre chirurgie cardiaque. La carence martiale apparaissait aussi être un facteur de risque indépendant d'infections du site opératoire (OR 1,70 - IC95% [1,01 - 2,86] ; p = 0,046), de même que le prélèvement d'artère mammaire, la transfusion, l'obésité, le diabète et le tabagisme actif.
Conclusion : Dans cette étude, après une chirurgie cardiaque, les infections, notamment les infections du site opératoire, survenaient plus fréquemment chez les patients carencés en fer par rapport aux patients non carencés. Cette association restait statistiquement significative en analyse multivariée.

Mots-clés : Carence martiale ; anémie ; infection du site opératoire ; chirurgie cardiaque ; supplémentation martiale

Impact of preoperative iron deficiency on postoperative infections following cardiac surgery : a single-center retrospective study

ABSTRACT

Introduction : Iron deficiency is common before cardiac surgery and its associated with increase morbidity and mortality, even in the absence of anaemia. Recent findings suggest that it may also increase the risk of infection. The primary objective of this study was to assess wheter preoperative iron deficiency is associated with and increased risk of postoperative infections following cardiac surgery.
Methods : We conducted a retrospective, single-center study on a database collected prospectively from 2017 to 2021, at CHU d'Angers (France). We included patients who underwent scheduled cardiac surgery with cardiopulmonary bypass during this period. The primary outcome was any postoperative infection within 30 days, assessed according to iron status at admission. Secondary outcomes included infection subtypes by iron status and the impact of preoperative intravenous iron. Perioperative risk factors for infection were analyzed using multivariable models.
Results : Two thousands six hundred fourteen patients were included in the final analysis, among whom 922 (35%) had preoperative iron deficiency. Postoperative infections were more frequent in patients with preoperative iron deficiency (14.3% vs 10.8; p < 0.01), notably surgical site infections (3.6% vs 1.8; p < 0.01). Postoperative infections were also more frequent in iron-deficient patients without preoperative supplementation than in non-deficient patients. In multivariable analysis, preoperative iron deficiency emerged as an independent risk factor for postoperative infections (OR 1.29, 95% CI [1.01–1.65]; p = 0.04), along with transfusion, obesity, and combined coronary bypass with another cardiac procedure. For surgical site infections, iron deficiency was also identified as an independant risk factor (OR 1.70, 95% CI [1.01–2.86]; p = 0.046), together with thoracic artery graft use, transfusion, obesity, diabetes and active smoking.
Conclusion : In this study, postoperative infections, particularly surgical site infections, occured more frequently, in patients with preoperative iron deficiency than in non-deficient patients undergoing cardiac surgery. This association remained statistically significant in multivariable analysis.

Keywords: Iron deficiency; anaemia; surgical site infection; cardiac surgery; iron supplementation

FACULTÉ DE SANTÉ
UNIVERSITÉ D'ANGERS

FACULTÉ
DE SANTÉ
UNIVERSITÉ D'ANGERS