

Faculté de Médecine

Année 2022

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

le 9 décembre 2022

Par Anne Claire BEAUJEUX

Infection de site opératoire en Neurochirurgie : étude rétrospective d'une cohorte de 19 949 interventions.

Thèse dirigée par le Pr. François CAIRE

Examineurs :

Monsieur le Pr. François Caire, Neurochirurgie, CHU de Limoges.

Monsieur le Pr. Magne, Centre d'Épidémiologie, de Biostatistique et de Méthodologie de la Recherche, CHU de Limoges.

Monsieur le Dr. Henri Salle, Neurochirurgie, CHU de Limoges.

Madame le Dr. Elodie Couve-Deacon, Bactériologie – Virologie – Hygiène, CHU de Limoges.

Madame le Dr. Anne Cypierre, Maladies Infectieuses et Tropicales, CHU de Limoges.



Faculté de Médecine

Année 2022

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

Le 9 décembre 2022

Par Anne Claire BEAUJEU

Infection de site opératoire en Neurochirurgie : étude rétrospective d'une cohorte de 19 949 interventions.

Thèse dirigée par le Pr. François CAIRE

Examineurs :

Monsieur le Pr. François Caire, Neurochirurgie, CHU de Limoges.

Monsieur le Pr. Magne, Centre d'Épidémiologie, de Biostatistique et de Méthodologie de la Recherche, CHU de Limoges.

Monsieur le Dr. Henri Salle, Neurochirurgie, CHU de Limoges.

Madame le Dr. Elodie Couve-Deacon, Bactériologie – Virologie – Hygiène, CHU de Limoges.

Madame le Dr. Anne Cypierre, Maladies Infectieuses et Tropicales, CHU de Limoges.

Le 9 septembre 2022



Doyen de la Faculté

Monsieur le Professeur **Pierre-Yves ROBERT**

Assesseurs

Madame le Professeur **Marie-Cécile PLOY**

Monsieur le Professeur **Jacques MONTEIL**

Madame le Professeur **Marie-Pierre TEISSIER-CLEMENT**

Monsieur le Professeur **Laurent FOURCADE**

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
AJZENBERG Daniel	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
AUBARD Yves	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
AUBRY Karine	O.R.L.
BALLOUHEY Quentin	CHIRURGIE INFANTILE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
CAIRE François	NEUROCHIRURGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre	PSYCHIATRIE D'ADULTES
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DES GUETZ Gaëtan	CANCEROLOGIE

DRUET-CABANAC Michel	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL
DURAND-FONTANIER Sylvaine	ANATOMIE (CHIRURGIE DIGESTIVE)
FAUCHAIS Anne-Laure	MEDECINE INTERNE
FAUCHER Jean-François	MALADIES INFECTIEUSES
FAVREAU Frédéric	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
FEUILLARD Jean	HEMATOLOGIE
FOURCADE Laurent	CHIRURGIE INFANTILE
GAUTHIER Tristan	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
GUIGONIS Vincent	PEDIATRIE
HANTZ Sébastien	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
HOUETO Jean-Luc	NEUROLOGIE
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JACQUES Jérémie	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN M. Odile	IMMUNOLOGIE
JESUS Pierre	NUTRITION
JOUAN Jérôme	CHIRURGIE THORACIQUE ET VASCULAIRE
LABROUSSE François	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LAROCHE Marie-Laure	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE
LOUSTAUD-RATTI Véronique	HEPATOLOGIE
LY Kim	MEDECINE INTERNE
MABIT Christian	ANATOMIE
MAGNE Julien	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
MAGY Laurent	NEUROLOGIE
MARCHEIX Pierre-Sylvain	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE

MARIN Benoît	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MATHONNET Muriel	CHIRURGIE DIGESTIVE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MOHTY Dania	CARDIOLOGIE
MONTEIL Jacques	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
MOUNAYER Charbel	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
NUBUKPO Philippe	ADDICTOLOGIE
OLLIAC Bertrand	PEDOPSYCHIATRIE
PARAF François	MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE
PLOY Marie-Cécile	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves	OPHTALMOLOGIE
ROUCHAUD Aymeric	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
STURTZ Franck	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
TCHALLA Achille	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES
TOURE Fatouma	NEPHROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE
VERGNENEGRE Alain	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIGNON Philippe	REANIMATION

VINCENT François

PHYSIOLOGIE

YARDIN Catherine

CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE

Professeurs Associés des Universités à mi-temps des disciplines médicales

BRIE Joël

CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET
STOMATOLOGIE

KARAM Henri-Hani

MEDECINE D'URGENCE

MOREAU Stéphane

EPIDEMIOLOGIE CLINIQUE

Maitres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers

BOURTHOUMIEU Sylvie

CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE

COUVE-DEACON Elodie

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

DELUCHE Elise

CANCEROLOGIE

DUCHESNE Mathilde

ANATOMIE ET CYTOLOGIE
PATHOLOGIQUES

DURAND Karine

BIOLOGIE CELLULAIRE

ESCLAIRE Françoise

BIOLOGIE CELLULAIRE

FAYE Pierre-Antoine

BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE

FREDON Fabien

ANATOMIE/CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE

LALOZE Jérôme

CHIRURGIE PLASTIQUE

LE GUYADER Alexandre

CHIRURGIE THORACIQUE ET
CARDIOVASCULAIRE

LIA Anne-Sophie

BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE

RIZZO David

HEMATOLOGIE

TERRO Faraj

BIOLOGIE CELLULAIRE

WOILLARD Jean-Baptiste

PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE

P.R.A.G.

GAUTIER Sylvie

ANGLAIS

Maitres de Conférences des Universités associés à mi-temps

SALLE Laurence ENDOCRINOLOGIE
(du 01-09-2021 au 31-08-2022)

Professeur des Universités de Médecine Générale

DUMOITIER Nathalie (Responsable du département de Médecine
Générale)

Maitres de Conférences associés à mi-temps de médecine générale

HOUDARD Gaëtan (du 01-09-2019 au 31-08-2022)

LAUCHET Nadège (du 01-09-2020 au 31-08-2023)

SEVE Léa (du 01-09-2021 au 31-08-2024)

Professeurs Emérites

ADENIS Jean-Paul du 01-09-2017 au 31-08-2021

ALDIGIER Jean-Claude du 01.09.2018 au 31.08.2022

BESSEDE Jean-Pierre du 01-09-2018 au 31-08-2022

BUCHON Daniel du 01-09-2019 au 31-08-2022

DARDE Marie-Laure du 01-09-2021 au 31-08-2023

DESSPORT Jean-Claude du 01-09-2020 au 31-08-2022

MERLE Louis du 01.09.2017 au 31.08.2022

MOREAU Jean-Jacques du 01-09-2019 au 31-08-2022

TREVES Richard du 01-09-2020 au 31-08-2022

TUBIANA-MATHIEU Nicole du 01-09-2018 au 31-08-2021

VALLAT Jean-Michel du 01.09.2019 au 31.08.2022

VIROT Patrice du 01.09.2018 au 31.08.2022

Assistants Hospitaliers Universitaires

APPOURCHAUX Evan	ANATOMIE CHIRURGIE DIGESTIVE
BUSQUET Clémence	HEMATOLOGIE
HAZELAS Pauline	BIOCHIMIE
DUPONT Marine	HEMATOLOGIE BIOLOGIQUE
DURIEUX Marie-Fleur	PARASITOLOGIE
LABRIFFE Marc	PHARMACOLOGIE
LADES Guillaume	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
LOPEZ Stéphanie	MEDECINE NUCLEAIRE
MARTIN ép. DE VAULX Laury	ANESTHESIE REANIMATION
MEYER Sylvain	BACTERIOLOGIE VIROLOGIE HYGIENE
MONTMAGNON Noëlie	ANESTHESIE REANIMATION
PASCAL Virginie	IMMUNOLOGIE CLINIQUE
PLATEKER Olivier	ANESTHESIE REANIMATION
ROUX-DAVID Alexia	ANATOMIE CHIRURGIE DIGESTIVE

Chefs de Clinique – Assistants des Hôpitaux

ALBOUYS Jérémie	HEPATO GASTRO ENTEROLOGIE
ARGOULON Nicolas	PNEUMOLOGIE
ASLANBEKOVA Natella	MEDECINE INTERNE
AVRAM Ioan	NEUROLOGIE VASCULAIRE
BEAUJOUAN Florent	CHIRURGIE UROLOGIQUE
BERRAHAL Insaf	NEPHROLOGIE
BLANQUART Anne-Laure	PEDIATRIE (REA)
BOGEY Clément	RADIOLOGIE
BONILLA Anthony	PSYCHIATRIE

BOSCHER Julien	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
CAUDRON Sébatien	RADIOLOGIE
CAYLAR Etienne	PSYCHIATRIE ADULTE
CENRAUD Marie	NEUROLOGIE
CHAUBARD Sammara	HEMATOLOGIE
CHAUVET Romain	CHIRURGIE VASCULAIRE
CHROSCIANY Sacha	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
CURUMTHAULEE Faiz	OPHTALMOLOGIE
DARBAS Tiffany	ONCOLOGIE MEDICALE
DESCHAMPS Nathalie	NEUROLOGIE
DESCLEE de MAREDSOUS Romain	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
DOUSSET Benjamin	CARDIOLOGIE
DUPIRE Nicolas	CARDIOLOGIE
FESTOU Benjamin	MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES
FIKANI Amine	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
FORESTIER Géraud	RADIOLOGIE
GEYL Sophie	GASTROENTEROLOGIE
GIOVARA Robin	CHIRURGIE INFANTILE
GUILLAIN Lucie	RHUMATOLOGIE
LAGOUEYTE Benoit	ORL
LAUVRAY Thomas	PEDIATRIE
LEMNOS Leslie	NEUROCHIRURGIE
MAURIANGE TURPIN Gladys	RADIODTHERAPIE
MOHAND O'AMAR ép. DARI Nadia	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
PARREAU Simon	MEDECINE INTERNE
PIRAS Rafaela	MEDECINE D'URGENCE

RATTI Nina	MEDECINE INTERNE
ROCHER Maxime	OPHTALMOLOGIE
SALLEE Camille	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
SANCHEZ Florence	CARDIOLOGIE
SEGUY ép. REBIERE Marion	MEDECINE GERIATRIQUE
SERY Arnaud	ORL
TARDIEU Antoine	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
THEVENOT Bertrand	PEDOPSYCHIATRIE
TORDJMAN Alix	GYNECOLOGIE MEDICALE
TRICARD Jérémy	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE MEDECINE VASCULAIRE
VAIDIE Julien	HEMATOLOGIE CLINIQUE
VERNAT-TABARLY Odile	OPHTALMOLOGIE

Chefs de Clinique – Médecine Générale

BOURGAIN Clément
HERAULT Kévin
RUDELLE Karen

Praticiens Hospitaliers Universitaires

CHRISTOU Niki	CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE
COMPAGNAT Maxence	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
HARDY Jérémie	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
LAFON Thomas	MEDECINE D'URGENCE
SALLE Henri	NEUROCHIRURGIE

*Those which are Masters and Professors chosen
to performe the like operation, ought indeede to have
a Lyons heart, a Ladies hand, and a Hawkes eye's,
for that it is a work of no small importance.*

William Clowes

Remerciements

A Monsieur le Professeur François Caire,

Vous me faites l'honneur de présider le jury de ma thèse et vous êtes à l'origine de ce travail. Je vous remercie pour votre accompagnement et pour vos conseils avisés. En tant qu'interne de votre service, je vous remercie pour ces quatre années où vous m'avez formée à toutes les facettes du métier que je souhaite exercer, que ce soit à l'importance de la clinique, aux gestes chirurgicaux, à la gestion d'une unité et surtout, à ne jamais oublier l'intérêt du patient. Je vous remercie également de m'avoir soutenue dans l'ensemble des projets que j'ai voulu réaliser et je souhaite vous exprimer toute ma reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Julien Magne,

Vous me faites l'honneur d'être membre de mon jury. Je vous remercie de l'aide et de l'intérêt que vous avez porté à cette étude. Vous nous avez permis d'optimiser l'exploitation de nos résultats.

A Monsieur le Docteur Henri Salle,

Je te remercie de me faire l'honneur d'être membre de mon jury ainsi que pour ton aide récurrente concernant notamment l'aspect universitaire de mes études. Tes conseils m'ont été précieux dans la réaction d'un premier article. Tu m'as aussi fait découvrir et apprécier la chirurgie de la base du crâne vers laquelle je souhaite m'orienter.

A Madame le Docteur Elodie Couve-Deacon,

Vous me faites l'honneur d'être membre de mon jury. Je vous remercie pour votre aide et vos précieuses explications de la base de données initiale ainsi que pour votre encadrement lors de la réalisation du questionnaire présent dans cette thèse et qui appelle à la poursuite de ce travail.

A Madame le Docteur Anne Cypierre,

Vous me faites l'honneur d'être membre de mon jury. Je vous remercie de vos conseils réguliers pour la prise en charge des patients du service. Compte tenu du sujet de cette thèse, il est important d'avoir votre avis d'infectiologue et je vous remercie de votre intérêt pour mon travail.

Premièrement, il me faut remercier Martin Faure sans qui ce travail n'aurait pu être réalisé. Merci pour le temps que tu as passé à m'expliquer les statistiques, malgré nos vocabulaires très différents nous avons fini par nous comprendre. De même, je remercie Dr. Auditeau pour avoir initié et encadré ce travail au niveau statistique.

Il me faut aussi remercier l'ensemble des chirurgiens du service. Dr Gantois, Dr Gueye, Dr Faure et Dr Benali, merci de m'avoir accueillie et intégrée dans votre équipe et bien sûr, chacun à votre manière de m'avoir formée et transmis votre passion de la chirurgie. Je vous remercie également ainsi que Pr. Vidal, Pr. Moreau, Dr. Tigan, Dr. Alfieri, Dr. Fisher-Lokou, Dr Hallacq et Dr. Moufid d'avoir donné votre accord aux traitements de ces données.

J'en arrive à mes proches, mes amis et à ma famille.

Merci évidemment à mes parents pour m'avoir soutenue tout au long de mon parcours et ce quel que soit mes choix. Merci Maman (et surtout toujours penser à toi) de m'avoir rendu autonome et indépendante, merci Papa de m'avoir fait rêver en grand et de ne pas me renier malgré mon penchant pour la chirurgie.

Merci à ma sœur, Lex, pour les grandes discussions et l'ouverture vers un autre mode de vie. Je suis très heureuse de pouvoir dire que si tu n'étais pas ma sœur, nous serions quand même amies.

Merci à ma marraine, Cath et mon oncle, Angelo pour les balades, les courses de voiture, la découverte de l'Italie mais aussi pour votre présence toujours chaleureuse et votre écoute.

Merci à mon parrain, Christian et ma tante, Françoise pour tous ces repas de famille que vous organisez, et aussi à mes cousins, Johan et Brice qui prennent par moment le relais. J'aurais bien glissé une contre pétrie en hommage mais je crains que ça ne soit pas le meilleur endroit.

Merci à mes grands-parents, de Lingo et de Belfort pour vos histoires qui ont marqué mon enfance et pour votre amour. Merci de m'avoir appris à me servir de mes dix doigts, j'y travaille encore.

Merci à mes toutes premières amies, Marion, Léa et Juliane que j'ai l'immense chance d'avoir encore à mes côtés après ces nombreuses années. C'est un grand bonheur pour moi de nous voir toutes suivre nos chemins, très différents mais qui ne nous éloignent pas. Grace à vous je sais parler d'autre chose que de médecine.

Au passage, bon anniversaire Marion !

Merci à Hélène, ma loukoum, d'être toujours disponible pour les petites victoires et mes attermoissements malgré la distance mais aussi pour les promenades à la Citadelle me permettant de faire une pause dans la rédaction de cette thèse.

Merci à l'équipe de la fac ; Anne Ma, Emma, Xou, Mimi, Ping, Félon, Gautier, Paul, Antoine pour avoir rendu ses années inoubliables et toujours me faire sentir chez moi. Malgré votre humour douteux et vos goûts musicaux qui le sont plus encore j'ai hâte de nos prochaines vacances !

Merci à Fanny, pour ta douce amitié. De la P1 à nos (presque) fin d'études respectives ton humour et ta gentillesse m'ont toujours apaisé.

Merci aux 8 autres Fantastiques, Alexis, Augustin, Hortense, Mado, Marine, Rodolphe, Victoria et Wasfi pour ces années d'internat. La découverte de la région mais aussi du sud-ouest n'aurait pas eu la même saveur sans vous et nos nombreuses soirées. Avec une mention spéciale à Vic, mon binôme de ces années-là, merci pour nos longues conversations du soir et la motivation permanente.

Merci à mes cointernes, Elodie et sa bonne humeur, Gia Van et Wassim avec qui ça a toujours été un plaisir de travailler... et d'aller diner. Alexandre je ne t'ai pas oublié mais je souhaite te remercier tout particulièrement pour m'avoir tout appris sur le fonctionnement officiel (ou non) du service et encore maintenant me guider dans cet internat mais avec un nouveau statut, Chef Meynard.

Merci à Malick, pour 6 mois lillois d'interventions à 4 mains, de cocktails et de danse même le samedi matin.

Merci à Thomas pour ta prévenance, ton soutien quotidien et ta mousse au chocolat.

Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :

« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** »

disponible en ligne : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>



Liste des abréviations

INSERM : Institut Nationale de la Santé Et de la Recherche Médicale
ISO : Infection du site opératoire
CDC : Center Disease Control
ECDC: European Center Disease Control
NHSN: National Healthcare safety network
SHEA: Society for Healthcare Epidemiology of America
IDSA: Infectious Diseases Society of America
AHA: American Hospital Association
APIC: Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology
OMS: Organisation Mondiale de la Santé
SIP: Surgical Infection Prevention project
SCIP: Surgical Care Improvement Project
IHH: Institute for Healthcare Improvement
NICE: National Institute for Health and Clinical Excellence
CCLIN: Centres de coordination de la lutte contre les infections nosocomiales
ARLIN: Antennes régionales de lutte contre les infections nosocomiales
SIPCOMI: Surveillance et la Prévention du risque Infectieux liés aux actes de Chirurgie et en Médecine Interventionnelle
IDMIN : Information et de Développement de la Médiation sur les Infections Nosocomiales
NNIS: National Nosocomial Infections Surveillance
SF2H : Société française de l'hygiène hospitalière
LCR : Liquide Cérébro Spinal
PL : Ponction Lombaire
PEEK : Polyetheretherkétone
SPILF : Société des Pathologies Infectieuses de Langue Française
SARM : Staphylocoques aureus méticillino résistants
PH: Patricien Hospitalier
CCA: Chef de clinique
CCAM: Classification Commune des Actes Médicaux

Table des matières

Remerciements	13
Droits d’auteurs	16
Liste des abréviations	17
Table des matières	18
Table des illustrations	20
Table des tableaux	21
Introduction	22
I. Généralités : les infections du site opératoire en neurochirurgie crânienne et rachidienne.	23
I.1. Définition	23
I.2. Classification	23
I.3. Incidence	24
I.3.1. Dans la littérature. 24	
I.3.2. A l’échelle internationale 25	
I.3.3. En Europe 25	
I.3.4. En France. 26	
I.4. Conséquences des ISO	26
I.5. Surveillance	27
I.5.1. A l’international. 27	
I.5.2. Aux États-Unis. 27	
I.5.3. Au niveau Européen. 28	
I.5.4. En France. 28	
I.5.5. Au niveau local 29	
I.6. Prévention des ISO : Recommandations	29
I.6.1. Le score NNIS 29	
I.6.2. Les recommandations des organisations non gouvernementales. 29	
I.6.3. Les recommandations dans la littérature. 30	
I.6.4. Les recommandations nationales. 31	
I.7. Diagnostic	31
I.7.1. Diagnostic clinique 31	
I.7.2. Diagnostic biologique 31	
I.7.3. Diagnostic radiologique 32	
I.7.4. A l’échelle hospitalière ou nationale 32	
I.8. La flore bactérienne	33
I.9. Prise en charge des infections de site opératoire	33
I.9.1. Prélèvements bactériologiques et antibiothérapie 33	
I.9.2. Place de la chirurgie. 34	
I.10. Facteurs de risques	36
I.10.1. Crâne 36	
I.10.2. Rachis 37	

II. Infections du site opératoire en Neurochirurgie : étude rétrospective monocentrique d'une cohorte de 19949 patients.	40
II.1. Introduction	40
II.2. Objectifs	40
II.2.1. Objectif principal	40
II.2.2. Objectifs secondaires	40
II.3. Matériel : la base de données	40
II.3.1. Historique	40
II.3.2. Données exploitables	41
II.4. Méthode.	41
II.4.1. Population.	41
II.4.2. Classification des interventions chirurgicales.	43
II.4.3. Analyse des facteurs de risques	43
II.4.4. Analyses statistiques	44
II.4.5. Considérations éthiques.	45
II.5. Résultats.	45
II.5.1. Données disponibles et flow chart	45
II.5.2. Objectif principal.	46
II.5.3. Objectifs secondaires.	48
II.6. Discussion.	53
II.6.1. Résultats concordants avec la littérature	53
II.6.2. Résultats discordants avec la littérature.	55
II.6.3. Facteurs de risques variables selon le type d'intervention.	56
II.6.4. Limites de notre étude.	56
II.6.5. Résultats à approfondir.	57
II.6.6. Perspectives	57
Conclusion	58
Références bibliographiques	59
Annexes	71
Serment d'Hippocrate	78

Table des illustrations

Figure 1 : Classification des ISO selon la CDC.....	24
Figure 2: Check list pré opératoire de l'OMS.....	30
Figure 3: Flow chart.....	46
Figure 4: Évolution du taux d'ISO de 2002 à 2017.....	47
Figure 5 : Analyse univariée du taux d'ISO par chirurgiens exprimé en OR (une différence significative pour $p < 0,05$ apparaît en rouge)	50
Figure 6: Taux d'ISO (OR) selon le chirurgien en prenant en compte, l'âge, le sexe du patient, la durée opératoire et l'ancienneté de l'opérateur (une différence significative pour $p < 0,05$ apparaît en rouge).....	53

Table des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques de la population.....	47
Tableau 2: Taux d'ISO par année.....	48
Tableau 3: Analyses univariée et multivariée des interventions compliquées ou non d'une ISO.....	49
Tableau 4: Analyse multivariée de la chirurgie rachidienne.....	52
Tableau 5: Analyse multivariée de la chirurgie cérébrale.....	52

Introduction

Les premières interventions neurochirurgicales ont été réalisées 10 000 ans avant JC^{1,2} avec initialement une mortalité extrêmement élevée notamment du fait des infections post opératoires. Comme l'a déclaré Héraclite, « les médecins taillent, brûlent, torturent de toutes les façons les malades et leur faisant un bien qui est la même chose qu'une maladie réclament une récompense qu'ils ne méritent guère ». Ce n'est qu'en 1750 avant JC que certaines règles de prise en charge des cicatrices ont été appliqués de manière codifiée. Par la suite nous devons les principales avancées en matière d'asepsie à Hippocrate, Galien, Pasteur et Lister^{1,3} qui ont permis de faire chuter l'incidence des infections post opératoires de manière drastique. Cependant, ces infections post opératoires sont toujours des complications majeures et évitables de la prise en charge chirurgicale. La mortalité et la morbidité qui en résultent nous incitent à chercher à améliorer chaque étape de notre prise en charge d'autant plus que le rôle du chirurgien dans la contamination du patient est indéniable³⁻⁵.

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés aux données de la littérature concernant les ISO (Infections du Site Opératoire) pour faire un état des lieux de leur incidence mais aussi des nombreux moyens de surveillance qui ont été mis en place que ce soit à l'échelle mondiale, européenne, française ou locale. La prévention de leur survenue est codifiée de même que leur traitement. De nombreux marqueurs et facteurs de risques ont déjà été étudiés mais certains restent à confirmer et d'autres à découvrir.

Actuellement, les germes les plus fréquemment retrouvés restent le staphylocoque aureus et les germes commensaux de la peau.

Dans un second temps nous nous sommes donc interrogés sur notre pratique et nos résultats. A cette fin, nous avons étudiés de manière rétrospective une cohorte limougeaude rassemblant l'ensemble des interventions de neurochirurgie réalisées de 2002 à 2017 au CHU de Limoges. Nous avons cherché à déterminer les éléments influant notre taux d'ISO et les facteurs de risques de celles-ci.

I. Généralités : les infections du site opératoire en neurochirurgie crânienne et rachidienne.

I.1. Définition

Infection nosocomiale ou infections liées aux soins :

Selon le ministère de la Santé et l'INSERM^{6,7} il s'agit d'infections absentes au moment de l'admission du patient dans l'établissement. Cependant, si l'état infectieux du patient à l'admission est inconnu, l'infection est généralement considérée comme nosocomiale si elle apparaît après 48 heures d'hospitalisation. Si l'infection apparaît avant un tel délai, on considère en général qu'elle était en incubation lors de l'entrée dans l'établissement. Ces infections peuvent être directement liées aux soins (par exemple les infections post opératoires) ou simplement survenir lors de l'hospitalisation indépendamment de tout acte médical (par exemple une épidémie de grippe).

Infection de site opératoire (ISO) :

C'est une infection nosocomiale survenant après une intervention chirurgicale au niveau du site opératoire dans un délai de 30 jours après l'acte chirurgical sauf en cas de pose de prothèse ou d'implant où ce délai est prolongé à un an. La définition française actuellement utilisée est adaptée de la définition américaine déterminée par les Centers for Disease Control (CDC)⁸.

La définition américaine est la suivante : une infection de site opératoire est une infection survenant au niveau de l'incision ou en profondeur de celle-ci dans les 30 jours qui suivent l'intervention ou 90 jours en cas d'implantation de matériel.

Certains auteurs considèrent que cette définition est à adapter notamment pour les patients ayant eu une craniectomie avec un délai de suivi nécessaire jusqu'à 50 jours⁹.

I.2. Classification

On distingue 3 types d'ISO dans la classification américaine¹⁰ qui est aussi utilisée en France (Figure1) :

- Les infections superficielles (superficial incisional SSI) intéressent le tissu cutané et sous cutané. Cela se traduit par des douleurs, une rougeur, de la chaleur et un écoulement purulent au niveau de l'incision.
- Les infections profondes (deep incisional SSI) intéressent les tissus mous plus profonds. Cela se traduit par l'évolution d'un abcès mis en évidence par examen radiologique, l'examen direct ou lors d'une réintervention. A cette occasion, on retrouve également un écoulement purulent profond.
- Les infections d'organe (organ/space SSI) tel que la médiastinite, l'endocardite, l'ostéomyélite, la méningite, la vésiculite ou l'infection intra abdominale.

Le système de santé américain utilise également le terme d'ISO sévère ou non. Les ISO considérées comme sévère sont celles nécessitant une hospitalisation ou une réintervention dans les 90 jours suivant le geste opératoire¹¹.

Les ISO cérébrales sont-elles à classer en superficielle, atteinte du volet, infection épidurale et atteinte profonde¹².

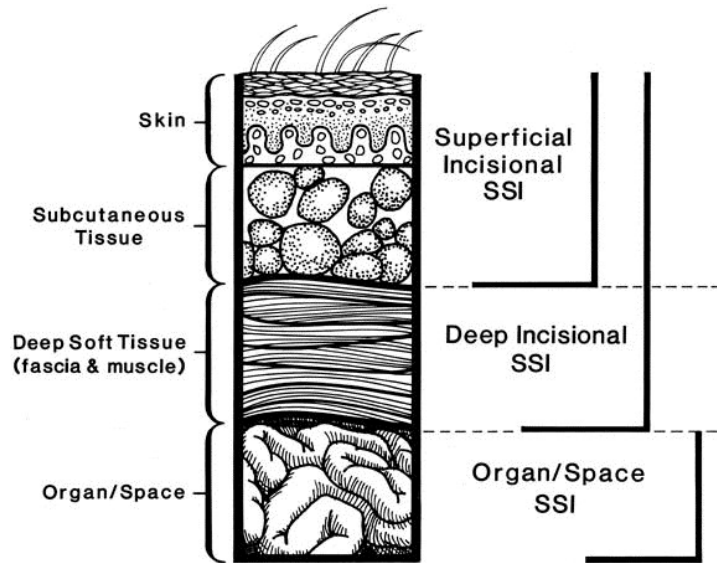


Figure 1: classification des ISO selon la CDC¹³

I.3. Incidence

Les infections de site opératoire figurent en deuxième place des infections liées aux soins dans les pays développés et en première position des infections liées aux soins dans les pays en voie de développement¹⁴. Ces ISO ont un impact sur la mortalité mais aussi économique, sur la durée des hospitalisations et la reprise chirurgicale. Devant l'importance de ces conséquences, la surveillance des ISO est considérée comme un élément prioritaire pour la prévention des infections nosocomiales et associées aux soins d'autant plus que l'analyse des pratiques et la mise en place de mesures correctrices a un important effet préventif¹⁵⁻¹⁷.

I.3.1. Dans la littérature.

Selon les études, le taux d'ISO varie de 0,7 à 12% en Neurochirurgie tous types d'interventions confondus. Les variations retrouvées selon les études sont liées notamment au type d'intervention :

- Concernant la chirurgie cérébrale¹⁸⁻²² ce taux varie entre 0,5²³ et 17,6²⁴ dans les articles ne s'intéressant qu'à ce type d'interventions. Il est intéressant de noter que les taux d'ISO les plus élevés, ceux qui dépassent 10%, ont été mis en évidence uniquement dans des études prospectives. Il est donc probable que les taux plus bas retrouvés dans la majorité des études soient liés à leurs méthodologies rétrospectives avec une moins bonne détection des ISO à posteriori comparé à un suivi spécifique pour la recherche d'une infection.

De plus, de nombreuses équipes ont étudié la survenue d'ISO selon des facteurs de risque suspectés. Ainsi, Golebwioski²⁵ s'est interrogé sur le lien entre la durée opératoire et la survenue des ISO et confirme un taux d'ISO variant de 1,1 à 9,1% selon la durée opératoire (cf II.9.a). De la même manière Abu Hamdeh²⁶ étudie la survenue d'ISO à 3 mois mais aussi

à 12 mois post opératoire avec des taux variant de 4,1 à 4,9% d'ISO. Ces différentes interrogations expliquent l'importante variation retrouvés dans les taux d'ISO. Par ailleurs, Rubeli²⁴ détermine le taux d'ISO avant et après introduction d'un système de prévention des ISO avec des résultats encourageants, le taux d'ISO passant de 7,8 à 3,7%.

- Dans les études portant sur le rachis²⁷⁻³² ce taux varie entre 0,7²⁸ à 12%²⁸. La revue de la littérature de Zhou³³ retrouve une incidence moyenne de 3,1% d'ISO après opération du rachis avec de grosse variations entre les études liés notamment aux techniques utilisées (percutanée vs open, voie postérieure) mais aussi selon le niveau opéré.

- Certains articles étudient à la fois les interventions cérébrales et rachidiennes³⁴⁻³⁶, par exemple Lopez³⁷ présente un taux global d'ISO de 4,85% mais ce taux diminue à 2,94% pour les interventions cérébrales et se majore à 5,30% pour le rachis. Dans cette étude, il détermine le taux d'ISO de chaque chirurgie (dérivation, craniectomie, synthèse lombaire, laminectomie etc) et met en évidence des facteurs de risque mais ne compare pas ces taux d'incidence d'ISO de manière statistique.

I.3.2. A l'échelle internationale

Dans les pays en voie de développement, les ISO sont les infections nosocomiales les plus fréquentes avec un taux d'incidence de 11,8%¹⁴ avec un niveau de risque plus élevé que dans les pays développés. Mais Adeleye³⁸ a montré qu'un suivi strict des guidelines permettait à un pays en développement d'atteindre un taux d'ISO similaire aux pays développés en Neurochirurgie. En effet, il présente un taux d'ISO de 4% pour les interventions cérébrales.

Bien que le taux d'ISO dans les pays développés³⁹⁻⁴¹ soit moindre, il reste important et arrive en deuxième position des infections liées aux soins. Le taux global d'incidence des ISO aux États-Unis, toutes chirurgies confondues est évalué entre 0,85⁴² et 1,9%⁴³.

- Au niveau de la chirurgie cérébrale, le Collège Américain de Chirurgie a notamment travaillé en 2016 sur les infections post opératoires aux États-Unis des personnes présentant un processus oncologique intra cérébral. Leur incidence est de 2,04%¹⁹. Les résultats sont similaires concernant la chirurgie cérébrale non urgente dans la revue rétrospective des ISO de Buchanan²⁰ portant sur une cohorte nationale systématique des patients réhospitalisés après une intervention (le Nationwide Readmission Database) qui retrouve un taux d'ISO de 2,2%. De Lissovoy⁴⁴ quant à lui relevait une incidence d'ISO de 0,34% pour la neurochirurgie en générale et une incidence de 0,22 à 0,25% pour les interventions cérébrales.
- Concernant la chirurgie du rachis, le taux d'ISO varie de 1,2% à 3,8%^{32,45}. L'atteinte neurologique semble majoré le risque d'ISO de ces chirurgies⁴⁶ de même qu'une origine traumatique comparé aux atteintes dégénératives.

I.3.3. En Europe

L'incidence des ISO est étudiée et suivi par le Centre Européen de la Prévention et le Contrôle des Pathologies⁴⁷. Leur dernier rapport de 2017 retrouvait une incidence des ISO variant de 0,5 à 10,1% selon le type d'interventions. 47% de ces infections étaient

superficielles, 30% profondes et 22% touchait des organes creux. La nature de l'infection n'est pas connue dans 0,5% des cas.

En neurochirurgie, seule la laminectomie était étudiée avec une incidence d'ISO de 0,8% ce qui est en décroissance par rapport aux rapports précédents de l'ECDC (European Center Disease Control).

I.3.4. En France.

L'incidence des ISO est de 3% toutes chirurgies confondues selon l'ECDC⁴⁷. En 2006, le Sénat estimé ce taux à 1,5% dans son rapport de l'OPEPS n° 421⁶.

L'étude nationale Raisin publié en 2020 retrouvait un taux d'incidence brut global d'ISO en Neurochirurgie de 1,03% IC95% [0,65 – 1,42] mais cette étude se consacre uniquement à des interventions rachidiennes.

Au niveau cérébral, l'incidence des ISO a été estimée pour la première fois en 1997 par Korinek²¹. Le taux d'ISO était de 4% dont 1,5% d'infections superficielles et 2,5% d'infections profondes à type de méningite ou d'abcès cérébraux.

I.4. Conséquences des ISO.

Concernant le retentissement économique, en 2006, le Sénat a estimé le coût des infections nosocomiales entre 2,4 et 6 milliards par an en France. Aux États Unis ce coût est évalué à 40 000 journées d'hospitalisation selon l'OMS et environ 1,5 milliards de dollars pour le système de santé américain. Le CDC¹¹ évalue ce coût entre 3,5 à 10 milliards de dollars ce qui se rapproche des conclusions de Zimlichman⁴⁸. De Lissovoy⁴⁴ estime que le coût d'une ISO est en moyenne de 25 897\$ en plus par patient infecté. En ce qui concerne l'Europe, ce coût global annuel est estimé entre 1,4 et 19,1 milliards d'euros^{14,47}.

Concernant la durée d'hospitalisation, aux États Unis la durée moyenne d'hospitalisation des patients présentant une ISO est en moyenne de 10,5 jours contre 5,6 jours pour les patients non infectés. Selon l'OMS¹⁴, la survenue d'une infection entraîne une hospitalisation plus longue en moyenne de 9,7 jours. A nouveau, De Lissovoy trouve des résultats similaires avec un séjour en moyenne majoré de 1 à 9 jours et également une majoration du risque de réhospitalisation⁴⁹. En Europe, la durée d'hospitalisation est majorée en moyenne de 6,5 jours⁵⁰ alors qu'en France, il semblerait que cette durée soit multipliée par 3^{14,51}.

Concernant la mortalité, une étude Européenne⁵² a évalué que 16049 décès par an en Europe sont liés aux infections de site opératoire. Mais ces infections sont avant tout un facteur d'évolution péjorative entraînant un retard des soins complémentaires dans les pathologies cancéreuses notamment. En Neurochirurgie, cela se voit en particulier chez les patients opérés pour la première fois d'un glioblastome qui ont une survie globale inférieure de 30% par rapport aux patients non infectés⁵³. La même étude Européenne a estimé une perte d'années de vie à 57,5 ans pour 100 000 personnes. Aux États unis, les ISO seraient responsables d'environ 8 000 décès par an selon Hidron⁵⁴, 99 000 selon De Lissovoy⁴⁴.

Concernant les reprises chirurgicales, le rapport Raisin retrouve un délai moyen entre l'intervention et le diagnostic de 15,3 jours et une reprise chirurgicale nécessaire dans 92,8% des cas ce qui est similaire aux données de la littérature. Mok⁵⁵ montre qu'une reprise précoce

avec débridement permet d'obtenir un pronostic fonctionnel similaire aux interventions non compliquées d'ISO en ce qui concerne les interventions rachidiennes instrumentées.

I.5. Surveillance

I.5.1. A l'international.

L'OMS¹⁴ a de multiples missions dont notamment celle de la surveillance et de la prévention des infections post opératoires. Un groupe de 20 experts mondiaux a travaillé à l'élaboration de 29 recommandations permettant de prévenir les ISO. Celles-ci ont été publiées en 2018. C'est le seul organisme ayant une vue globale de ce problème de santé publique. Pour les informations plus spécifiques à la neurochirurgie se sont surtout les méta analyses que l'on peut trouver dans la littérature qui nous sont utiles car avec un point de vue global^{31,33,56}.

I.5.2. Aux États-Unis.

Les études et organismes surveillant les infections de site opératoire à l'échelle d'un état sont nombreuses.

Notamment le NHSN⁴² programme de la CDC (Center for Disease Control and Prevention) qui a défini ce qu'est une ISO et classifié celle-ci en 3 groupes. Ces instances ont également mis en place une surveillance systématique des infections nosocomiales et plus précisément des infections post opératoires avec des mises à jour régulières des recommandations. Les dernières en datent sont de 2017¹¹.

D'autres organismes tels que le SHEA (Society for Healthcare Epidemiology of America), l'IDSA (Infectious Diseases Society of America), l'AHA (American Hospital Association), l'APIC (Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology) et The Joint Commission se sont également associés pour publier des stratégies permettant de limiter les ISO²⁷.

Aux États Unis, les assurances sont également très sensibilisées à ce problème ce qui a poussé les centres de Medicare et Medicaid à monter le projet SIP (Surgical Infection Prevention project). La transmission au SIP de certaines données notamment des complications infectieuses est nécessaire pour le remboursement ce qui favorise la récupération des données.

Le SIP a publié en 2002, trois mesures permettant d'améliorer l'antibioprophylaxie :

- débuter cette antibioprophylaxie une heure avant le geste opératoire
- antibioprophylaxie choisie selon les guidelines
- arrêt de cette antibioprophylaxie 24h après le geste

Dellinger⁵⁷ évalue l'impact du suivi optimal de ces mesures et retrouve une diminution d'un tiers des ISO avec une incidence passant de 2,3 à 1,7%. Malheureusement cette étude apprécie l'impact de ces mesures dans toutes les chirurgies.

Le Surgical Care Improvement Project (SCIP) a lui travaillé sur 3 autres éléments :

- la dépilation
- le contrôle de la glycémie
- la normothermie périopératoire

L'Institute for Healthcare Improvement (IHI) recommande globalement les mêmes prises en charge que les deux institutions précédentes et souligne l'importance de prise en charge protocolisée afin de minimiser l'erreur humaine.

Et enfin, The Joint Commission met en place des programmes pour faciliter l'appropriation et le respect des Guidelines de l'OMS et du CDC à l'échelle des hôpitaux.

I.5.3. Au niveau Européen.

Il existe également une surveillance européenne des infections de site opératoire qui met en évidence une décroissance progressive de l'incidence de ces infections⁴⁷. Les auteurs relient cette décroissance entre autres à la mise en place d'une surveillance qui sensibilise les professionnels de santé à cette problématique.

Dans les différents états membres, chacun dispose également de programmes nationaux tel que le NICE (National Institute for Health and Clinical Excellence) en Angleterre ou le UK Health Security Agency qui a développé un protocole en prévention des ISO. Initialement créer pour évaluer la chirurgie orthopédique cette mission s'est par la suite élargie à d'autre chirurgie et notamment à la neurochirurgie en 2008.

I.5.4. En France.

Au niveau National, les infections nosocomiales dans leur globalité sont surveillées au niveau national par le Centres de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales (CCLIN) et les Antennes Régionales de Lutte contre les Infections Nosocomiales (ARLIN).

Un programme de surveillance nationale a été institué en 1999. Il s'agit de la surveillance ISO-Raisin remplacée depuis septembre 2020 par la mission nationale de Surveillance et la Prévention du risque Infectieux liés aux actes de Chirurgie et en Médecine Interventionnelle (SPICMI). Les derniers résultats du réseau Raisin⁸ publiés en 2020 font état d'un taux d'ISO de 1,64% IC95% [1,55 – 1,72] et l'estime à 0,72% IC95% [0,56 – 0,91] pour les patients sans facteurs de risque (âge < médiane, NNIS-0, intervention programmée, durée pré-opératoire ≤ 1 jour) pour l'ensemble des chirurgies. Concernant la neurochirurgie, seule les cures de hernie discale et les laminectomies ont été étudiées. Il n'y a aucune donnée concernant la chirurgie crânienne. Les résultats sont les suivants : le taux d'incidence brut global d'ISO en Neurochirurgie est de 1,03% IC95% [0,65 – 1,42]. La densité d'incidence pour 1 000 jours de suivi était de 0,48 IC95% [0,30 – 0,66].

Le SPICMI⁵⁸ qui remplace le rapport Raisin a débuté par un audit des établissements afin de mettre en relief les points à travailler pour diminuer les taux d'ISO notamment sur la préparation cutanée de l'opéré et l'antibioprophylaxie.

Les pouvoirs publics⁵⁹ font preuve d'une réelle volonté de diminuer ces infections avec la mise en place d'un programme de lutte contre les ISO de 2005 à 2008 et l'information de la population à l'aide de la mission nationale d'information et de développement de la médiation sur les infections nosocomiales (Idmin).

I.5.5. Au niveau local

L'unité d'hygiène réalise des audits réguliers aussi bien des pratiques chirurgicales (audit de 2019) que des locaux. Cette unité a également recensé de 2002 à 2017 l'ensemble des ISO survenue au CHU de Limoges nous conférant une base de données très intéressante et complète avec un impact positif sur l'incidence des ISO¹⁶.

I.6. Prévention des ISO : Recommandations

I.6.1. Le score NNIS

Le score NNIS⁶⁰⁻⁶² a été mis en place de façon à déterminer le niveau de risque d'ISO en pré opératoire. Il prend en compte le score ASA, la durée opératoire et la classe d'Altemeier. Ces trois éléments sont cotés de 0 à 3 permettant ainsi de déterminer 4 niveaux de risques. Il correspond au NHSN international et a été mis en place par le CLIN. Ce score est reconnu pour aider à prédire le risque d'infection mais semble peut pertinent concernant la chirurgie cérébrale^{21,63,64} contrairement aux autres types de chirurgie.

I.6.2. Les recommandations des organisations non gouvernementales.

Devant les conséquences importantes de ces infections, de nombreuses équipes et organismes ont cherchées des moyens préventifs pour les diminuer. D'autant plus que de nombreuses études soulignent l'importance du processus de surveillance des ISO dans la prévention même de celle-ci par sensibilisation des professionnels et des patients.

Des guidelines officielles sont éditées et corrigées régulièrement par diverses structures. Ainsi, l'OMS¹⁴ a publié en 2016 et modifié en 2018 ces dernières directives, au nombre de 29 : 9 recommandations préopératoires, 14 per-opératoires et 3 post-opératoires, qui permettent de diminuer les ISO. Elles s'appliquent à toutes les interventions. En voici quelques une :

- douche antiseptique pré opératoire
- recherche d'une colonisation à BLSE
- antibioprofylaxie 120 min avant l'intervention
- conserver les cheveux ou si nécessaire, les couper mais ne pas les raser
- utilisation d'antiseptique alcoolique sur la peau
- lavage des mains au savon antimicrobien ou solution hydroalcoolique
- lutter contre la dénutrition
- arrêt des médicaments immunodépresseurs
- FiO₂ à 80% en per et post opératoire durant 2 à 6h
- lutte pour la normothermie du patient
- contrôle de la glycémie chez les patients diabétiques ou non

L'OMS a également mis au point une check list à réaliser pour chaque patient avant l'intervention :

Avant induction de l'anesthésie	Avant incision de la peau	Avant que le patient ne quitte la salle d'opération
(avec au moins l'infirmier(ère) et l'anesthésiste)	(avec l'infirmier(ère), l'anesthésiste et le chirurgien)	(avec l'infirmier(ère), l'anesthésiste et le chirurgien)
<p>Le patient a-t-il confirmé son identité, le site, l'intervention et son consentement ?</p> <input type="checkbox"/> Oui	<p><input type="checkbox"/> Confirmer que les membres de l'équipe se sont tous présentés en précisant leur(s) fonction(s)</p> <p><input type="checkbox"/> Confirmer le nom du patient, l'intervention et le site de l'incision</p> <p>Une prophylaxie antibiotique a-t-elle été administrée au cours des 60 dernières minutes ?</p> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Sans objet	<p>L'infirmier(ère) confirme oralement :</p> <input type="checkbox"/> Le type d'intervention <input type="checkbox"/> Que le décompte final des instruments, des compresses et des aiguilles est correct <input type="checkbox"/> Que les prélèvements sont bien étiquetés (lecture à haute voix des étiquettes, avec le nom du patient) <input type="checkbox"/> S'il y a des dysfonctionnements matériels à résoudre
<p>Le site de l'intervention est-il marqué ?</p> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Sans objet	<p>Anticipation d'événements critiques</p> <p>Pour le chirurgien :</p> <input type="checkbox"/> Quelles seront les étapes critiques ou inhabituelles ? <input type="checkbox"/> Quelle sera la durée de l'intervention ? <input type="checkbox"/> Quelle est la perte sanguine anticipée ?	<p>Pour le chirurgien, l'anesthésiste et l'infirmier(ère)</p> <input type="checkbox"/> Quelles sont les principales préoccupations relatives au réveil et à la prise en charge postopératoire du patient ?
<p>Le matériel et les produits d'anesthésie ont-ils été vérifiés ?</p> <input type="checkbox"/> Oui	<p>Pour l'anesthésiste :</p> <input type="checkbox"/> Le patient présente-t-il un problème particulier ?	
<p>L'oxymètre de pouls est-il en place et en état de marche ?</p> <input type="checkbox"/> Oui	<p>Pour l'équipe infirmière :</p> <input type="checkbox"/> La stérilité a-t-elle été confirmée (avec les résultats des indicateurs) ? <input type="checkbox"/> Y-a-t-il des dysfonctionnements matériels ou autres problèmes ?	
<p>Le patient présente-t-il :</p> <p>une allergie connue ?</p> <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui	<p>Les documents d'imagerie essentiels sont-ils disponibles en salle ?</p> <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Sans objet	
<p>un risque d'intubation difficile ou un risque d'inhalation ?</p> <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui, et équipement/assistance disponibles		
<p>un risque de perte sanguine >500ml (ou 7ml/kg en pédiatrie) ?</p> <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Oui, et des liquides et deux voies IV ou centrales sont prévus		

Cette liste de contrôle ne vise pas à être exhaustive. Les adjonctions et les modifications pour s'adapter à la pratique locale sont encouragées.

Révisé 1 / 2009

© OMS, 2009

Figure 2: Check list pré opératoire de l'OMS⁶⁵

Le CDC¹¹ en 2017 insiste également sur la douche pré opératoire, l'antibioprophylaxie sans se prononcer sur le délai pré opératoire de l'administration de celle-ci, le contrôle glycémique, la normothermie et l'oxygénation. Ces résultats sont concordants avec ceux d'Alexander et al⁶⁶.

I.6.3. Les recommandations dans la littérature.

Plusieurs équipes se sont également penchées sur la question en réalisant des revues de la littérature. Zingg⁶⁷ a mis en évidence plusieurs éléments d'organisations et de suivi permettant de diminuer les ISO, d'une part en insistant sur l'importance d'une organisation à l'échelle hospitalière avec une adaptation aux besoins locaux, d'autres part, en soulignant l'importance des guidelines pour la prise en charge en pré, per et post opératoire des patients dont les grandes lignes sont les suivantes :

- douche à l'antiseptique la veille
- antibioprophylaxie au bon moment pour obtenir un taux d'antibiotique dans le sang optimal lors de l'incision cutané soit 30 minutes avant celle-ci
- préparation cutanée en salle opératoire à base de solution alcoolique sauf en cas de contre-indication.
- en cas de chirurgie contaminée il faut doubler la dose d'antibioprophylaxie
- durant l'intervention, la glycémie doit être contrôlée et inférieure à 200mg/ml
- le patient doit rester normotherme
- l'oxygénothérapie peut aussi être utile en per et post op immédiat.

Fuglestad⁶⁸ confirme l'importance des éléments précédents mais aussi de l'arrêt du tabac en pre op.

Kerezoudis⁶⁹ montre l'efficacité d'une antibioprofylaxie précise et adapté ainsi que le dépistage et le traitement des porteurs asymptomatiques de staphylocoque aureus.

I.6.4. Les recommandations nationales.

En France, les recommandations de l'OMS sont utilisées de même que celles de la SF2H (Société française de l'hygiène hospitalière) qui a publié en 2004 (et corrigé en 2013) des recommandations de préventions des ISO parmi lesquelles le dépistage de maladie immunodépressive ou d'une infection concomitante au geste opératoire. La SF2H insiste aussi sur l'importance de l'information faite au patient, de l'ordonnancement du bloc opératoire et de la traçabilité des interventions. L'antibioprofylaxie est administrée une seule fois en pré opératoire, une demi-heure avant l'intervention. Celle-ci peut être répéter selon le dosage sanguin de l'antibiotique⁷⁰ ou de manière usuelle en France toutes les deux 1/2 vie de la molécule⁷¹. L'antibiotique utilisé est déterminé par des protocoles locaux afin de s'adapter aux germes les plus fréquents, généralement par les anesthésistes réanimateurs, et administré à deux fois la dose habituelle. Le plus fréquemment prescrit est la Céfazoline 2g à répéter toutes les 4h⁷² efficace sur les Staphylocoques aureus méticillino résistants (SARM).

I.7. Diagnostic

La référence selon le CDC et Anderson pour le diagnostic des ISO est le contrôle direct tous les jours de la plaie⁷³. Cela n'est malheureusement pas souvent possible et de plus en plus difficile à mettre en œuvre avec le développement de la chirurgie ambulatoire. A l'échelle d'un pays, pour un suivi épidémiologique, cela n'est pas envisageable aussi ont été développés des méthodes indirectes efficace^{74,75} de surveillance par analyse des prélèvements microbiologiques des patients, le suivi des chirurgiens et des infirmiers, la surveillance des registres de réadmissions, les réinterventions et l'utilisation d'antibiotiques. Certaines équipes ont également essayé de mettre en place des algorithmes permettant d'évaluer le risque individuel des patients de présenter une ISO en Neurochirurgie et donc d'adapté le suivi^{76,77}.

I.7.1. Diagnostic clinique

Pour le rachis, le retard diagnostic est fréquent et la symptomatologie variable selon le site atteint (le corps vertébral, le disque, les espaces paravertébraux etc). Le symptôme le plus fréquent est la douleur d'allure inflammatoire⁷⁸ mais aussi l'apparition d'un signe neurologique qu'il soit déficitaire ou radiculaire, un signe de Lasègue positif ou une perte de souplesse rachidienne.

Pour le crâne, le signe le plus fréquent sera la fièvre, mais aussi l'écoulement et l'inflammation cutanée au niveau du site opératoire, un syndrome méningé et de manière moins fréquente la désunion ou pour les infections chroniques, la lyse du volet osseux⁷⁹.

I.7.2. Diagnostic biologique

Les marqueurs biologiques classiquement utilisés pour diagnostiquer une infection : la CRP, les GB et les polynucléaires, sont naturellement élevées en post opératoire immédiat⁸⁰. Une

infection peut tout de même être suspectée en absence de diminution progressive de ses facteurs.

Pour le rachis : lwata⁸¹ donne des valeurs charnière faisant suspecter une infection : une CRP > 4,4mg/dL à J7 post op ou une lymphopénie < à 1180/dL à J4 sont suspect d'infection. Mais plusieurs études portent également sur d'autres éléments biologiques pouvant aider au diagnostic. Ainsi Lenski⁸² a montré que concernant la chirurgie rachidienne, le dosage de l'interleukine 6, moins cher, et au moins aussi efficace que celui de la CRP et s'élève plus vite que cette dernière permettant un diagnostic précoce en cas d'ISO. An⁷⁸ a lui montré la pertinence de l'élévation de la vitesse de sédimentation bien que cela ne soit pas pathognomonique d'une infection.

Pour le crâne, nous savons que l'inflammation locale n'a pas nécessairement de traduction biologique du fait de la barrière hémato encéphalique et l'absence de syndrome inflammatoire biologique ne doit donc pas rassurer^{79,83}.

La PL n'est pas souhaité pour diagnostiquer les ISO rachidiennes par crainte de diffuser le germe aux espaces sous arachnoïdiens⁸⁴ mais indiqué en cas de signes clinique évoquant une méningite et ce quelle que soit l'intervention initialement réalisée. Il faut évidemment avoir éliminer les contre-indications à une telle ponction⁸⁵.

I.7.3. Diagnostic radiologique

Pour les interventions cérébrales, nous utilisons le scanner et l'IRM avec une supériorité de cette dernière pour diagnostiquer une ISO notamment par l'utilisation de la diffusion¹².

Pour les interventions rachidiennes, le scanner est intéressant pour évaluer l'atteinte osseuse tandis que l'IRM, qui reste l'examen de référence, est plus efficace pour diagnostiquer une infection des parties molles ou discale mais aussi les atteintes épidurales ou médullaires^{78,84,86,87}.

Le TEP TDM⁸⁸ est intéressant notamment lors de la mise en place de matériel entraînant des artefacts sur les autres modalités d'imagerie. Il permet dans les prises en charge percutanée de déterminer précisément l'implant concerné.

I.7.4. A l'échelle hospitalière ou nationale

Le diagnostic des ISO fait partie des priorités des établissements de soins afin d'en étudier les causes et conséquences. Aussi plusieurs programmes de surveillance ont été élaborés avec notamment des systèmes automatisés tel que le Medicaire qui augmente la sensibilité de ce type de surveillance^{89-94 15,89-92}. L'élément qui semble le plus pertinent dans la détection des ISO est l'utilisation des données pharmacologiques et notamment de l'administration d'antibiotiques⁹¹⁻⁹³.

1.8. La flore bactérienne

Dans les infections liées aux soins, les germes les plus retrouvés sont par ordre de fréquence, le Staphylocoque coagulase négative, le Staphylocoque aureus, les Entérocoques et Escherichia coli. Concernant les infections post opératoire, le site de l'infection (superficiel, profond ou d'organe) intervient peu sur la flore bactérienne rencontrée contrairement au type de chirurgie⁵⁴.

Ainsi, en Neurochirurgie, le staphylocoque aureus est le germe le plus fréquemment rencontré dans les infections post opératoire^{8,26,47,54,65,71} et cela que l'on considère la chirurgie crânienne⁷⁹ ou rachidienne^{55,78}. Les autres germes les plus fréquemment retrouvés sont les germes commensaux cutanés tel que le Staphylocoque à coagulase négative et le Propionibacterium Acnes^{26,54,71}, ce dernier notamment dans les infections lentes⁷⁹. Mais également, les entérobactéries (31,4%) dont principalement Escherichia coli (22,9%).

Des études récentes ont également souligné l'impact des bactéries gram négatif dans la chirurgie rachidienne notamment lorsqu'elle est réalisée au niveau lombaire dans le cadre d'une scoliose neurodégénérative et en cas d'association avec une incontinence urinaire ou fécale³².

Aux États Unis, les germes les plus fréquemment responsable d'ISO sont le Staphylocoque aureus (30,4%), le Staphylocoque coagulase négative (11,7), l'Escherichia Coli (9,4) et enfin l'Enterococcus faecalis (7,9%) selon l'OMS¹⁴.

En Europe, il s'agit du Staphylococcus aureus (21.5%) et de l'Escherichia Coli (13.9%) selon l'ECDC⁴⁷.

1.9. Prise en charge des infections de site opératoire

1.9.1. Prélèvements bactériologiques et antibiothérapie

Devant le diagnostic d'une infection de site opératoire, en absence de signe de gravité, la première étape est d'identifier les germes en cause. Le premier prélèvement en cas de suspicion d'une ISO est une hémoculture, d'autant plus en cas de fièvre⁹⁵ mais aussi des prélèvements locaux par biopsie ou PL ou encore, des prélèvements au bloc opératoire directement au niveau du site opératoire ce qui reste le plus pertinent. Une fois les prélèvements réalisés, un traitement antibiotique probabiliste est instauré avant d'être modifié selon les résultats bactériologiques obtenus. Cette antibioprofylaxie probabiliste est propre à chaque type de chirurgie et est très codifiée par la SFAR⁹⁶.

Concernant l'antibiothérapie probabiliste des ISO de Neurochirurgie. Dans la mesure du possible, ce traitement doit être débuté après réalisation de prélèvements permettant de documenter les germes en cause et notamment des prélèvements du LCR.

- Pour les méningites post-opératoires ou les abcès cérébraux, le traitement probabiliste comporte du Cefotaxime 12g/j associé à de la Fosfomycine 500mg*3/j sauf en cas de suspicion d'un germe précis pouvant orienter la décision thérapeutique.
- Pour les infections rachidiennes, le traitement probabiliste se fait également à l'aide d'association d'antibiotique. Celles à privilégier sont les suivantes :

- uréïdopénicilline/inhibiteur de bêta-lactamase + vancomycine ou céphalosporine de 3^e génération + vancomycine
 - carbapénème (sauf ertapénème) + vancomycine
 - céphalosporine de 3^e génération + fosfomycine.
- Il est nécessaire de réévaluer l'antibiothérapie à 48h ou dès qu'un germe a pu être mis en évidence quel que soit le site de l'infection. L'antibiothérapie est alors adaptée à l'antibiogramme et est prolongée durant 12 jours pour une méningite, 4 semaines pour une infection des tissus mous et de la peau, 6 semaines en cas d'ostéomyélite associé (ex : atteinte du volet osseux dans un empyème cérébral) ou pour un abcès cérébral bien drainé, 12 semaines en cas d'implant en place et jusqu'à résolution de l'infection sur les examens d'imagerie en cas d'abcès ou d'empyème cérébraux non drainé. Au niveau rachidien, la SPILF préconise un traitement de 6 à 12 semaines en cas d'infection osseuse.
 - Surveillance par imagerie répétées du site opératoire à la fin de l'antibiothérapie et à distance de celle-ci.

En cas de signe de gravité, tel qu'une dégradation neurologique avec un score de Glasgow inférieur à 8/15, un sepsis ou choc septique, l'administration des antibiotiques n'attend pas la réalisation des prélèvements et nécessite une prise en charge en réanimation.

I.9.2. Place de la chirurgie.

Quel que soit le site de l'ISO, un geste de drainage et de nettoyage peut être nécessaire à visée diagnostique, pour lever une compression ou diminuer un inoculum.

I.9.2.1. Rachis.

Au niveau rachidien, une intervention est à programmer en cas d'instabilité, de déformation ou d'évolution neurologique mais nous ne disposons pas de consensus précis notamment en ce qui concerne l'ablation ou non du matériel.

Concernant les infections précoces (dans les trois premiers mois post opératoire), selon la SPILF⁹⁷, le matériel peut être laissé en place s'il est encore solide mais il est dans tous les cas nécessaires de drainer l'abcès profond ou épidual. Ces résultats sont similaires à ceux de Hedequist⁹⁸, Kowalsky⁹⁹, Buttler¹⁰⁰, Yudistira¹⁰¹, Mok⁵⁵ et Kobayashi¹⁰². Ce dernier met en évidence un impact du germe identifié et notamment du SARM qui majore le risque d'ablation du matériel. Le matériel peut être conservé si le traitement antibiotique est associé à un débridement, à une antibiothérapie adaptée et à une prise en charge chirurgicale précoce pour Kowalski⁹⁹ et Buttler¹⁰⁰. Ce dernier montre également le rôle du type de matériel implanté. En effet, les bactéries sont plus adhérentes sur du PEEK que sur du titane. Il considère également que le retrait du matériel permet de raccourcir la durée du traitement antibiotique

Les patients de Lazary⁴⁵ pour qui le débridement, l'irrigation et l'antibiothérapie suffisent n'ont pas de récupération différente à long terme que ceux n'ayant pas présenté d'ISO mais leur ressenti de récupération est moins bon.

Bachman¹⁰³ étudie les pratiques de plusieurs chirurgiens en ce qui concerne les scolioses idiopathiques de l'adolescent dans une étude multicentrique. La reprise chirurgicale est systématique en cas d'infection profonde et très fréquente (80%) quand celle-ci est

superficielle. Concernant le matériel celui-ci est retiré en cas d'infection profonde uniquement et pour certain praticien ce sont seulement les greffes osseuses qui sont retirées ou remplacées. Ce traitement chirurgical est évidemment associé à un traitement antibiotique IV en cas d'infection profonde, IV ou PO en cas d'infection superficielle.

Li et al¹⁰⁴, Mok⁵⁵ et Picada¹⁰⁵ soulignent quant à eux l'importance de l'irrigation agressive et du débridement sans ablation de matériel.

D'autres auteurs ne retirent le matériel qu'après plusieurs tentatives de traitement « conservateur ». Ainsi, Aydinli conserve le matériel jusqu'à trois reprises chirurgicales à 48h d'intervalles, Prost jusqu'à deux reprises chirurgicales associées à une irrigation. De même selon la revue de la littérature de Khan¹⁰⁶, la majorité des chirurgiens ne retirent le matériel que lorsque le débridement, l'irrigation et l'antibiothérapie seuls n'ont pas été suffisants.

Au contraire pour Ho et al¹⁰⁷, la conservation du matériel majore le risque de reprises chirurgicales multiples.

Concernant les infections tardives (au-delà des trois mois post opératoire), la SPILF recommande l'ablation du matériel d'autant que la consolidation a souvent pu être obtenue, associé là aussi au drainage de l'abcès profond ou épidual. Les conclusions sont les mêmes pour Hedequist⁹⁸, Kowalski⁹⁹, Butler¹⁰⁰, Yudistira¹⁰¹ et Kobayashi¹⁰².

En cas d'ablation du matériel, le patient présente un risque majoré de nouvelle déformation même après une infection chronique^{99,102}. Un suivi au long cours est donc nécessaire avec une possible réimplantation de matériel à distance du traitement antibiotique. La synthèse quant à elle permet également de diminuer les douleurs rachidiennes résiduelles⁸⁷ mais n'est utile qu'en absence d'amélioration après immobilisation et traitement antibiotique ou en cas d'abcès paravertébral volumineux

I.9.2.2. Crâne.

En cas de méningite isolée sans abcès ou empyème, un traitement antibiotique seul est nécessaire après réalisation de prélèvements à but diagnostic.

En cas de collection, que celle-ci soit extradurale, sous durale ou intra-parenchymateuse, une intervention doit être réalisée à visée diagnostique et thérapeutique afin de diminuer l'inoculum et l'effet de masse. Le volet osseux doit être retiré et jeté. En effet, cet os n'est plus vascularisé et donc imperméable aux antibiotiques administrés per os ou IV. Certaines équipes essayent de le conserver avec une réimplantation à distance après stérilisation^{108,109}.

Les dernières recommandation de 2017^{96,110} indiquent :

- En cas d'infection précoce (< 4 semaines), un débridement et nettoyage seul est possible sans ouverture de la plastie durale si l'imagerie préopératoire a éliminé une infection sous durale et si cette plastie est étanche. Le matériel de fixation du volet osseux doit être changé. Les antibiotiques doivent être efficaces sur le biofilm.
- En cas d'infection chronique (> 4 semaines), la plastie durale et tous les composés exogènes doivent être retirés.

I.10. Facteurs de risques.

I.10.1. Crâne

De nombreuses études ont déjà mis en évidence des facteurs de risque certains reconnus et d'autres pour lesquels la certitude n'a pu encore être établie.

La durée opératoire est retrouvée dans de nombreuses études^{22,25,34,56,111} mais avec des valeurs charnières variables. Ainsi, dans la méta analyse de Fang⁵⁶ la durée opératoire au-delà de laquelle le risque d'ISO est majoré est estimée à 4h mais ce délai chute à 90 minutes chez Patel et al³⁴. Il est estimé entre 6 et 8 h par Schipmann et al¹¹¹ et à 200 minutes par Idali et al⁶³. Han et al²² trouvent eux une association linéaire de la durée opératoire avec le risque d'ISO chaque heure de chirurgie supplémentaire majorant le risque de 34%. Les durées opératoires charnières sont différentes mais toutes soulignent l'impact de la durée du geste opératoire même si certaines études ne retrouvent pas ce facteur de risque¹¹².

La fuite de LCR est aussi très fréquemment mise en évidence^{18,20,21,34,56,111,113}. Dans l'étude de Fang⁵⁶ la fuite de LCR tout comme son drainage sont des facteurs de risque d'ISO, il en est de même dans l'étude de Patel pour qui il s'agit même du facteur de risque prépondérant d'ISO sans toutefois faire la distinction entre le drainage et la fuite de LCR.

Le score ASA^{37,56,111} utilisé depuis environ 60 ans est aussi un facteur de risque d'ISO lorsqu'il est supérieur à 2 chez Fang⁵⁶, supérieur à 3 chez Boissoneau¹¹⁴. Il est pris en compte dans le score NNIS et est reconnu par les grandes instances tels que l'OMS mais n'est pas retrouvé chez tous les auteurs^{63,115} probablement du fait des effectifs.

L'absence d'antibioprophylaxie^{8,37,47,65,116,117} est un facteur de risque, bien qu'il n'apparaisse pas dans la méta analyse de Fang⁵⁶. C'est un élément reconnu comme un facteurs de risque d'ISO par toutes les instances officielles^{11,47,118}.

L'impact de l'âge est discordant selon les études. En effet, l'âge jeune est un facteur de risque selon Schipmann¹¹¹ alors que c'est le fait d'être plus âgé selon Mc Cutcheon¹⁹ et Buchanan²⁰ qui est à risque tandis que ce facteur n'intervient pas chez d'autres auteurs^{56,63,112}.

Le sexe masculin est un facteur de risque retrouvé dans plusieurs articles¹¹¹ tandis que le sexe féminin semble lui protecteur¹⁹. Dans d'autres études il n'apparaît pas significatif^{63,112}.

Certaines études ont également mis en évidence un impact de la durée d'hospitalisation préopératoire^{18,113,117} dès qu'elle dépasse une journée.

Le diabète^{34,56} tout comme l'hypertension artérielle⁵⁶ n'apparaît pas dans toutes les études alors que d'autres^{115,117} soulignent son importance et les dernières recommandations de l'OMS¹⁴ et la CDC¹¹ prennent bien en compte le contrôle de la glycémie comme un élément préventif des ISO et cela que le patient soit diabétique ou non.

Concernant les cheveux en chirurgie crânienne, et les poils en général, de nombreuses études trouvent un effet délétère au rasage et notamment au rasage mécanique ainsi qu'un impact psychologique¹¹⁹ non négligeable. En absence de dépilation, il faut être vigilant à la présence de cheveux dans la plaie et cela tout au long de l'intervention et encore plus lors de la fermeture. Ainsi le meilleur compromis semble être de réaliser un rasage électrique sur quelques millimètres de part et d'autre de l'incision^{109,120} alors que les recommandations de 2013 de la SF2H préconisent de ne pas réaliser une dépilation de manière routinière et si celle-ci est réalisée, de privilégier la tonte. Il en est de même pour Bhatti¹²¹. Par ailleurs le moment de la tonte ne semble pas avoir d'impact sur la survenue ou non d'une ISO^{63,122}.

La multiplication des chirurgies est également un facteur de risque et ceux dès la première reprise^{19,21,56,111,112}.

La mise en place de matériel exogène double le risque d'ISO chez Patel et al³⁴ mais semble être un facteur de risque uniquement d'infection profonde et d'organe chez Schipmann et al¹¹¹.

La réalisation d'une intervention en urgence multiplie par 1,8 le risque d'ISO selon Boissoneau¹¹⁴. Lopez³⁷ et Idali⁶³ ont des résultats similaires contrairement à Dashti²³ et Jimenez .

De nombreux autres éléments ont été retrouvés de manière sporadique comme des marqueurs de risques que ce soit la prise stéroïdes^{56,112,123}, la taille de l'établissement²⁰, la durée d'hospitalisation en réanimation en post op^{63,111}, la plaie veineuse⁵⁶, la chimiothérapie pre opératoire ou per opératoire avec le Gliadel^{18,19,53}.

I.10.2. Rachis

Tout comme dans la chirurgie crânienne, la durée opératoire apparaît comme un facteur de risque avec des divergences sur le délai charnière : au-delà de 3h pour Fei²⁸, de 5h pour Schairer¹²⁴ et Schoenfeld¹²⁵ mais aussi pour Platel, Lubelski et Wimmer^{34,77,126}.

La fuite de LCR a été moins étudié comme facteur de risque d'ISO dans les interventions rachidiennes que dans la chirurgie crânienne. Cela doit être lié au fait que les brèches sont bien moins fréquentes et normalement absente de toutes les interventions de synthèse. La mise en place de drains pendant plus de 48h et également beaucoup plus rare.

Le score ASA apparaît comme un facteurs de risque^{37,77,123,127,128} lorsqu'il est > à 2 chez Anderson²⁷ et > à 3 chez Oghiara³⁰.

L'âge^{123,129-131} majore le risque d'infection mais aussi de mortalité de façon significative au-delà de 80ans dans la chirurgie d'arthrodèse¹²⁵. Là aussi, l'âge charnière varie selon les études.

Concernant l'impact du sexe, les résultats sont discordants^{30,77,128,132,133}.

Le diabète et l'obésité sont les facteurs de risque d'infection post opératoire les plus fréquemment retrouvés dans la chirurgie rachidienne^{126,134-137} notamment après une chirurgie

de synthèse²⁹. Les autres comorbidités, l'état nutritionnel¹³⁸ ainsi que la consommation de tabac apparaissent aussi régulièrement comme des facteurs de risque d'ISO^{27-29,77,127,128,130,132}.

Le type de chirurgie semble également intervenir avec un surrisque concernant la chirurgie cancéreuse et la chirurgie de la déformation (scoliose) par rapport à la chirurgie du rachis dégénératif^{130,133} et de manière plus précise avec un risque majoré pour les patients présentant une cyphose par rapport à ceux présentant une scoliose^{32,130}. En cas de synthèse le risque est majeur au niveau thoracique par rapport au niveau lombaire et il est encore moindre au niveau cervical^{30,34}. Ce risque est aussi lié au nombre de niveaux arthrodésés^{124,127,131}. Concernant la voie d'abord, les abord postérieurs^{28,135} et en open¹³⁰ majorent le risque d'infection.

La réalisation d'une intervention en urgences³⁷ majore le risque d'infection de 1,4 fois selon Boissoneau¹¹⁴, il en va de même pour les pertes sanguines^{27,126,127}.

L'utilisation de Vancomycine en poudre dans les interventions rachidiennes par voie ouverte postérieure a aussi été étudiée. Les résultats sont discordants. Zhou³³ et Yao¹³⁹ montrent une diminution de leur taux d'ISO à la suite de l'utilisation de Vancomycine en poudre au niveau du site opératoire tout comme Ushirozako¹⁴⁰. Cet intérêt reste controversé car il semblerait diminuer les risques d'infections à Staphylocoque mais majore le risque d'infection à d'autres germes^{141-143,144} et n'est pas retrouvé par d'autres^{145,146} aussi n'y a-t-il pas de recommandation actuellement quant à l'utilisation de ce traitement préventif.

Quelques études bien que peu nombreuses ont étudié l'impact des drains laissés en place en post opératoire. Pennington¹⁴⁷ a mis en évidence une majoration du risque d'infection post opératoire selon la durée de drainage et ceux notamment au-delà d'une semaine. Cette durée est variable selon les études de 3 à 5 jours¹⁴⁸. A contrario, le nombre de drain et la quantité de sang évacué de la sorte n'ont pas d'impact sur le risque d'ISO. Herrick¹⁴⁹ lui met en évidence la diminution du risque d'ISO qu'entraîne la mise en place d'un drain initialement mais ce résultat est controversé notamment en ce qui concerne le rachis cervical¹⁴⁸.

I.10.3. Crâne et rachis

La majorité des études comparent les risques d'infections selon l'indication de la chirurgie selon qu'elle ait été carcinologique, dégénérative, de dérivation^{36,150} etc mais certaines d'entre elles comparent les interventions selon leur site, cérébral ou rachidien. Les résultats dépendent également du type d'infection étudié. Ainsi, les méningites surviennent plus fréquemment dans les interventions pour lesquelles une dérivation est mise en place que dans les autres interventions cérébrales et cette différence est encore plus notable avec les interventions rachidiennes. Pour Stienen et al³⁶, le risque est majeur pour la neurochirurgie vasculaire suivi des chirurgies carcinologiques au niveau cérébral et des chirurgies avec mise en place de shunt et enfin, le nadir du risque infectieux est atteint pour les interventions rachidiennes. Boissoneau et al¹¹⁴ retrouve 1,5 fois plus d'infection après une chirurgie crânienne qu'après une chirurgie rachidienne. Valentini et al¹⁵¹ ont également plus d'infection après craniotomie que dans les interventions rachidiennes mais rapproche leur résultat de la durée opératoire.

En revanche, les infections profondes sont-elles plus fréquentes dans les interventions rachidiennes^{35,36}.
Enfin, Fiani et al¹⁵² relèvent des taux similaires d'infection quel que soit le type de chirurgie.

II. Infections du site opératoire en Neurochirurgie : étude rétrospective monocentrique d'une cohorte de 19949 patients.

II.1. Introduction

De nombreuses avancées concernant l'asepsie et la prise en charge pré, per ou post opératoire ont nettement amélioré les résultats des interventions chirurgicales. Cependant les infections de site opératoire restent un problème de santé publique responsable d'une mortalité, d'une morbidité et d'un coût économique important ainsi que d'une durée d'hospitalisation plus longue et d'un risque de réhospitalisation plus important. Il est évidemment intéressant de comparer nos pratiques et nos résultats à la littérature afin de déterminer nos points forts mais également les axes d'amélioration. De plus, comme cité plus haut, de nombreux groupes d'experts recommandent une adaptation locale des protocoles de prévention d'infections. Pour cela, il est nécessaire de connaître les spécificités de la population que l'on soigne et leurs facteurs de risque propres. Nous avons donc étudié les infections de site opératoire survenue en Neurochirurgie de 2002 à 2017 au CHU de Limoges.

II.2. Objectifs

II.2.1. Objectif principal

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer l'incidence d'ISO dans notre service et de le comparer aux données de la littérature. Nous nous sommes également intéressés à l'évolution de cette incidence au cours du temps et aux raisons des variations mises en évidence.

II.2.2. Objectifs secondaires

Les objectifs secondaires de notre étude sont :

- la recherche de facteurs de risque d'ISO dans notre cohorte. Nous avons étudié l'impact du site opératoire, de l'âge, du sexe, de la durée opératoire, de la classification d'Altemeier, de la classification ASA, de l'identité du chirurgien et de son ancienneté, de la saison et de la durée d'hospitalisation pré opératoire.
- l'étude des facteurs de risque selon le type de chirurgie (crâne vs. rachis).

II.3. Matériel : la base de données

II.3.1. Historique

Dans cette étude rétrospective, monocentrique nous avons utilisé un registre prospectif de toutes les interventions chirurgicales réalisées au CHU de Limoges de 2002 à 2017. Ce registre mis en place par le service d'hygiène du CHU de Limoges recense toutes les interventions, toutes spécialités chirurgicales confondus avec pour objectif un suivi globale de l'incidence des ISO.

Pour chaque intervention, le chirurgien devait déclarer la survenue d'une ISO dans le mois suivant la date opératoire ainsi seules les infections précoces du site opératoire peuvent être étudiées.

La déclaration du chirurgien basée sur l'aspect de la cicatrice, la biologie du patient et les résultats d'imagerie de contrôle tels que les TDM ou IRM du site opératoire étaient corrélées avec les résultats bactériologiques et les données du logiciel du bloc opératoire.

Les patients qui ont bénéficié d'une reprise chirurgicale apparaissent donc plusieurs fois dans la base de données mais ce sont ici les interventions que l'on a étudiées. Ainsi les interventions de reprise ne sont pas considérées comme source d'une ISO étant donné que celle-ci était déjà présente lors de la réalisation du geste technique.

II.3.2. Données exploitables

La base comporte 23 012 interventions réalisées en Neurochirurgie de 2002 à 2017. 19 949 ont été étudiées dans notre recherche (Figure 3).

Cette base de données recense pour chaque intervention, l'identité du patient qui a été anonymisée, la date de naissance pour 19 948 d'entre eux, le sexe du patient qui est connu pour 19 948 d'entre eux, l'intitulé de l'intervention réalisée connu pour chacune d'entre elles. Il en va de même pour le code CCAM de l'intervention, la présence d'une ISO ou non, l'identité du chirurgien et la date de l'intervention. La classification ASA du patient est connue pour 13 930 interventions, la classification Altemeier recensée pour 17 019 interventions, la durée opératoire pour 18 983 interventions sur les 19 949 recensées. Concernant la date d'entrée et de sortie d'hospitalisation, celles-ci sont notifiées respectivement pour 18 351 et 18 297 interventions sur les 19 949.

Pour chaque chirurgien nous avons pris en compte leur ancienneté lors des interventions qui a été déterminée en comparant la date de l'intervention étudiée à celle de leur première intervention recensée.

En revanche, nous ne disposons pas de données suffisantes concernant l'administration d'une antibioprofylaxie. En effet nous ne disposons de cette information que pour 2 775 interventions. De même, la nature de l'infection, c'est-à-dire si elle est superficielle ou profonde n'est connue que pour 404 interventions et le germe retrouvé pour 397 d'entre elles.

Enfin nous ne disposons d'aucune donnée concernant les comorbidités du patient plus précisément que par l'ASA et le traitement antibiotique mis en place.

II.4. Méthode.

II.4.1. Population.

II.4.1.1. Nettoyage de la base de données

Le premier point important à considérer est que nous avons étudié ici les interventions et non les patients. Ainsi, un patient qui a été opéré plusieurs fois soit d'une reprise soit du fait d'une nouvelle pathologie apparaîtra plusieurs fois dans notre base de données. Cela est lié au fait que nous nous intéressons à la complication infectieuse de chaque intervention indépendamment l'une de l'autre. Un patient peut avoir été opéré d'une hernie discale qui s'est compliquée d'une infection puis quelques années plus tard d'un canal lombaire étroit sans complication. Inversement, un patient réopéré du fait d'une infection de site opératoire apparaîtra également deux fois mais c'est uniquement la première intervention, celle à l'origine de l'ISO qui sera considérée comme infectante.

Tout d'abord, nous avons déterminé la liste des chirurgiens ayant exercé entre 2002 et 2017 dans notre service afin de sélectionner leurs interventions. Ceux-ci sont au nombre de 13. Nous n'avons conservé que les interventions réalisées après leur début d'activité en tant que PH ou CCA. En effet certains d'entre eux ont fait leur internat au CHU de Limoges et avait pu être noté en opérateur principal avant la fin de leurs études de troisième cycle. Nous ne les avons pas pris en compte afin de ne pas introduire un biais potentiel lié à l'expérience des intervenants.

Les interventions étaient généralement associées à un intitulé de bloc opératoire et à un code CCAM. C'est ce dernier que nous voulions utiliser pour classer nos interventions. Ainsi nous avons dans un premier temps vérifié que l'ensemble des codes utilisés correspondait à une intervention neurochirurgicale. Quand ce n'était pas le cas et que ce code correspondait à une intervention d'autre nature ou à un geste associé, il a été corrigé à l'aide de l'intitulé de l'intervention ou par vérification dans le dossier patient sur le logiciel M-EVA. Nous avons finalement 405 codes CCAM utilisés pour caractériser nos interventions.

Par la suite, nous avons également complété ces codes pour les interventions ou il ne figurait pas, notamment à l'aide de l'intitulé de l'intervention. Quand celui-ci était également manquant ce qui était le cas pour 188 interventions, une recherche nominative dans le logiciel hospitalier M-EVA a été réalisée. Cependant, pour 150 interventions, ce code CCAM n'a pu être retrouvé. Nous avons également éliminé les 122 interventions enregistrées mais non réalisées. Celles-ci disposaient d'un code CCAM rempli lors de l'arrivée au bloc du patient mais l'absence d'intervention était notifiée dans l'intitulé de l'intervention.

Les interventions disposaient d'un code ISO (1, 2, 3, 5) correspondant à la survenue ou non d'une infection :

- 1 : intervention au CHU de Limoges compliquée d'une ISO
 - 2 : intervention au CHU de Limoges sans ISO
 - 3 : reprise après une infection acquise dans un autre établissement
 - 5 : reprise après une infection acquise au CHU de Limoges (après une intervention codée 1)
- Nous avons ici considéré les interventions codés 3 et 5 comme des 2 car ce que nous étudions sont les ISO acquises dans notre service de Neurochirurgie du CHU de Limoges.

Le sexe était manquant également pour une dizaine d'interventions et a été complété sauf pour l'une d'entre elles où le dossier patient trop ancien, n'a pu être retrouvé sur le logiciel hospitalier.

II.4.1.2. Sélection des interventions : critères d'inclusion et d'exclusion

La base de données recense donc l'ensemble des interventions chirurgicales réalisées au CHU de Limoges, toutes spécialités confondues. Nous nous sommes intéressés ici uniquement à celles réalisées dans le service de Neurochirurgie.

Toutes les interventions de neurochirurgie réalisées du 21 mai 2002 au 29 décembre 2017 ont été incluses. 23 012 interventions ont eu lieu sur ces 15 années dans nos deux salles opératoires.

Les critères d'exclusion étaient : les interventions réalisées par des chirurgiens extérieurs au service ou par des internes, les interventions réalisées par les chirurgiens de notre service avant qu'ils ne soient CCA ou PH, les chirurgies recensées mais n'ayant pas eu lieu pour

raisons anesthésiques notamment, les interventions pour lesquelles le statut ISO est inconnu, et celles pour lesquelles aucun code CCAM n'a pu être retrouvé et certaines qui n'ont pas été considérées comme des interventions neurochirurgicales. Ainsi 19949 interventions ont pu être étudiées dont 412 compliquées d'une ISO.

II.4.2. Classification des interventions chirurgicales.

Une fois l'ensemble des données nécessaires recueillies, il a fallu classer les interventions en différentes catégories. Bien que plusieurs études aient montré des risques d'ISO différents selon le site opératoire notamment entre les interventions cérébrales comparées aux interventions rachidiennes^{3,35,36,150,151}, aucune classification officielle des interventions de neurochirurgie n'a été retrouvée. Dewan et Wilde ou Smith¹³⁰ en ont proposé mais celles-ci ne sont pas devenues des références ou ne sont pas utilisables à posteriori. Nous en avons donc créé une que nous avons complétée à l'aide des codes CCAM (Annexe 1).

Pour cette première analyse, nous avons uniquement séparé les interventions en « crâne », « rachis », « fonctionnelle » et « autres ». Cette dernière catégorie regroupe des interventions de neurochirurgie périphériques tel que les canaux carpiens et celles à cheval avec d'autres spécialités tel que les ethmoïdectomies.

II.4.3. Analyse des facteurs de risques

Les informations concernant les procédures chirurgicales ont été récupérées à partir du logiciel du bloc opératoire, M-EVA. Les facteurs de risque étudiés ont été : la classification d'Altemeier, la durée opératoire, le type de chirurgie selon notre classification, le genre, l'âge, la saison, la durée d'hospitalisation avant l'intervention, l'identité du chirurgien et son ancienneté.

La classification d'Altemeier qui distingue 4 niveaux de risque d'ISO pour les interventions (chirurgie propre, contaminée, propre contaminé, sale), a été modifiée pour ne considérer que 2 groupes, les chirurgies propres et les autres. En effet cela facilite les analyses statistiques et les interventions non propres étant rares en Neurochirurgie, cela minore les différences d'effectifs présents entre chaque groupe.

La durée opératoire est analysée comme une variable linéaire.

Le type de chirurgie distingue les interventions rachidienne, cérébrale, fonctionnelle et les autres.

Le genre est une variable dichotomique

Nous avons séparé les tranches d'âge par quartile, de 0 à 43 ans, 44 à 55 ans, 56 à 68 ans et de 69 à 101 ans.

Nous avons défini les saisons selon les équinoxes et les solstices ; le printemps d'avril à juin, l'été de juillet à septembre, l'automne d'octobre à décembre et l'hiver de janvier à mars.

Concernant la durée d'hospitalisation nous avons défini 3 catégories : 24h d'hospitalisation pré opératoire, entre 24 et 48h et plus de 48h.

L'identité du chirurgien a été anonymisée de A à M et son ancienneté déterminée en comparaison à la date de sa première intervention. Cette information a été traitée comme une variable continue.

II.4.4. Analyses statistiques

Les analyses ont nécessité une étroite collaboration avec l'équipe du Centre d'Épidémiologie, de Biostatistiques, et de Méthodologie de la Recherche (CEBIMER) du CHU devant les difficultés soulevées par l'objectif secondaire.

Les variables quantitatives ont été décrites à l'aide de la moyenne \pm écart-type, et les variables qualitatives à l'aide des fréquences et des proportions rapportées en pourcentages (%). Afin de vérifier les conditions d'applications des tests statistiques de comparaison de moyennes, pour chaque variable, la compatibilité de la distribution observée dans la population globale avec une distribution théorique associée à une loi normale a été explorée. Cette modélisation a été explorée systématiquement de manière graphique (histogramme de fréquence et quantile-quantile plot avec droite de Henry). Lorsqu'il existait une asymétrie forte ou une distribution à plusieurs modes, la distribution était considérée comme incompatible avec une loi normale (loi gaussienne, ou encore loi de Laplace-Gauss). Dans le cas contraire, pour vérifier si la distribution des données de la variable était réellement inconciliable avec la distribution normale, un test de Shapiro-Wilk a été utilisé en complément pour statuer sur l'adéquation de la distribution observée avec la loi normale. Aucune distribution des différentes variables quantitatives ne suivait une loi normale.

Les comparaisons de moyennes ont été réalisées à l'aide d'un test de Wilcoxon-Mann-Whitney.

Pour les variables qualitatives, les comparaisons de proportions ont été réalisées à l'aide d'un test d'indépendance du Chi2 (Khi 2) ou d'un test exact de Fisher si tous les effectifs théoriques étaient supérieurs à 5.

Pour les objectifs secondaires, une régression logistique a été réalisée afin d'évaluer les associations entre la survenue d'une ISO et différents déterminants. La stratégie de modélisation a respecté celle proposée par Hosmer et Lemeshow en 5 étapes. Les variables dont la p-value était inférieure à 0,20 lors de la réalisation d'une régression logistique univariée ont été introduites dans le modèle multivarié. Il existait une relation non-linéaire de non-linéarités entre le Log du risque d'ISO et les variables quantitatives « Âge » et « Durée d'hospitalisation pré opératoire ». Ces variables ont été discrétisées à l'aide de la méthode des quantiles (ou méthodes « des effectifs égaux ») afin d'être introduites dans les modèles de régression. La sélection des variables introduites dans modèle final et le choix de celui-ci été guidée par une méthode de sélection statistique des variables basée sur le test de Wald. La méthode de sélection par optimisation a été appliquée avec une procédure pas-à-pas descendante (« backward »). Une évaluation du modèle a été effectuée afin d'évaluer l'adéquation du modèle aux données à l'aide du test de Hosmer et Lemeshow et la réalisation d'un diagramme de fiabilité. Enfin, les interactions d'ordre 2 étaient considérées. Selon les modèles, plusieurs paires d'interactions étaient possibles, mais aucune interaction était significative au seuil 10 %.

Les analyses statistiques relatives à l'objectif secondaire ont soulevé des difficultés dans la modélisation pour trois raisons. La première raison était que les effectifs des deux modalités de la variable à expliquer, la survenue d'une ISO, étaient très déséquilibrées. La prévalence de la survenue d'une ISO était de 2,42% (N = 472/19 477). Secondairement, pour certaines variables explicatives, il était fréquemment observé moins de dix ISO parmi une des modalités de la variable explorée en question. En troisième lieu, le nombre de déterminants explorés

(potentiellement associés à la survenue d'une ISO) était relativement faibles ($n < 10$) en regard du nombre d'interventions ($N = 19\,949$). Devant la qualité relativement faible de l'ajustement des différents modèles de régression des sous-objectifs secondaires, un sous-échantillonnage aléatoire simple (random under-sampling) a été testée pour améliorer l'ajustement des modèles.

Cette stratégie d'analyse d'évènements rares avec une régression logistique n'a finalement pas été utilisée car elle n'a pas franchement amélioré l'ajustement des modèles après évaluation de ces derniers. Une matrice a été construite afin d'évaluer les associations entre la survenue d'une ISO en fonction des différents chirurgiens. La table a été construite en calculant tous les odds ratio bruts issus.

La variable « opérateur » ne pouvait pas être intégrée dans un modèle de régression logistique multivariée parce que d'une part elle constituait une variable nominale avec un nombre trop important de modalité, et d'autre part parce que certains odds ratio ne pouvaient pas être estimés du fait de problème de convergence de modèle expliqué par la faible prévalence d'ISO et d'un nombre faible d'interventions réalisées par certains chirurgiens. À l'instar des analyses présentées dans la *Figure 5*, nous avons estimé l'association entre la survenue d'une ISO et chaque chirurgien en prenant en compte les facteurs de risque de survenue d'une ISO observés dans notre cohorte : la durée opératoire, l'âge, et le sexe des patients ainsi que l'ancienneté de l'opérateur. Pour cette analyse, pour des raisons de représentativité, seuls les chirurgiens ayant réalisé plus de 1 000 interventions ont été pris en comptes. Afin de créer la matrice présentée dans la *Figure 6*, un modèle de régression logistique multivariée a été modélisé pour chaque paire de chirurgien, soit 21 modèles.

Les associations des différents déterminants et la présence d'une ISO ont été estimées à l'aide d'odds ration (OR) et de leur intervalle de confiance à 95% (IC 95%). L'ensemble des tests statistiques étaient bilatéraux (pour l'objectif principal) en acceptant un risque d'erreur de 1^{ère} espèce $\alpha = 5\%$. Toutes les p-values $< 0,05$ étaient considérées comme statistiquement significatives. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées avec le logiciel RStudio version 4.2.0 (The R Foundation for Statistical Computing).

II.4.5. Considérations éthiques.

Chacun des chirurgiens a donné son accord pour cette étude. Les données nominatives des patients et des chirurgiens ont été anonymisées.

Cette étude a été approuvée par le comité local d'éthique (numéro de référence : n° IRB00011687 Collège de neurochirurgie IRB #1 : 2021/08)

II.5. Résultats.

II.5.1. Données disponibles et flow chart

Nous avons recensé 23 012 interventions de Neurochirurgie de 2002 à 2017. 1 834 d'entre elles ont été réalisées par des chirurgiens extérieurs au service ou des internes et ont donc été exclues de l'analyse. 127 interventions n'ont finalement pu avoir lieu pour des raisons anesthésiques notamment. D'autre part, malgré nos recherches, les code ISO et le code CCAM n'ont pu être complétés pour respectivement 542 et 150 interventions qui ont donc été exclues de notre analyse. 30 interventions présentaient un code CCAM ne correspondant pas

à une intervention Neurochirurgicale. Enfin, après avoir renseigné la date de début d'exercice des chirurgiens en tant que titulaire, nous avons éliminé 380 interventions réalisées par ces intervenants au cours de leur internat. Ainsi nous avons pu analyser 19 949 interventions.

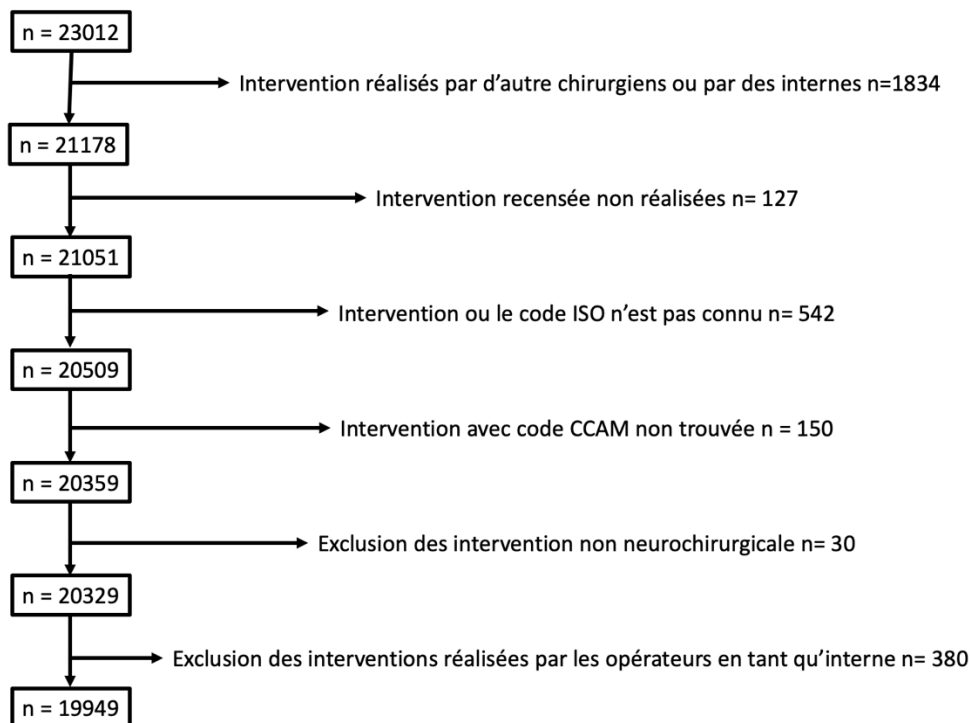


Figure 3: Flow chart

II.5.2. Objectif principal.

Un total de 19 949 interventions neurochirurgicales a eu lieu entre le 21 mai 2002 et le 29 décembre 2017. Il y a eu 8 939 interventions concernant des femmes et 11 009 des hommes (le sexe de l'un des patients n'a pu être retrouvé). L'âge moyen au moment de l'intervention était de 55,9 ans allant de quelques mois à 101 ans et la durée d'hospitalisation pré opératoire moyenne était de 2,7 jours (Tableau 1). La durée opératoire moyenne était de 108 minutes +/- 71,5 minutes. On note également une différence d'effectif importante entre les différents types d'interventions avec une majorité d'interventions rachidiennes qui sont au nombre de 12 430 pour 5 956 interventions cérébrales, 679 interventions de chirurgie fonctionnelle et 883 classées comme « autres ». A contrario la répartition selon les saisons est équilibrée. Comme attendu, la majorité des 1 7019 interventions pour lesquelles la classification d'Altemeier est connue sont considérées comme des chirurgies propres (niveau 1 et 2 de la classification d'Altemeier officielle).

Tableau 1: Caractéristiques de la population

Caractéristiques	Population globale ¹	Absence d'ISO, N = 19536 (97,9%) ¹	Survenue d'ISO, N = 412 (2,07%) ¹	p-value ²
Âge	55,9 ± (16,9)	55,8 ± (16,8)	57,9 ± (17,3)	<0,001
Femme	8 939 (44,8%)	8 791 (45,0%)	148 (35,9%)	<0,001
Chirurgie propre	15 984 (93,9%)	15 659 (93,9%)	325 (93,9%)	0,996
Site interventionnel				<0,001
<i>Rachis</i>	12 430 (62%)	12 198 (62%)	232 (56%)	
<i>Crane</i>	5 956 (30%)	5 796 (30%)	160 (39%)	
<i>Autre</i>	883 (4,4%)	872 (4,5%)	11 (2,7%)	
<i>Fonctionnelle</i>	679 (3,4%)	670 (3,4%)	9 (2,2%)	
Durée opératoire	108,1 ± (71,5)	107,4 ± (71,0)	139,9 ± (86,2)	<0,001
Délai pré-opératoire	2,6 ± (7,2)	2,6 ± (7,2)	3,7 ± (9,4)	<0,001
Saison				0,016
<i>Été</i>	4 583 (23,0%)	4 469 (22,9%)	114 (27,7%)	
<i>Automne</i>	5 524 (27,7%)	5 401 (27,6%)	123 (29,9%)	
<i>Hiver</i>	4 946 (24,8%)	4 867 (24,9%)	79 (19,2%)	
<i>Printemps</i>	4 895 (24,5%)	4 799 (24,6%)	96 (23,3%)	

¹ Moyenne ± (Écart-type) ; Effectif (%)
² Test U de Wilcoxon Mann-Whitney, test d'indépendance du khi-deux, test exact de Fisher (selon les conditions d'application)

Le taux d'ISO global sur la période étudiée est de 2,07% avec une amélioration au cours du temps notamment les premières années (Figure 4 et Tableau 2). En effet, le taux annuel a très rapidement diminué après la mise en place du registre et après 15 ans de suivi, il est divisé par deux. Le taux d'ISO annuel le plus élevée a été observé la première année avec un taux de 4,14% en 2002 et le nadir a été atteint en 2008 avec un taux à 1,46%.

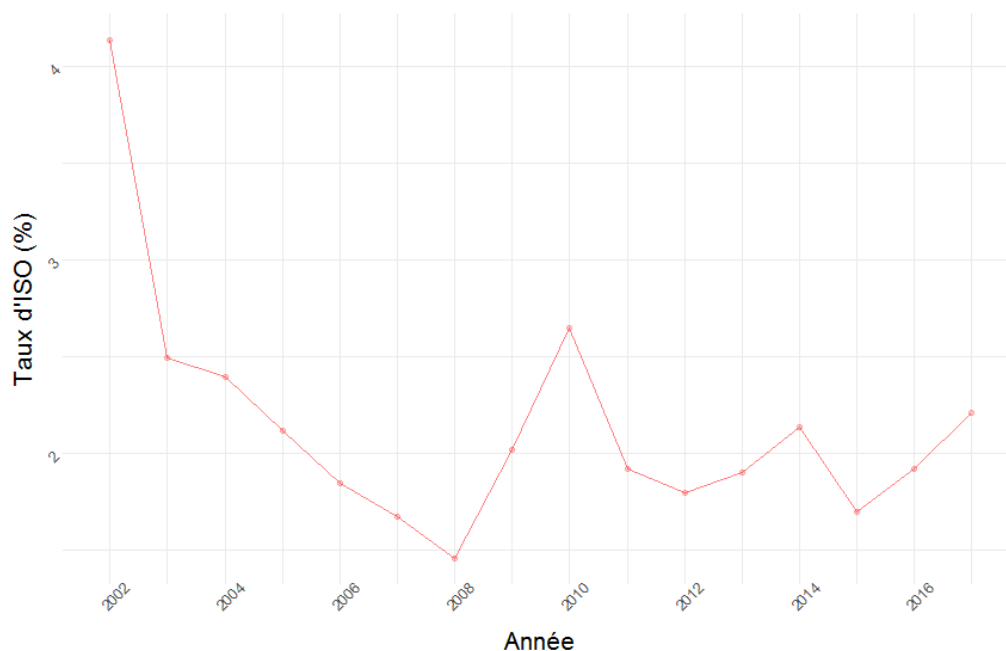


Figure 4. Évolution du taux d'ISO de 2002 à 2017

Tableau 2: Incidence Taux d'es ISO par année

Année	Nb d'interventions	Nb d'ISO	Taux d'ISO (%)
2002	556	23	4,136691
2003	921	23	2,497286
2004	960	23	2,395833
2005	1179	25	2,120441
2006	1245	23	1,847390
2007	1196	20	1,672241
2008	1165	17	1,459227
2009	1335	27	2,022472
2010	1396	37	2,650430
2011	1456	28	1,923077
2012	1556	28	1,799486
2013	1472	28	1,902174
2014	1357	29	2,137067
2015	1352	23	1,701183
2016	1355	26	1,918819
2017	1448	32	2,209945
Total	19949	412	2,065266

II.5.3. Objectifs secondaires.

II.5.3.1. Analyse univariée (Tableau 3).

L'âge apparaît comme significativement lié au risque de survenue d'ISO avec un sur risque d'infection pour les patients à partir de 56 ans encore majoré au-delà de 69ans.

Le sexe masculin apparaît comme lié à un risque d'ISO avec un OR de 1,46 (IC 1,19 à 1,179, $p < 0,001$).

Le fait que la chirurgie soit considérée comme propre ou non selon notre classification d'Altemeier modifiée ne semble pas intervenir dans le risque de survenue d'ISO (OR de 1,00 avec IC 0,62 à 1,52, $p = 0,99$).

Le risque d'ISO semble être différent selon que les interventions soit rachidiennes ou cérébrales avec un sur risque pour cette dernière (OR de 1,45 avec IC de 1,18 à 1,78, $p < 0,001$). En revanche le risque d'ISO n'est pas différent pour les interventions de chirurgie fonctionnelle et les interventions classées comme « autres » comparées aux interventions rachidiennes.

La durée opératoire est significativement plus longue pour les interventions compliquées d'ISO. En effet dans les interventions non compliquées d'ISO cette durée est en moyenne de 107,4 minutes +/- 71,5 minutes alors que dans les interventions compliquées d'ISO elle est en moyenne de 139,9 minutes +/- 86,2 minutes.

Le délai d'hospitalisation pré opératoire impacte la survenue d'ISO notamment lorsqu'il dépasse 48h (OR de 1,62 avec IC 1,20 à 2,21, $p = 0,002$).

Le fait que l'interventions ait lieu en été semble également avoir un effet protecteur en analyse univariée notamment en comparaison avec l'hiver (OR de 0,64 avec IC de 0,47 à 0,85, $p = 0,016$).

Nous avons également étudié les taux d'ISO selon le chirurgien et avons mis en évidence des différences significatives en analyse univariée (Figure 5). Ainsi les chirurgiens E et I semblent avoir un taux d'ISO plus importants que les autres mais nous ne prenons pas en compte ici leur activité qui peut être différente ni leur ancienneté ou leur durée opératoire etc.

Nous nous sommes enfin penché sur l'impact de ces facteurs selon le site opératoire, crâne ou rachis. Nous avons obtenu des résultats différents (Tableau 4 et 5).

L'âge apparait lié au risque d'ISO uniquement pour la chirurgie rachidienne.

Le sexe et la durée opératoire semble intervenir dans les deux modalités chirurgicales.

La classification d'Altemeier n'est lié au risque d'ISO que dans la chirurgie cérébrale.

Tableau 3: Analyses univariée et multivariée des interventions compliquées ou non d'une ISO.

Variables	Régression univariée					Régression multivariée				
	Observations	Nb d'ISO [†]	OR [†]	IC 95% [†]	p-value	Observations	Nb d'ISO [†]	OR [†]	IC 95% [†]	p-value
Âge					<0,001					0,002
1er Quartile	4 748	79	—	—		4 100	77	1,00	—	
2nd Quartile	4 831	76	0,94	0,69-1,30		4 178	73	0,96	0,69-1,33	
3ème Quartile	5 171	126	1,48	1,11-1,97		4 555	119	1,40	1,04-1,88	
4ème Quartile	5 197	131	1,53	1,16-2,03		4 649	122	1,51	1,13-2,04	
Homme	11 008	264	1,46	1,19-1,79	<0,001	9 654	251	1,51	1,22-1,86	<0,001
Chirurgie propre	1 034	21	1,00	0,62-1,52	>0,99					
Site chirurgical					<0,001					0,618
Rachis	12 430	232	—	—		11 146	227	1,00	—	
Crane	5 956	160	1,45	1,18-1,78		5 153	146	1,10	0,88-1,38	
Autre	883	11	0,66	0,34-1,16		626	9	0,75	0,35-1,41	
Fonctionnelle	679	9	0,71	0,33-1,30		557	9	0,89	0,42-1,66	
Durée opératoire	18 982	391	1,00	1,00-1,01	<0,001	17 482	391	1,00	1,00-1,01	<0,001
Délai pré-opératoire					0,002					0,626
< 24h	3 388	61	—	—		2 905	54	1,00	—	
24h <= Délai < 48h	10 346	218	1,17	0,89-1,58		10 194	216	0,95	0,70-1,30	
Délai >= 48h	4 616	133	1,62	1,20-2,21		4 383	121	1,07	0,76-1,50	
Saison					0,014					0,083
Été	4 583	114	—	—		4 031	108	1,00	—	
Automne	5 524	123	0,89	0,69-1,16		5 038	116	0,87	0,67-1,14	
Hiver	4 946	79	0,64	0,47-0,85		4 282	76	0,68	0,50-0,91	
Printemps	4 895	96	0,78	0,60-1,03		4 131	91	0,85	0,64-1,13	

[†] Fréquence ISO : N = 391, Odds Ratio bruts et ajustés, Intervalle de confiance à 95%

Chirurgiens	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A	1,40	0,99	0,94	2,64	1,08	0,83	0,69	4,59	2,07	1,42	2,85	1,98
B		1,41	0,67	1,89	0,78	0,59	0,49	3,29	1,48	1,02	2,04	1,42
C			0,95	2,67	1,09	0,84	0,70	4,64	2,09	1,44	2,88	2,00
D				2,82	1,16	0,88	0,74	4,90	2,21	1,52	3,05	2,11
E					0,41	0,31	0,26	1,74	0,78	0,54	1,08	0,75
F						0,76	0,64	4,24	1,91	1,31	2,63	1,83
G							0,83	5,55	2,50	1,72	3,45	2,39
H								6,67	2,00	2,06	4,14	2,87
I									0,45	0,31	0,62	0,43
J										0,69	1,38	0,96
K											2,01	1,39
L												0,69

Figure 5 : Analyse univariée du taux d'ISO par chirurgiens exprimé en OR (une différence significative pour $p < 0,05$ apparaît en rouge)

II.5.3.2. Analyse multivariée

Comme expliqué plus haut (III.4.D. Analyses statistiques), les variables introduites dans le modèle multivarié ont été sélectionnées par une méthode dite pas à pas descendante. Aussi certaines variables apparaissant comme significative n'ont pas été introduites du fait d'une significativité insuffisante. Nous avons essayé de forcer certaines des variables qui nous intéressaient notamment la saison sans obtenir de résultats pertinents.

Ainsi l'âge apparaît comme statistiquement significatif en termes de risque de survenue d'ISO dès 56 ans (OR 1,40 avec IC 1,04 à 1,88, $p < 0,002$) et de manière encore plus forte à partir de 69ans (OR de 1,51 avec IC de 1,13 à 2,04, $p < 0,002$).

Le sexe masculin est également statistiquement lié au risque d'ISO avec un sur risque (OR 1,51 avec IC de 1,13 à 2,04, $p < 0,001$).

La classification d'Altemeier modifiée non significative en analyse univariée n'a pas été intégrée au modèle d'analyse multivariée.

Le site opératoire et la durée d'hospitalisation pré opératoire ne sont pas non plus statistiquement liés à une variation du risque d'ISO en analyse multivariée contrairement à ce qui été obtenu dans l'analyse univariée.

La durée opératoire est en revanche bien associé à la survenue d'une ISO ($p < 0,001$).

Le risque lié à la saison qui nous semblait intéressant a été forcé dans notre modèle mais n'apparaît pas comme significatif.

L'identité du chirurgien n'a pas été intégrée au modèle multivarié car il ne présentait pas un seuil de significativité suffisant.

Ainsi, dans l'analyse multivariée, seul l'âge, le sexe et la durée opératoire sont liés à une différence statistiquement significative entre nos populations (Table 3).

Malgré l'absence de significativité du site opératoire en analyse multivariée, nous nous sommes demandé si les facteurs de risque d'ISO étaient les mêmes pour les interventions rachidiennes et cérébrales. Nous avons donc utilisé notre classification des interventions

neurochirurgicales pour déterminer les facteurs de risques respectifs de ces deux modalités (Tableaux 4 et 5).

Et effectivement, une différence est présente. Pour la chirurgie cérébrale, le sexe (OR de 1,61 avec IC de 1,11 à 2,37, $p= 0,012$) et la durée opératoire (OR de 1,00 avec IC de 1,00 à 1,01, $p< 0,001$) sont les seuls facteurs de risque mis en évidence tandis que pour la chirurgie rachidienne, le sexe (OR 1,39 avec IC de 1,06 à 1,84, $p= 0,016$), la durée opératoire (OR de 1,00 avec IC de 1,00 à 1,01 pour $p<0,001$) et l'âge (OR de 1,54 et 1,75 selon les quartiles, $p< 0,001$) sont des facteurs de risque d'ISO

Tableau 4: Analyse multivariée de la chirurgie rachidienne.

Variables	Régression univariée					Régression multivariée				
	Observations	Nb d'ISO [†]	OR [†]	IC 95% [†]	p-value	Observations	Nb d'ISO [†]	OR [†]	IC 95% [†]	p-value
Âge					<0,001					<0,001
1er Quartile	3 246	47	—	—		2 874	47	1,00	—	
2nd Quartile	3 200	36	0,77	0,50-1,20		2 852	36	0,78	0,50-1,21	
3ème Quartile	2 973	70	1,64	1,13-2,40		2 668	68	1,54	1,06-2,25	
4ème Quartile	3 010	79	1,83	1,28-2,66		2 752	76	1,75	1,21-2,56	
Homme	6 924	145	1,33	1,02-1,75	0,034	6 182	142	1,39	1,06-1,84	0,016
Chirurgie propre					0,17					
Oui	10 514	195	—	—						
Non	174	6	1,89	0,74-3,96						
Durée opératoire	12 131	227	1,01	1,00-1,01	<0,001	11 146	227	1,01	1,00-1,01	<0,001
Délai pré-opératoire					0,10					0,720
< 24h	1 873	32	—	—		1 753	30	1,00	—	
24h <= Délai < 48h	7 696	151	1,15	0,79-1,72		7 616	150	1,00	0,68-1,52	
Délai >= 48h	1 839	49	1,57	1,01-2,49		1 777	47	1,15	0,72-1,87	
Saison					0,10					0,362
Été	2 810	58	—	—		2 538	57	1,00	—	
Automne	3 498	77	1,07	0,76-1,51		3 255	74	1,03	0,73-1,47	
Hiver	3 106	45	0,70	0,47-1,03		2 747	45	0,75	0,50-1,11	
Printemps	3 016	52	0,83	0,57-1,21		2 606	51	0,91	0,62-1,33	

[†] Fréquence ISO : N = 227, Odds Ratio bruts et ajustés, Intervalle de confiance à 95%

Tableau 5: Analyse multivariée de la chirurgie cérébrale.

Variables	Régression univariée					Régression multivariée					
	N	Observations	Nb d'ISO [†]	OR [†]	IC 95% [†]	p-value	Observations	Nb d'ISO [†]	OR [†]	IC 95% [†]	p-value
Âge	5 956					0,91					
1er Quartile		1 128	28	—	—						
2nd Quartile		1 183	35	1,20	0,73-2,00						
3ème Quartile		1 798	48	1,08	0,68-1,75						
4ème Quartile		1 847	49	1,07	0,67-1,73						
Genre	5 955	3 286	106	1,61	1,16-2,26	0,004	2 609	80	1,61	1,11-2,37	0,012
Chirurgie propre	4 971	686	9	0,47	0,22-0,87	0,014	650	9	0,63	0,29-1,19	0,163
Durée opératoire	5 580	5 580	146	1,00	1,00-1,01	<0,001	4 733	123	1,00	1,00-1,01	<0,001
Délai pré-opératoire	5 490					0,50					
< 24h		801	23	—	—						
24h <= Délai < 48h		2 181	57	0,91	0,56-1,51						
Délai >= 48h		2 508	80	1,11	0,71-1,82						
Saison	5 956					0,20					0,234
Été		1 447	48	—	—		1 132	34	1,00	—	
Automne		1 589	42	0,79	0,52-1,20		1 274	36	0,96	0,59-1,55	
Hiver		1 466	30	0,61	0,38-0,96		1 164	21	0,60	0,34-1,03	
Printemps		1 454	40	0,82	0,54-1,26		1 163	32	0,94	0,57-1,54	

[†] Fréquence ISO : N = 123, Odds Ratio bruts et ajustés, Intervalle de confiance à 95%

Bien que l'identité du chirurgien n'ai pu être intégrée au modèle multivarié, nous nous sommes demandé si la prise en compte des facteurs de risque mis en évidence dans notre cohorte ainsi que de l'ancienneté du chirurgien modifiait les résultats initiaux. Nous avons donc comparé le taux de survenue d'ISO des chirurgiens en tenant compte de leur ancienneté, de l'âge des patients mais aussi de leur sexe et de la durée opératoire. Pour cette analyse nous n'avons comparé que les 7 chirurgiens ayant réalisé plus de 1 000 interventions sur la période

étudiée. Certaines tendances se retrouvent. Ainsi le chirurgien E semble avoir un taux d'ISO majoré comparé aux autres intervenants. Cependant, une différence de risque dans la survenue d'ISO apparaît entre les chirurgiens A et B (OR ajusté = 1,58 [IC 95% : 1,09 ; 2,32], p = 0,016) qui n'était pas évidente en analyse univariée. De même pour le chirurgien H comparé aux chirurgiens F et G avec respectivement OR ajusté = 0,53, [IC 95% : 0,29 ; 0,94], p = 0,029 et OR ajusté = 0,52, [IC 95% : 0,28 ; 0,93], p = 0,027.

Cela souligne bien l'importance du profil du patient pris en charge comme facteur de risque d'ISO et nous n'avons pas ici d'information sur les comorbidités du patient notamment sur la présence ou non d'un diabète.

Chirurgiens	A	B	C	E	F	G	H
A		1,58	0,91	2,65	1,11	1,03	0,64
B			0,61	1,75	0,69	0,79	0,35
C				2,16	0,89	1,04	0,58
E					0,42	0,47	0,24
F						1,22	0,53
G							0,52

Figure 6: Taux d'ISO (OR) selon le chirurgien en prenant en compte, l'âge, le sexe du patient, la durée opératoire et l'ancienneté de l'opérateur (une différence significative pour p< 0,05 apparaît en rouge)

II.6. Discussion.

Nous avons donc mis en évidence un taux d'ISO moyen de 2002 à 2017 de 2,06% dans notre service de Neurochirurgie du CHU de Limoges avec une nette diminution de celui-ci dans les premières années de suivi. Nous avons également pu mettre en évidence les facteurs de risque de ces ISO que sont l'âge, le sexe masculin et la durée opératoire.

II.6.1. Résultats concordants avec la littérature

II.6.1.1. Objectif principal

Le taux moyen d'ISO mis en évidence dans notre cohorte est tout à fait concordant avec ceux de la littérature. En effet celui-ci varie de 0,49¹³² à 17,6 %⁶³ selon les études et le type d'interventions Neurochirurgicale étudié. Si l'on considère les études portant à la fois sur les ISO du rachis et du crâne ce taux varie de 0,98³⁵ à 5,3 %¹²³.

La décroissance au cours du temps et notamment l'importante et rapide amélioration de ce taux d'ISO dans les premières années de mise en place du registre ne sont pas surprenantes. En effet plusieurs auteurs^{15,24,51,89,153-156} ont déjà mis en évidence des effets similaires suite à la mise en place d'un registre ou à l'information des professionnels et des patients sur les risques d'ISO. Cette démarche sensibilise les praticiens qui inconsciemment font plus attention

à leurs pratiques. Ce recueil a été complété sur déclaration des chirurgiens corrélés au logiciel d'analyse biologique et du bloc opératoire ce qui rend le professionnel véritablement actif dans le processus. La participation des professionnels a été très bonne avec 87,4% à 97,8% de réponses selon les années. Tous les 6 mois, une réunion collégiale entre chirurgiens, hygiénistes et infectiologues permettait de discuter des cas d'ISO survenus et des protocoles envisageables pour les éviter ce qui améliore les pratiques chirurgicales¹⁶. Ce type de réunion collégiale serait donc à réinstaurer, à pérenniser et à diffuser pour une démarche d'amélioration continue de la qualité des soins.

II.6.1.2. Objectifs secondaires.

a. L'âge.

L'âge a été mis en évidence comme un facteur de risque d'ISO et ce dès 56 ans avec une majoration du risque à partir de 69 ans. Cet élément était déjà connu avec des divergences sur l'âge charnière et sur son impact. La majorité des études retrouve un risque majoré d'ISO avec l'avancée en âge^{19,20,56,123,129-131} d'ISO mais aussi de mortalité post opératoire¹²⁵. Cependant d'autres études ne retrouvent pas d'impact de ce facteur^{56,63,112,131} ou même de façon plus surprenant un risque majoré pour les patients de moins de 53 ans selon Schipmann¹¹¹ ou entre 16 et 50 ans pour Valentini et al¹⁵¹.

b. Le sexe.

L'impact du sexe a déjà été mis en évidence mais avec d'importantes discordances en chirurgie rachidienne^{30,77,128,132,133}. L'impact négatif du sexe masculin et protecteur du sexe féminin se retrouvent plus fréquemment en chirurgie cérébrale et sont similaires aux résultats que nous avons obtenus. Mais dans notre étude, le sexe masculin est un facteur de risque d'ISO quel que soit le type de chirurgie.

c. La durée opératoire.

L'impact de la durée opératoire est connu depuis 1997²¹ et mis en évidence dans de très nombreuses études^{22,25,28,33,34,56,77,111,124-126,151,157} aussi bien en chirurgie rachidienne que cérébrale. Cependant la durée charnière au-delà de laquelle le risque est majoré est très variable selon les auteurs, de 90 minutes pour Patel³⁴ et al à 6-8h selon Schipmann et al¹¹¹. Concernant la chirurgie rachidienne, la valeur seuil de 5h a été retrouvé par plusieurs équipes^{34,77,124-126}. Pour notre part, il semblerait que nous ayons une association linéaire du risque d'ISO avec la durée opératoire, ce risque étant majoré 1,08 fois toutes les 10 minutes d'intervention. Cela se rapproche des résultats de Han et al²² qui montrent une association linéaire de la durée opératoire avec le risque d'ISO. Chaque heure de chirurgie supplémentaire majorant le risque de 34%.

II.6.2. Résultats discordants avec la littérature.

II.6.2.1. La classification d'Altemeier.

Concernant la classification d'Altemeier, nos résultats sont plus surprenants car c'est une classification utilisée depuis des décennies et reconnue par toutes les instances de veille et prévention sanitaire (OMS, CDC, ECDC, SFAR, SPILF etc). Ce résultat est probablement dû aux différences très importantes d'effectifs selon les groupes. En effet, en neurochirurgie, la contamination par ouverture d'un organe creux est extrêmement rare ainsi que la contamination intestinale.

II.6.2.2. La durée d'hospitalisation pré opératoire.

La durée d'hospitalisation pré opératoire n'apparaît pas significativement corrélée au risque d'ISO dans notre étude, contrairement à ce qui avait été publié^{17,18,20,111,126,158,159}. La majorité de ces études trouve un risque majoré au-delà d'une hospitalisation pré opératoire d'une journée. Dans notre travail, ce facteur apparaît dans l'analyse univariée uniquement et doit donc être lié à un autre facteur étudié qui peut ne pas avoir été pris en compte dans les précédentes études.

II.6.2.3. Les saisons.

Durkin¹⁶⁰ a mis en évidence le rôle des saisons dans la survenue des ISO avec notamment un sur risque d'infection en été. Cela était facilement compréhensible du fait des températures extérieures et des congés des opérateurs compliquant le suivi des patients. Cependant, bien que cet élément soit retrouvé dans notre analyse univariée, ce facteur ne reste pas significatif dans l'analyse multivariée. Cette différence de résultats peut être liée aux méthodes de nos études qui sont très différentes. En effet Durkin compare des populations similaires par ailleurs uniquement sur ce critère tandis que nous faisons ici une analyse multivariée prenant en compte l'ensemble de nos critères étudiés.

II.6.2.4. Le type d'intervention.

Le site opératoire ne semble pas avoir d'impact sur la survenue ou non d'une ISO dans notre étude tout comme chez Fiani et al¹⁵². Dans la littérature, les résultats sont très variables mais la majorité des études compare les interventions selon leurs indications : traumatiques, dégénératives ou malignes. Néanmoins, la majorité des études comparant le crâne au rachis mettent en évidence un surrisque d'infection dans les interventions cérébrales par rapport aux rachidiennes^{114,151}. Cependant cette différence semble surtout liée au type d'infection considérée, données pour lesquelles nous n'avons pas assez d'information dans notre cohorte. Ainsi les infections profondes sont plus fréquentes dans la chirurgie rachidienne^{35,36} tandis que les méningites sont l'apanage de la chirurgie cérébrale^{23,35,110}.

Les caractéristiques de nos deux salles opératoires ont été étudiées par le service d'Hygiène du CHU et respectent les mêmes normes d'hygiène, ce qui n'a donc pas été retenu comme un facteur de risque potentiel d'ISO.

II.6.3. Facteurs de risques variables selon le type d'intervention.

Cependant, nous avons mis en évidence un élément intéressant concernant le type d'intervention réalisé. En effet, selon le site opératoire nous avons des facteurs de risque différents selon le site opératoire notamment en ce qui concerne l'âge. Ce facteur semble impacté la survenue d'ISO uniquement dans la chirurgie rachidienne. Effectivement dans la littérature, les articles dans lesquels ce facteur ne semble pas intervenir concernent principalement la chirurgie crânienne^{56,63,112}. Nous formulons l'hypothèse qu'une entrave moins importante à la mobilité du patient permet de limiter l'appui au niveau de sa cicatrice contrairement aux interventions rachidiennes. De même avec l'âge, la mobilisation du patient peut être moins aisée et le temps d'alitement majoré. Il serait donc intéressant d'étudier ce facteur spécifiquement en comparant la survenue d'ISO dans les interventions cérébrales et rachidiennes dans une population présentant une répartition similaire par tranche d'âge.

II.6.4. Limites de notre étude.

Le fait d'utiliser une cohorte rétrospective nous a limité pour certaines analyses. En effet il aurait été intéressant de savoir si une antibioprofylaxie a bien été administrée, de quel type, avec quelle modalité et dans quelle proportion. Bien que la pratique habituelle actuelle suive les recommandations avec l'administration de 2g de Cefazoline 30 min avant le geste chirurgical, nous n'avons pas la trace de cette administration dans notre registre. OR l'importance de l'antibioprofylaxie n'est plus à démontrer^{37,97,116,122,136}.

De même, nous n'avons pas d'information concernant le site de l'infection, superficiel ou profond alors que comme mentionné plus haut cela aurait pu être rapproché du site opératoire.

Les informations complémentaires sur l'état de santé des patients auraient également été utile notamment la présence de diabète ou non, qui est un facteur de risque reconnu notamment dans la chirurgie rachidienne, ou encore la présence d'une immunodépression, d'un tabagisme ou d'une dénutrition^{28,29,74,77,126-130,132,136-138}. En effet dès 1973 Alexander⁶⁶ soulignait l'importance et l'impact de ce type de pathologie. De plus nous ne disposons pas non plus de renseignements bactériologiques sur ces ISO ni sur les traitements médicamenteux mis en place. Il serait donc intéressant de compléter notre base de données avec les données PMSI de nos patients.

Enfin, les codes CCAM utilisé pour classier nos interventions ne traduisent pas l'éventuel caractère d'urgences de l'intervention or Lopez³⁷, Zhan¹⁵⁸ et Idali⁶³ ont démontré qu'il s'agit d'un facteur de risque d'ISO. Pour certaines d'entre elles, ce caractère urgent est indissociable de leur nature telle que la Dérivation Ventriculaire Externe (DVE) mais d'autres gestes peuvent être réalisés de manière programmée ou en urgence avec dans ce cas une préparation cutanée moindre des patients¹²².

II.6.5. Résultats à approfondir.

13 chirurgiens ont exercé dans notre service sur ces 15 années et nous nous sommes interrogés sur l'existence d'un facteur opérateur-dépendant sur la survenue d'une ISO. L'analyse univariée semble montrer des différences dans la survenue des ISO selon les intervenants. Cependant de nombreux biais peuvent être à l'origine d'une telle différence à commencer par l'âge et le sexe des patients ainsi que la durée opératoire qui ont un impact sur la survenue d'ISO comme nous l'avons mis en évidence et donc les proportions peuvent varier selon les pratiques chirurgicales. En prenant ces éléments en compte, des différences persistent ou apparaissent entre les taux d'ISO des chirurgiens (Figure 6). Cependant ces résultats sont à interpréter avec précaution. Au sein d'une équipe chirurgicale, les pratiques et spécialisations des praticiens sont très différentes, ce qui peut influencer sur le recrutement des patients et notamment sur les comorbidités présentées par les patients (ex : les pathologies cancéreuses).

Nous avons voulu prendre en compte l'ancienneté des chirurgiens car ils ont un début d'activité qui s'échelonne de 1982 à 2005. Leur durée d'exercice au sein du service est également très variable avec un nombre de patient dépendant du nombre d'années passées au CHU de Limoges (de 99 à 4186).

Très peu d'article comparent les chirurgiens entre eux ou alors cela concerne des chirurgiens suivant des programmes particuliers notamment nationaux comme dans l'article de Bloomstedt¹⁶¹ en 1985 ou celui de Bauer¹⁶² en 2020. D'un autre côté, Sywak¹⁶³ et Sussman¹⁶⁴ qui comparent des étudiants à des chirurgiens titulaires ne retrouvent pas de différence entre leur taux d'ISO respectif.

Nous ne pouvons trancher sur l'impact de l'identité de l'opérateur, si nous voulons poursuivre l'étude de ce facteur, il faudra étudier des populations similaires par ailleurs.

II.6.6. Perspectives

Il serait intéressant de pouvoir compléter notre base avec les données PMSI de nos patients afin de ne pas ignorer un facteur confondant.

Afin d'améliorer les pratiques de notre équipe, nous avons mis en place, avec le service d'hygiène, un questionnaire visant à évaluer les pratiques propres à chacun du moment de changement de gants au mode de fermeture (Annexe 2). Concernant le lavage de main, un audit a été réalisé en 2019 sans variabilité relevée selon les chirurgiens.

Devant l'impact positif du recensement des ISO et des réunions collégiales semestrielles, il semble pertinent de réinstaurer un tel recensement dans un souci d'amélioration continue de la qualité des soins. Cela permettrait également d'enrichir ce recueil de données concernant l'antibioprophylaxie, le germe retrouvé et le site de l'infection.

Il est aussi envisageable grâce à la mise en place d'un nouveau registre d'imaginer un système d'alarme en cas de majoration du taux d'ISO afin que des actions correctrices puissent être instaurées rapidement. De même cela pourrait nous aider à établir une gradation du risque de chaque patient selon son âge, son sexe et la durée opératoire prévue.

Conclusion

Selon le type de chirurgie étudiée, les taux d'ISO sont très variables. Cependant le taux d'ISO de notre service, qui a une activité de chirurgie rachidienne et cérébrale, est en moyenne de 2,06% au cours de ces 15 années de suivi, ce qui est tout à fait superposable aux données de la littérature. Nous pouvons noter l'impact positif de la mise en place d'un recueil prospectif des complications infectieuses survenant en post opératoire dans la décroissance du taux d'ISO, ce qui doit nous encourager à créer un nouveau registre prospectif.

De plus, nous avons pu confirmer des facteurs de risque comme l'âge, le sexe masculin et la durée opératoire qui était déjà connus. En revanche, nous avons également mis en évidence que ces facteurs de risque sont différents en ce qui concerne la chirurgie crânienne, pour laquelle l'âge ne semble pas avoir d'impact, et la chirurgie rachidienne, pour laquelle ces trois éléments sont significatifs.

D'autres éléments restent à approfondir, notamment le facteur opérateur-dépendant, dans la survenue de ces ISO et l'ajout de données du PMSI. Cela pourrait nous permettre la création d'un système d'alerte afin de minimiser le risque d'infection post opératoire

Références bibliographiques

1. Youmans. *YOUMANS AND WINN NEUROLOGICAL SURGERY, 8TH EDITION*.
2. Kobets AJ, Goodrich JT. The history of intracranial infections. *Childs Nerv Syst*. 2018;34(10):1849-1857. doi:10.1007/s00381-018-3888-5
3. Alexander JW. The Contributions of Infection Control to a Century of Surgical Progress: *Annals of Surgery*. 1985;201(4):423-428. doi:10.1097/0000658-198504000-00004
4. Katz P, Kirkland FR. Traditional thought and modern western surgery. *Social Science & Medicine*. 1988;26(12):1175-1181. doi:10.1016/0277-9536(88)90148-7
5. Ho VP, Kaafarani H, Rattan R, Namias N, Evans H, Zakrison TL. Sepsis 2019: What Surgeons Need to Know. *Surgical Infections*. 2020;21(3):195-204. doi:10.1089/sur.2019.126
6. Senat. <https://www.Senat.Fr/Rap/R05-421/R05-4218.Html>.
7. Inserm. <https://www.inserm.fr/dossier/infections-nosocomiales/>.
8. raisin. Accessed October 23, 2022. <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/surveillance-des-infections-du-site-operatoire-dans-les-etablissements-de-sante-reseau-iso-raisin-france.-resultats-2017>
9. Grundy TJ, Davies BM, Patel HC. When should we measure surgical site infection in patients undergoing a craniotomy? A consideration of the current practice. *British Journal of Neurosurgery*. 2020;34(6):621-625. doi:10.1080/02688697.2019.1645298
10. Horan TC, Gaynes RP, Martone WJ, Jarvis WR, Emori TG. CDC definitions of nosocomial surgical site infections, 1992: a modification of CDC definitions of surgical wound infections. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1992;13(10):606-608.
11. Borchardt RA, Tzizik D. Update on surgical site infections: The new CDC guidelines. *Journal of the American Academy of Physician Assistants*. 2018;31(4):52-54. doi:10.1097/01.JAA.0000531052.82007.42
12. Frassanito P, Frascetti F, Bianchi F, Giovannenze F, Caldarelli M, Scoppettuolo G. Management and prevention of cranioplasty infections. *Childs Nerv Syst*. 2019;35(9):1499-1506. doi:10.1007/s00381-019-04251-8
13. Mangram AJ, Horan TC, Pearson ML, Silver LC, Jarvis WR. Guideline for Prevention of Surgical Site Infection, 1999. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control*. 1999;27(2):97-132; quiz 133-134; discussion 96.
14. World Health Organization. *Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection*. World Health Organization; 2016.
15. Haley RW, Culver DH, White JW, et al. THE EFFICACY OF INFECTION SURVEILLANCE AND CONTROL PROGRAMS IN PREVENTING NOSOCOMIAL INFECTIONS IN US HOSPITALS. *American Journal of Epidemiology*. 1985;121(2):182-205. doi:10.1093/oxfordjournals.aje.a113990

16. Bataille C, Venier AG, Caire F, et al. Benefits of a 14-year surgical site infections active surveillance programme in a French teaching hospital. *J Hosp Infect.* 2021;117:65-73. doi:10.1016/j.jhin.2021.08.001
17. Cruse PJE, Foord R. The Epidemiology of Wound Infection: A 10-Year Prospective Study of 62,939 Wounds. *Surgical Clinics of North America.* 1980;60(1):27-40. doi:10.1016/S0039-6109(16)42031-1
18. Chiang HY, Kamath AS, Pottinger JM, et al. Risk factors and outcomes associated with surgical site infections after craniotomy or craniectomy. *J Neurosurg.* 2014;120(2):509-521. doi:10.3171/2013.9.JNS13843
19. McCutcheon BA, Ubl DS, Babu M, et al. Predictors of Surgical Site Infection Following Craniotomy for Intracranial Neoplasms: An Analysis of Prospectively Collected Data in the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Database. *World Neurosurgery.* 2016;88:350-358. doi:10.1016/j.wneu.2015.12.068
20. Buchanan IA, Donoho DA, Patel A, et al. Predictors of Surgical Site Infection After Nonemergent Craniotomy: A Nationwide Readmission Database Analysis. *World Neurosurgery.* 2018;120:e440-e452. doi:10.1016/j.wneu.2018.08.102
21. Korinek AM, The French Study Group of Neurosurgical Infections, Korinek AM, et al. Risk Factors for Neurosurgical Site Infections after Craniotomy: A Prospective Multicenter Study of 2944 Patients. *Neurosurgery.* 1997;41(5):1073-1081. doi:10.1097/00006123-199711000-00010
22. Han C, Song Q, Ren Y, Luo J, Jiang X, Hu D. Dose-response association of operative time and surgical site infection in neurosurgery patients: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Infection Control.* 2019;47(11):1393-1396. doi:10.1016/j.ajic.2019.05.025
23. Dashti SR, Baharvahdat H, Spetzler RF, et al. Operative intracranial infection following craniotomy. *Neurosurg Focus.* 2008;24(6):E10. doi:10.3171/FOC/2008/24/6/E10
24. Rubeli SL, D'Alonzo D, Mueller B, et al. Implementation of an infection prevention bundle is associated with reduced surgical site infections in cranial neurosurgery. *Neurosurg Focus.* 2019;47(2):E3. doi:10.3171/2019.5.FOCUS19272
25. Golebiowski A, Drewes C, Gulati S, Jakola AS, Solheim O. Is duration of surgery a risk factor for extracranial complications and surgical site infections after intracranial tumor operations? *Acta Neurochir (Wien).* 2015;157(2):235-240; discussion 240. doi:10.1007/s00701-014-2286-3
26. Abu Hamdeh S, Lytsy B, Ronne-Engström E. Surgical site infections in standard neurosurgery procedures- a study of incidence, impact and potential risk factors. *Br J Neurosurg.* 2014;28(2):270-275. doi:10.3109/02688697.2013.835376
27. Anderson PA, Savage JW, Vaccaro AR, et al. Prevention of Surgical Site Infection in Spine Surgery. *NEUROSURGERY.* 2017;80(3S):S114-S123. doi:10.1093/neuros/nyw066
28. Fei Q, Li J, Lin J, et al. Risk Factors for Surgical Site Infection After Spinal Surgery: A Meta-Analysis. *World Neurosurgery.* 2016;95:507-515. doi:10.1016/j.wneu.2015.05.059
29. Pesenti S, Pannu T, Andres-Bergos J, et al. What are the risk factors for surgical site infection after spinal fusion? A meta-analysis. *Eur Spine J.* 2018;27(10):2469-2480. doi:10.1007/s00586-018-5733-7
30. Ogihara S, Yamazaki T, Shiibashi M, et al. Risk factors for deep surgical site infection following posterior instrumented fusion for degenerative diseases in the thoracic and/or lumbar spine: a

- multicenter, observational cohort study of 2913 consecutive cases. *Eur Spine J.* 2021;30(6):1756-1764. doi:10.1007/s00586-020-06609-y
31. Sciubba DM, Yurter A, Smith JS, et al. A Comprehensive Review of Complication Rates After Surgery for Adult Deformity: A Reference for Informed Consent. *Spine Deformity.* 2015;3(6):575-594. doi:10.1016/j.jspd.2015.04.005
 32. Shillingford JN, Laratta JL, Reddy H, et al. Postoperative Surgical Site Infection After Spine Surgery: An Update From the Scoliosis Research Society (SRS) Morbidity and Mortality Database. *Spine Deform.* 2018;6(6):634-643. doi:10.1016/j.jspd.2018.04.004
 33. Zhou J, Wang R, Huo X, Xiong W, Kang L, Xue Y. Incidence of Surgical Site Infection After Spine Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Spine.* 2020;45(3):208-216. doi:10.1097/BRS.0000000000003218
 34. Patel S, Thompson D, Innocent S, Narbad V, Selway R, Barkas K. Risk factors for surgical site infections in neurosurgery. *annals.* 2019;101(3):220-225. doi:10.1308/rcsann.2019.0001
 35. Adapa AR, Linzey JR, Moriguchi F, et al. Risk factors and morbidity associated with surgical site infection subtypes following adult neurosurgical procedures. *Br J Neurosurg.* Published online March 29, 2021:1-7. doi:10.1080/02688697.2021.1905773
 36. Stienen MN, Moser N, Krauss P, Regli L, Sarnthein J. Incidence, depth, and severity of surgical site infections after neurosurgical interventions. *Acta Neurochir (Wien).* 2019;161(1):17-24. doi:10.1007/s00701-018-3745-z
 37. López Pereira P, Díaz-Agero Pérez C, López Fresneña N, et al. "Epidemiology of surgical site infection in a neurosurgery department." *Br J Neurosurg.* 2017;31(1):10-15. doi:10.1080/02688697.2016.1260687
 38. Adeleye AO. Low rates of post-craniotomy surgical site infections in a developing country: surgical technique and results. *Br J Neurosurg.* 2018;32(2):136-140. doi:10.1080/02688697.2017.1407746
 39. Gastmeier P, Kampf G, Wischniewski N, et al. Prevalence of nosocomial infections in representative German hospitals. *Journal of Hospital Infection.* 1998;38(1):37-49. doi:10.1016/S0195-6701(98)90173-6
 40. McLaws M, Gold J, Irwig LM, Berry G, King K. The prevalence of nosocomial and community-acquired infections in Australian hospitals. *Medical Journal of Australia.* 1988;149(11-12):582-590. doi:10.5694/j.1326-5377.1988.tb120795.x
 41. Jeong TS, Yee GT. Prospective Multicenter Surveillance Study of Surgical Site Infection after Intracranial Procedures in Korea : A Preliminary Study. *J Korean Neurosurg Soc.* 2018;61(5):645-652. doi:10.3340/jkns.2018.0021
 42. *NHSN*: Center for Disease Control and Prevention. 2014 National and State Healthcare-Associated Infection Progress Report. Published March, 2016. Available at www.cdc.gov/hai/progress-report/index.html.
 43. Mu Y, Edwards JR, Horan TC, Berrios-Torres SI, Fridkin SK. Improving Risk-Adjusted Measures of Surgical Site Infection for the National Healthcare Safety Network. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2011;32(10):970-986. doi:10.1086/662016

44. de Lissovoy G, Fraeman K, Hutchins V, Murphy D, Song D, Vaughn BB. Surgical site infection: Incidence and impact on hospital utilization and treatment costs. *American Journal of Infection Control*. 2009;37(5):387-397. doi:10.1016/j.ajic.2008.12.010
45. Lazary A, Klemencsics I, Szoverfi Z, et al. Global Treatment Outcome after Surgical Site Infection in Elective Degenerative Lumbar Spinal Operations. *Surg Infect (Larchmt)*. 2021;22(2):193-199. doi:10.1089/sur.2019.344
46. Haddad S, Millhouse PW, Maltenfort M, Restrepo C, Kepler CK, Vaccaro AR. Diagnosis and neurologic status as predictors of surgical site infection in primary cervical spinal surgery. *The Spine Journal*. 2016;16(5):632-642. doi:10.1016/j.spinee.2016.01.019
47. ecdc. European Centre for Disease Prevention and Control. Healthcare-associated infections: surgical site infections. In: ECDC. Annual epidemiological report for 2017. Stockholm: ECDC; 2019.
48. Zimlichman E, Henderson D, Tamir O, et al. Health Care–Associated Infections: A Meta-analysis of Costs and Financial Impact on the US Health Care System. *JAMA Intern Med*. 2013;173(22):2039. doi:10.1001/jamainternmed.2013.9763
49. Urquhart JC, Gurr KR, Siddiqi F, Rasoulinejad P, Bailey CS. The Impact of Surgical Site Infection on Patient Outcomes After Open Posterior Instrumented Thoracolumbar Surgery for Degenerative Disorders. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2021;103(22):2105-2114. doi:10.2106/JBJS.20.02141
50. Leaper DJ, van Goor H, Reilly J, et al. Surgical site infection - a European perspective of incidence and economic burden. *Int Wound Journal*. 2004;1(4):247-273. doi:10.1111/j.1742-4801.2004.00067.x
51. Lamarsalle L, Hunt B, Schauf M, Szwarcensztein K, Valentine WJ. Evaluating the clinical and economic burden of healthcare-associated infections during hospitalization for surgery in France. *Epidemiol Infect*. 2013;141(12):2473-2482. doi:10.1017/S0950268813000253
52. Cassini A, Plachouras D, Eckmanns T, et al. Burden of Six Healthcare-Associated Infections on European Population Health: Estimating Incidence-Based Disability-Adjusted Life Years through a Population Prevalence-Based Modelling Study. Harbarth S, ed. *PLoS Med*. 2016;13(10):e1002150. doi:10.1371/journal.pmed.1002150
53. Salle H, Deluche E, Couvé-Deacon E, et al. Surgical Site Infections after glioblastoma surgery: results of a multicentric retrospective study. *Infection*. 2021;49(2):267-275. doi:10.1007/s15010-020-01534-0
54. Hidron AI, Edwards JR, Patel J, et al. Antimicrobial-Resistant Pathogens Associated With Healthcare-Associated Infections: Annual Summary of Data Reported to the National Healthcare Safety Network at the Centers for Disease Control and Prevention, 2006–2007. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2008;29(11):996-1011. doi:10.1086/591861
55. Mok JM, Guillaume TJ, Talu U, et al. Clinical Outcome of Deep Wound Infection After Instrumented Posterior Spinal Fusion: A Matched Cohort Analysis. *Spine*. 2009;34(6):578-583. doi:10.1097/BRS.0b013e31819a827c
56. Fang C, Zhu T, Zhang P, Xia L, Sun C. Risk factors of neurosurgical site infection after craniotomy: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Infection Control*. 2017;45(11):e123-e134. doi:10.1016/j.ajic.2017.06.009

57. Dellinger EP, Hausmann SM, Bratzler DW, et al. Hospitals collaborate to decrease surgical site infections. *The American Journal of Surgery*. 2005;190(1):9-15. doi:10.1016/j.amjsurg.2004.12.001
58. CPIAS. Accessed October 20, 2022. <https://www.cpias-ile-de-france.fr/surveillance/spicmi/prevention/audit-preop/AuditPreop-rapport2020.pdf>
59. senat: <https://www.senat.fr/rap/r05-421/r05-4218.mono.html>
60. Culver DH, Horan TC, Gaynes RP, et al. Surgical wound infection rates by wound class, operative procedure, and patient risk index. *The American Journal of Medicine*. 1991;91(3):S152-S157. doi:10.1016/0002-9343(91)90361-Z
61. Gaynes RP, Culver DH, Horan TC, et al. Surgical Site Infection (SSI) Rates in the United States, 1992–1998: The National Nosocomial Infections Surveillance System Basic SSI Risk Index. *CLIN INFECT DIS*. 2001;33(s2):S69-S77. doi:10.1086/321860
62. National Nosocomial Infections Surveillance (NNIS) System Report, data summary from January 1992 to June 2002, issued August 2002. *American Journal of Infection Control*. 2002;30(8):458-475. doi:10.1067/mic.2002.130032
63. Idali B, Lahyat B, Khaleq K, Ibahioin K, El Azhari A, Barrou L. [Postoperative infection following craniotomy in adults]. *Med Mal Infect*. 2004;34(5):221-224. doi:10.1016/j.medmal.2003.12.011
64. Sánchez-Arenas R, Rivera-García BE, Grijalva-Otero I, Juárez-Cedillo T, Toca-Porras L, Del Carmen Martínez-García M. [Incidence of nosocomial surgical-site infections. Application of National Nosocomial Infections Surveillance System (NNIS) index and description of clinical and biochemical features from patients undergoing first-time ventriculoperitoneal shunt]. *Cir Cir*. 2009;77(1):13-19.
65. Guidelines OMS 2016. Accessed October 20, 2022. <https://www.who.int/fr/news/item/03-11-2016-who-recommends-29-ways-to-stop-surgical-infections-and-avoid-superbugs>
66. Alexander JW. Nosocomial infections. *Current Problems in Surgery*. 1973;10(8):1-54. doi:10.1016/S0011-3840(73)80001-2
67. Zingg W, Holmes A, Dettenkofer M, et al. Hospital organisation, management, and structure for prevention of health-care-associated infection: a systematic review and expert consensus. *The Lancet Infectious Diseases*. 2015;15(2):212-224. doi:10.1016/S1473-3099(14)70854-0
68. Fuglestad MA, Tracey EL, Leinicke JA. Evidence-based Prevention of Surgical Site Infection. *Surgical Clinics of North America*. 2021;101(6):951-966. doi:10.1016/j.suc.2021.05.027
69. Kerezoudis P, Kelley PC, Watts CR, Heiderscheit CJ, Roskos MC. Using a Data-Driven Improvement Methodology to Decrease Surgical Site Infections in a Community Neurosurgery Practice: Optimizing Preoperative Screening and Perioperative Antibiotics. *World Neurosurgery*. 2021;149:e989-e1000. doi:10.1016/j.wneu.2021.01.060
70. Shaffer WO, Baisden JL, Fernand R, Matz PG, North American Spine Society. An evidence-based clinical guideline for antibiotic prophylaxis in spine surgery. *Spine J*. 2013;13(10):1387-1392. doi:10.1016/j.spinee.2013.06.030
71. SFAR atbprophylaxie. Accessed October 20, 2022. <https://sfar.org/wp-content/uploads/2018/07/Antibioprofylaxie-RFE-mise-a-jour-2018.pdf>

72. Abraham P, Lamba N, Acosta M, et al. Antibacterial prophylaxis for gram-positive and gram-negative infections in cranial surgery: A meta-analysis. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2017;45:24-32. doi:10.1016/j.jocn.2017.07.039
73. Consensus paper on the surveillance of surgical wound infections. The Society for Hospital Epidemiology of America; The Association for Practitioners in Infection Control; The Centers for Disease Control; The Surgical Infection Society. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1992;13(10):599-605.
74. Pull ter Gunne AF, Mohamed AS, Skolasky RL, van Laarhoven CJHM, Cohen DB. The Presentation, Incidence, Etiology, and Treatment of Surgical Site Infections After Spinal Surgery: *Spine*. 2010;35(13):1323-1328. doi:10.1097/BRS.0b013e3181bcde61
75. Cardo DM, Falk PS, Mayhall CG. Validation of Surgical Wound Surveillance. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1993;14(4):211-215. doi:10.1086/646717
76. Tunthanathip T, Sae-heng S, Oearsakul T, Sakarunchai I, Kaewborisutsakul A, Taweksomboonyat C. Machine learning applications for the prediction of surgical site infection in neurological operations. *Neurosurgical Focus*. 2019;47(2):E7. doi:10.3171/2019.5.FOCUS19241
77. Lubelski D, Feghali J, Ehresman J, et al. Web-Based Calculator Predicts Surgical-Site Infection After Thoracolumbar Spine Surgery. *World Neurosurg*. 2021;151:e571-e578. doi:10.1016/j.wneu.2021.04.086
78. An HS, Seldomridge JA. Spinal Infections: Diagnostic Tests and Imaging Studies. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. 2006;444:27-33. doi:10.1097/01.blo.0000203452.36522.97
79. Bhaskar IP, Inglis TJJ, Lee GYF. Clinical, Radiological, and Microbiological Profile of Patients with Autogenous Cranioplasty Infections. *World Neurosurgery*. 2014;82(3-4):e531-e534. doi:10.1016/j.wneu.2013.01.013
80. Radcliff KE, Neusner AD, Millhouse PW, et al. What is new in the diagnosis and prevention of spine surgical site infections. *The Spine Journal*. 2015;15(2):336-347. doi:10.1016/j.spinee.2014.09.022
81. Iwata E, Shigematsu H, Koizumi M, et al. Lymphocyte Count at 4 Days Postoperatively and CRP Level at 7 Days Postoperatively: Reliable and Useful Markers for Surgical Site Infection Following Instrumented Spinal Fusion. *Spine*. 2016;41(14):1173-1178. doi:10.1097/BRS.0000000000001501
82. Lenski M, Tonn JC, Siller S. Interleukin-6 as inflammatory marker of surgical site infection following spinal surgery. *Acta Neurochir*. 2021;163(6):1583-1592. doi:10.1007/s00701-020-04628-8
83. Girgis F, Walcott BP, Kwon CS, et al. The Absence of Fever or Leukocytosis Does Not Exclude Infection Following Cranioplasty. *Can J Neurol Sci*. 2015;42(4):255-259. doi:10.1017/cjn.2015.46
84. Reihnsaus E, Waldbaur H, Seeling W. Spinal epidural abscess: a meta-analysis of 915 patients. *Neurosurg Rev*. 2000;23(4):175-204. doi:10.1007/PL00011954
85. Hoen B, Varon E, de Debroucker T, et al. Management of acute community-acquired bacterial meningitis (excluding newborns). Long version with arguments. *Med Mal Infect*. 2019;49(6):405-441. doi:10.1016/j.medmal.2019.03.009

86. Rothman SL. The diagnosis of infections of the spine by modern imaging techniques. *Orthop Clin North Am.* 1996;27(1):15-31.
87. Silber JS, Anderson DG, Vaccaro AR, Anderson PA, McCormick P. Management of postprocedural discitis. *The Spine Journal.* 2002;2(4):279-287. doi:10.1016/S1529-9430(02)00203-6
88. Inanami H, Oshima Y, Iwahori T, Takano Y, Koga H, Iwai H. Role of 18F-Fluoro-D-deoxyglucose PET/CT in Diagnosing Surgical Site Infection After Spine Surgery With Instrumentation: *Spine.* 2015;40(2):109-113. doi:10.1097/BRS.0000000000000674
89. Chalfine A, Cauet D, Lin WC, et al. Highly Sensitive and Efficient Computer-Assisted System for Routine Surveillance for Surgical Site Infection. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006;27(8):794-801. doi:10.1086/506393
90. Miner AL, Sands KE, Yokoe DS, et al. Enhanced Identification of Postoperative Infections among Outpatients. *Emerg Infect Dis.* 2004;10(11):1931-1937. doi:10.3201/eid1011.040784
91. Sands KE, Yokoe DS, Hooper DC, et al. Detection of Postoperative Surgical-Site Infections: Comparison of Health Plan-Based Surveillance With Hospital-Based Programs. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2003;24(10):741-743. doi:10.1086/502123
92. Yokoe DS, Shapiro M, Simchen E, Platt R. Use of Antibiotic Exposure to Detect Postoperative Infections. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1998;19(5):317-322. doi:10.1086/647821
93. Yokoe DS, Noskin GA, Cunningham SM, et al. Enhanced Identification of Postoperative Infections among Inpatients. *Emerg Infect Dis.* 2004;10(11):1924-1930. doi:10.3201/eid1011.040572
94. Haley VB, Antwerpen CV, Tserenpuntsag B, et al. Use of Administrative Data in Efficient Auditing of Hospital-Acquired Surgical Site Infections, New York State 2009–2010. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2012;33(6):565-571. doi:10.1086/665710
95. Tsiodras S, Falagas ME. Clinical Assessment and Medical Treatment of Spine Infections. *Clinical Orthopaedics & Related Research.* 2006;444:38-50. doi:10.1097/01.blo.0000203454.82264.cd
96. Groupe ALIVE, ENCEPHALITICA Study Group, Groupe de Recherche en Réanimation Respiratoire du patient d'Onc-hématologie, et al. French Intensive Care Society, International congress – Réanimation 2016. *Ann Intensive Care.* 2016;6(S1):50, s13613-016-0114-z. doi:10.1186/s13613-016-0114-z
97. SPILF infection os. Accessed October 20, 2022. <https://www.infectiologie.com/UserFiles/File/spilf/recos/inf-osseuse-court.pdf>
98. Hedequist D, Haugen A, Hresko T, Emans J. Failure of attempted implant retention in spinal deformity delayed surgical site infections. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(1):60-64. doi:10.1097/BRS.0b013e31818ed75e
99. Kowalski TJ, Berbari EF, Huddleston PM, Steckelberg JM, Mandrekar JN, Osmon DR. The management and outcome of spinal implant infections: contemporary retrospective cohort study. *Clin Infect Dis.* 2007;44(7):913-920. doi:10.1086/512194
100. Butler JS, Wagner SC, Morrissey PB, et al. Strategies for the Prevention and Treatment of Surgical Site Infection in the Lumbar Spine. *Clin Spine Surg.* 2018;31(8):323-330. doi:10.1097/BSD.0000000000000635

101. Yudistira A, Asmiragani S, Imran AW, Sugiarto MA. Surgical Site Infection Management following Spinal Instrumentation Surgery: Implant Removal vs. Implant Retention: an Updated Systematical Review. *Acta Inform Med*. 2022;30(2):115-120. doi:10.5455/aim.2022.30.115-120
102. Kobayashi K, Imagama S, Ando K, et al. Trends in Reoperation for Surgical Site Infection After Spinal Surgery With Instrumentation in a Multicenter Study. *Spine*. 2020;45(20):1459-1466. doi:10.1097/BRS.0000000000003545
103. Bachmann KR, Yaszay B, Bartley CE, et al. The variability in the management of acute surgical site infections: an opportunity for the development of a best practice guideline. *Spine Deform*. 2020;8(3):463-468. doi:10.1007/s43390-020-00079-4
104. Li Y, Glotzbecker M, Hedequist D. Surgical site infection after pediatric spinal deformity surgery. *Curr Rev Musculoskelet Med*. Published online February 9, 2012. doi:10.1007/s12178-012-9111-5
105. Picada R, Winter RB, Lonstein JE, et al. Postoperative deep wound infection in adults after posterior lumbosacral spine fusion with instrumentation: incidence and management. *J Spinal Disord*. 2000;13(1):42-45. doi:10.1097/00002517-200002000-00009
106. Khan SA, Choudry U, Salim A, Nathani KR, Enam SA, Shehzad N. Current Management Trends for Surgical Site Infection After Posterior Lumbar Spinal Instrumentation: A Systematic Review. *World Neurosurg*. 2022;164:374-380. doi:10.1016/j.wneu.2022.05.138
107. Ho C, Skaggs DL, Weiss JM, Tolo VT. Management of infection after instrumented posterior spine fusion in pediatric scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(24):2739-2744. doi:10.1097/BRS.0b013e31815a5a86
108. Wallace DJ, McGinity MJ, Floyd JR. Bone flap salvage in acute surgical site infection after craniotomy for tumor resection. *Neurosurg Rev*. 2018;41(4):1071-1077. doi:10.1007/s10143-018-0955-z
109. Widdel L, Winston KR. Pus and free bone flaps: Clinical article. *PED*. 2009;4(4):378-382. doi:10.3171/2009.5.PEDS0963
110. Conen A, Fux CA, Vajkoczy P, Trampuz A. Management of infections associated with neurosurgical implanted devices. *Expert Review of Anti-infective Therapy*. 2017;15(3):241-255. doi:10.1080/14787210.2017.1267563
111. Schipmann S, Akalin E, Doods J, Ewelt C, Stummer W, Suero Molina E. When the Infection Hits the Wound: Matched Case-Control Study in a Neurosurgical Patient Collective Including Systematic Literature Review and Risk Factors Analysis. *World Neurosurgery*. 2016;95:178-189. doi:10.1016/j.wneu.2016.07.093
112. Jiménez-Martínez E, Cuervo G, Hornero A, et al. Risk factors for surgical site infection after craniotomy: a prospective cohort study. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2019;8:69. doi:10.1186/s13756-019-0525-3
113. Kourbeti IS, Jacobs AV, Koslow M, Karabetsos D, Holzman RS. Risk factors associated with postcraniotomy meningitis. *Neurosurgery*. 2007;60(2):317-325; discussion 325-326. doi:10.1227/01.NEU.0000249266.26322.25
114. Boissonneau S, Tsiaremby M, Peyriere H, et al. Post-operative complications in cranial and spine neurosurgery: a prospective observational study. *J Neurosurg Sci*. Published online March 2021. doi:10.23736/S0390-5616.21.05083-9

115. Kulikov A, Krovko Y, Nikitin A, et al. Severe Intraoperative Hyperglycemia and Infectious Complications After Elective Brain Neurosurgical Procedures: Prospective Observational Study. *Anesthesia & Analgesia*. 2022; Publish Ahead of Print. doi:10.1213/ANE.0000000000005912
116. Ma YF, Wen L, Zhu Y. Prospective study evaluating post-operative central nervous system infections following cranial surgery. *Br J Neurosurg*. 2019;33(1):80-83. doi:10.1080/02688697.2018.1519112
117. Hardy SJ, Nowacki AS, Bertin M, Weil RJ. Absence of an association between glucose levels and surgical site infections in patients undergoing craniotomies for brain tumors. *J Neurosurg*. 2010;113(2):161-166. doi:10.3171/2010.2.JNS09950
118. OMS. guidelines OMS 2018. <https://www.who.int/publications/i/item/global-guidelines-for-the-prevention-of-surgical-site-infection-2nd-ed>.
119. Gupta D, Goda R, Up S. Cultural aspects of the hair removal, hair care and neurosurgeon. *British Journal of Neurosurgery*. 2021;35(5):655-657. doi:10.1080/02688697.2021.1950634
120. Kose G, Tastan S, Kutlay M, Bedir O. The effects of different types of hair shaving on the body image and surgical site infection in elective cranial surgery. *J Clin Nurs*. 2016;25(13-14):1876-1885. doi:10.1111/jocn.13149
121. Bhatti MI, Leach PA. The incidence of infection for adults undergoing supra-tentorial craniotomy for tumours without hair removal. *British Journal of Neurosurgery*. 2013;27(2):218-220. doi:10.3109/02688697.2012.743968
122. SF2H. Accessed October 20, 2022. <https://www.sf2h.net/publications/gestion-preoperatoire-risque-infectieux-mise-a-jour-de-conference-de-consensus>
123. Karhade AV, Cote DJ, Larsen AMG, Smith TR. Neurosurgical Infection Rates and Risk Factors: A National Surgical Quality Improvement Program Analysis of 132,000 Patients, 2006–2014. *World Neurosurgery*. 2017;97:205-212. doi:10.1016/j.wneu.2016.09.056
124. Schairer WW, Carrer A, Deviren V, et al. Hospital Readmission After Spine Fusion for Adult Spinal Deformity: *Spine*. 2013;38(19):1681-1689. doi:10.1097/BRS.0b013e31829c08c9
125. Schoenfeld AJ, Carey PA, Cleveland AW, Bader JO, Bono CM. Patient factors, comorbidities, and surgical characteristics that increase mortality and complication risk after spinal arthrodesis: a prognostic study based on 5,887 patients. *The Spine Journal*. 2013;13(10):1171-1179. doi:10.1016/j.spinee.2013.02.071
126. Wimmer C, Gluch H, Franzreb M, Ogon M. Predisposing factors for infection in spine surgery: a survey of 850 spinal procedures. *J Spinal Disord*. 1998;11(2):124-128.
127. Sebaaly A, Shedid D, Boubez G, et al. Surgical site infection in spinal metastasis: incidence and risk factors. *Spine J*. 2018;18(8):1382-1387. doi:10.1016/j.spinee.2018.01.002
128. Lieber B, Han B, Strom RG, et al. Preoperative Predictors of Spinal Infection within the National Surgical Quality Inpatient Database. *World Neurosurgery*. 2016;89:517-524. doi:10.1016/j.wneu.2015.12.085
129. Anderson DJ, Podgorny K, Berríos-Torres SI, et al. Strategies to Prevent Surgical Site Infections in Acute Care Hospitals: 2014 Update. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2014;35(6):605-627. doi:10.1086/676022

130. Smith FP. Classification of Neurosurgical Cases and Operations. *Journal of Neurosurgery*. 1956;13(1):118-121. doi:10.3171/jns.1956.13.1.0118
131. Fang A, Hu SS, Endres N, Bradford DS. Risk Factors for Infection After Spinal Surgery: *Spine*. 2005;30(12):1460-1465. doi:10.1097/01.brs.0000166532.58227.4f
132. Deng H, Chan A, Ammanuel S, et al. Risk factors for deep surgical site infection following thoracolumbar spinal surgery. *J Neurosurg Spine*. 2019;32(2):292-301.
133. Weinstein MA, McCabe JP, Cammisa FP. Postoperative Spinal Wound Infection: A Review of 2,391 Consecutive Index Procedures: *Journal of Spinal Disorders*. 2000;13(5):422-426. doi:10.1097/00002517-200010000-00009
134. Pull ter Gunne AF, Hosman AJF, Cohen DavidB, et al. A Methodological Systematic Review on Surgical Site Infections Following Spinal Surgery: Part 1. *Spine*. 2012;37(24):2017-2033. doi:10.1097/BRS.0b013e31825bfca8
135. Olsen MA, Nepple JJ, Riew KD, et al. Risk Factors for Surgical Site Infection Following Orthopaedic Spinal Operations: *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*. 2008;90(1):62-69. doi:10.2106/JBJS.F.01515
136. Olsen MA, Mayfield J, Lauryssen C, et al. Risk factors for surgical site infection in spinal surgery. *J Neurosurg*. 2003;98(2 Suppl):149-155.
137. Lim S, Yeh HH, Macki M, et al. Preoperative HbA1c > 8% Is Associated With Poor Outcomes in Lumbar Spine Surgery: A Michigan Spine Surgery Improvement Collaborative Study. *Neurosurg*. 2021;89(5):819-826. doi:10.1093/neuros/nyab294
138. Blumberg TJ, Woelber E, Bellabarba C, Bransford R, Spina N. Predictors of increased cost and length of stay in the treatment of postoperative spine surgical site infection. *Spine J*. 2018;18(2):300-306. doi:10.1016/j.spinee.2017.07.173
139. Yao R, Tan T, Tee JW, Street J. Prophylaxis of surgical site infection in adult spine surgery: A systematic review. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2018;52:5-25. doi:10.1016/j.jocn.2018.03.023
140. Ushirozako H, Hasegawa T, Yamato Y, et al. Impact of intrawound vancomycin powder on prevention of surgical site infection after posterior spinal surgery. *J Neurosurg Spine*. 2021;34(4):656-664. doi:10.3171/2020.8.SPINE20992
141. Mann M, Wright CH, Jella T, et al. Cranial Surgical Site Infection Interventions and Prevention Bundles: A Systematic Review of the Literature. *World Neurosurgery*. 2021;148:206-219.e4. doi:10.1016/j.wneu.2020.12.137
142. Ravikumar V, Ho AL, Pendharkar AV, Sussman ES, Kwong-hon Chow K, Li G. The Use of Vancomycin Powder for Surgical Prophylaxis Following Craniotomy. *NEUROSURGERY*. 2017;80(5):754-758. doi:10.1093/neuros/nyw127
143. Zarrin DA, Wilson BR, Teton ZE, Sheldon BL, Dorsi MJ. The Role of Vancomycin Powder During Spinal Cord Stimulator Implantation: A Case Series and Review of the Literature. *World Neurosurg*. 2021;156:e72-e76. doi:10.1016/j.wneu.2021.08.141
144. Gande A, Rosinski A, Cunningham T, Bhatia N, Lee YP. Selection pressures of vancomycin powder use in spine surgery: a meta-analysis. *The Spine Journal*. 2019;19(6):1076-1084. doi:10.1016/j.spinee.2019.01.002

145. Horii C, Yamazaki T, Oka H, et al. Does intrawound vancomycin powder reduce surgical site infection after posterior instrumented spinal surgery? A propensity score-matched analysis. *Spine J*. 2018;18(12):2205-2212. doi:10.1016/j.spinee.2018.04.015
146. Vakayil V, Atkinson J, Puram V, et al. Intrawound vancomycin application after spinal surgery: a propensity score-matched cohort analysis. *J Neurosurg Spine*. Published online March 5, 2021:1-11. doi:10.3171/2020.8.SPINE201129
147. Pennington Z, Lubelski D, Molina C, Westbrook EM, Ahmed AK, Sciubba DM. Prolonged Post-surgical Drain Retention Increases Risk for Deep Wound Infection After Spine Surgery. *World Neurosurgery*. 2019;130:e846-e853. doi:10.1016/j.wneu.2019.07.013
148. Reier L, Fowler JB, Arshad M, Siddiqi J. Drains in Spine Surgery for Degenerative Disc Diseases: A Literature Review to Determine Its Usage. *Cureus*. Published online March 13, 2022. doi:10.7759/cureus.23129
149. Herrick DB, Tanenbaum JE, Mankarious M, et al. The relationship between surgical site drains and reoperation for wound-related complications following posterior cervical spine surgery: a multicenter retrospective study: Presented at the 2018 AANS/CNS Joint Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2018;29(6):628-634. doi:10.3171/2018.5.SPINE171313
150. Sherrod BA, Johnston JM, Rocque BG. Risk factors for unplanned readmission within 30 days after pediatric neurosurgery: a nationwide analysis of 9799 procedures from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program. *J Neurosurg Pediatr*. 2016;18(3):350-362. doi:10.3171/2016.2.PEDS15604
151. Valentini LG, Casali C, Chatenoud L, Chiaffarino F, Uberti-Foppa C, Broggi G. Surgical site infections after elective neurosurgery: a survey of 1747 patients. *Neurosurgery*. 2008;62(1):88-95; discussion 95-96. doi:10.1227/01.NEU.0000311065.95496.C5
152. Fiani B, Cathel A, Sarhadi KJ, Cohen J, Siddiqi J. Neurosurgical Post-Operative Wound Infections: A retrospective study on surgical site infections for quality improvement. *Int Wound J*. 2020;17(4):1039-1046. doi:10.1111/iwj.13367
153. Kołpa M, Wałaszek M, Róžańska A, Wolak Z, Wójkowska-Mach J. Epidemiology of Surgical Site Infections and Non-Surgical Infections in Neurosurgical Polish Patients-Substantial Changes in 2003-2017. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(6):E911. doi:10.3390/ijerph16060911
154. Kołpa M, Słowik R, Wałaszek M, Wolak Z, Róžańska A, Wójkowska-Mach J. Multimodal strategy in surgical site infections control and prevention in orthopaedic patients - a 10-year retrospective observational study at a Polish hospital. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020;9(1):20. doi:10.1186/s13756-020-0680-6
155. Lepänluoma M, Rahi M, Takala R, Löyttyniemi E, Ikonen TS. Analysis of neurosurgical reoperations: use of a surgical checklist and reduction of infection-related and preventable complication-related reoperations. *J Neurosurg*. 2015;123(1):145-152. doi:10.3171/2014.12.JNS141077
156. Mabit C, Marcheix PS, Mounier M, et al. Impact of a surgical site infection (SSI) surveillance program in orthopedics and traumatology. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2012;98(6):690-695. doi:10.1016/j.otsr.2012.08.001
157. Bekelis K, Coy S, Simmons N. Operative Duration and Risk of Surgical Site Infection in Neurosurgery. *World Neurosurg*. 2016;94:551-555.e6. doi:10.1016/j.wneu.2016.07.077

158. Zhan R, Zhu Y, Shen Y, et al. Post-operative central nervous system infections after cranial surgery in China: incidence, causative agents, and risk factors in 1,470 patients. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2014;33(5):861-866. doi:10.1007/s10096-013-2026-2
159. Malik AT, Jain N, Scharschmidt TJ, Mayerson JL, Khan SN. Factors associated with post-operative sepsis following surgery for spinal tumors: An analysis of the ACS-NSQIP database. *Clin Neurol Neurosurg*. 2018;172:1-7. doi:10.1016/j.clineuro.2018.06.019
160. Durkin MJ, Dicks KV, Baker AW, et al. Postoperative infection in spine surgery: does the month matter? *J Neurosurg Spine*. 2015;23(1):128-134. doi:10.3171/2014.10.SPINE14559
161. Blomstedt GC. Infections in neurosurgery: a retrospective study of 1143 patients and 1517 operations. *Acta Neurochir (Wien)*. 1985;78(3-4):81-90. doi:10.1007/BF01808684
162. Bauer JM, Shah SA, Sponseller PD, et al. Comparing short-term AIS post-operative complications between ACS-NSQIP and a surgeon study group. *Spine Deform*. 2020;8(6):1247-1252. doi:10.1007/s43390-020-00170-w
163. Sywak MS, Yeh MW, Sidhu SB, Barraclough BH, Delbridge LW. New surgical consultants: is there a learning curve? *ANZ J Surg*. 2006;76(12):1081-1084. doi:10.1111/j.1445-2197.2006.03950.x
164. Sussman EJ, Kastanis JN, Feigin W, Rosen HM. Surgical outcome for resident and attending surgeons. *Am J Surg*. 1982;144(2):250-253. doi:10.1016/0002-9610(82)90519-0

Annexes

Annexe 1 : Taux d'ISO dans la littérature selon le type de chirurgie.

Auteurs et titre	Année de publication	%ISO	Type d'interventions	Type d'étude
Buchanan IA, Donoho DA, Patel A, Lin M, Wen T, Ding L, Giannotta SL, Mack WJ, Attenello F. Predictors of Surgical Site Infection After Nonemergent Craniotomy: A Nationwide Readmission Database Analysis. <i>World Neurosurg.</i> 2018 Dec;120:e440-e452.	2018	2,2	Crâne	Rétrospectif
Chiang HY, Kamath AS, Pottinger JM, Greenlee JD, Howard MA 3rd, Cavanaugh JE, et al. Risk factors and outcomes associated with surgical site infections after craniotomy or craniectomy. <i>J Neurosurg</i> 2014;120:509-21.	2014	4,1	Crâne	Rétrospectif
Dashti SR, Baharvahdat H, Spetzler RF, Sauvageau E, Chang SW, Stiefel MF, Park MS, Bambakidis NC. Operative intracranial infection following craniotomy. <i>Neurosurg Focus.</i> 2008;24(6):E10.	2008	0,5	Crâne	Rétrospectif
Fang C, Zhu T, Zhang P, Xia L, Sun C. Risk factors of neurosurgical site infection after craniotomy: A systematic review and meta-analysis. <i>Am J Infect Control.</i> 2017 Nov 1;45(11):e123-e134.	2017	2,2 à 4,7	Crâne	Méta analyse
Golebiowski A, Drewes C, Gulati S, Jakola AS, Solheim O. Is duration of surgery a risk factor for extracranial complications and surgical site infections after intracranial tumor operations? <i>Acta Neurochir (Wien).</i> 2015 Feb;157(2):235-40; discussion 240.	2015	1,1 à 9,1	Crâne	Rétrospectif
Han C, Song Q, Ren Y, Luo J, Jiang X, Hu D. Dose-response association of operative time and surgical site infection in neurosurgery patients: A systematic review and meta-analysis. <i>Am J Infect Control.</i> 2019 Nov;47(11):1393-1396.	2019	1,67	Crâne	Rétrospectif
Hardy SJ, Nowacki AS, Bertin M, Weil RJ. Absence of an association between glucose levels and surgical site infections in patients undergoing craniotomies for brain tumors. <i>J Neurosurg.</i> 2010 Aug;113(2):161-6.	2010	2,3	Crâne	Rétrospectif
Idali B, Lahyat B, Khaleq K, Ibahioin K, El Azhari A, Barrou L. L'infection postopératoire après craniotomie chez l'adulte [Postoperative infection following craniotomy in adults]. <i>Med Mal Infect.</i> 2004 May;34(5):221-4. French.	2004	17,6	Crâne	Prospectif
Jeong TS, Yee GT. Prospective Multicenter Surveillance Study of Surgical Site Infection after Intracranial Procedures in Korea : A Preliminary Study. <i>J Korean Neurosurg Soc.</i> 2018 Sep;61(5):645-652.	2018	1,9	Crâne	Prospectif
Jiménez-Martínez E, Cuervo G, Hornero A, Ciercoles P, Gabarrós A, Cabellos C, Pelegrin I, García-Somoza D, Adamuz J, Carratalà J, Pujol M. Risk factors for surgical site infection after craniotomy: a prospective cohort study. <i>Antimicrob Resist Infect Control.</i> 2019 May 2;8:69.	2019	15,3	Crâne	Prospectif
Korinek AM. Risk factors for neurosurgical site infections after craniotomy: a prospective multicenter study of 2944 patients. The French Study Group of Neurosurgical Infections, the SEHP, and the C-CLIN Paris-Nord. <i>Service Epidémiologie Hygiène et Prévention. Neurosurgery.</i> 1997 Nov;41(5):1073-9; discussion 1079-81.	1997	4	Crâne	Prospectif
Kourbeti IS, Jacobs AV, Koslow M, Karabetos D, Holzman RS. Risk factors associated with postcraniotomy meningitis. <i>Neurosurgery.</i> 2007 Feb;60(2):317-25; discussion 325-6.	2007	5,5	Crâne	Rétrospectif
Kulikov A, Krovko Y, Nikitin A, Shmigelsky A, Zagidullin T, Ershova O, Gadzhieva O, Bilotta F. Severe Intraoperative Hyperglycemia and Infectious Complications After Elective Brain Neurosurgical Procedures: Prospective Observational Study. <i>Anesth Analg.</i> 2022 Jan 20.	2022	7,8	Crâne	Prospectif
Ma YF, Wen L, Zhu Y. Prospective study evaluating post-operative central nervous system infections following cranial surgery. <i>Br J Neurosurg.</i> 2019 Feb;33(1):80-83.	2019	1,8	Crâne	Prospectif
McCutcheon BA, Ubl DS, Babu M, Maloney P, Murphy M, Kerezoudis P, Bydon M, Habermann EB, Parney I. Predictors of Surgical Site Infection Following Craniotomy for Intracranial Neoplasms: An Analysis of Prospectively Collected Data in the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program Database. <i>World Neurosurg.</i> 2016 Apr;88:350-358.	2016	2,04	Crâne	Prospectif
Rubeli SL, D'Alonzo D, Mueller B, Bartlomé N, Fankhauser H, Bucheli E, Conen A, Fandino J, Fux CA. Implementation of an infection prevention bundle is associated with reduced surgical site infections in cranial neurosurgery. <i>Neurosurg Focus.</i> 2019 Aug 1;47(2):E3.	2019	7,8 à 3,7	Crâne	Prospectif
Sánchez-Arenas R, Rivera-García BE, Grijalva-Otero I, Juárez-Cedillo T, Toca-Porras L, Del Carmen Martínez-García M. Incidencia de infección nosocomial en sitio quirúrgico (índice del NNIS y características clínicas y bioquímicas prequirúrgicas de pacientes sometidos por primera vez a derivación ventrículo-peritoneal) [Incidence of nosocomial surgical-site infections. Application of National Nosocomial Infections Surveillance System (NNIS) index and description of clinical and biochemical features from patients undergoing first-time ventriculoperitoneal shunt]. <i>Cir Cir.</i> 2009 Jan-Feb;77(1):13-9. Spanish.	2009	12,9	Crâne	Prospectif

Schipmann S, Akalin E, Doods J, Ewelt C, Stummer W, Suero Molina E. When the Infection Hits the Wound: Matched Case-Control Study in a Neurosurgical Patient Collective Including Systematic Literature Review and Risk Factors Analysis. <i>World Neurosurg.</i> 2016 Nov;95:178-189.	2016	3,25	Crâne	Rétrospectif
Abu Hamdeh S, Lytsy B, Ronne-Engström E. Surgical site infections in standard neurosurgery procedures- a study of incidence, impact and potential risk factors. <i>Br J Neurosurg.</i> 2014 Apr;28(2):270-5.	2014	4,3 à 4,9	Crâne	Prospectif
Adeleye AO. Low rates of post-craniotomy surgical site infections in a developing country: surgical technique and results. <i>Br J Neurosurg.</i> 2018 Apr;32(2):136-140.	2017	4,3	Crâne	Rétrospectif
Chiang HY, Kamath AS, Pottinger JM, Greenlee JD, Howard MA 3rd, Cavanaugh JE, Herwaldt LA. Risk factors and outcomes associated with surgical site infections after craniotomy or craniectomy. <i>J Neurosurg.</i> 2014 Feb;120(2):509-21.	2017	2,2 à 4,7	Crâne	Rétrospectif
Fiani B, Cathel A, Sarhadi KJ, Cohen J, Siddiqi J. Neurosurgical Post-Operative Wound Infections: A retrospective study on surgical site infections for quality improvement. <i>Int Wound J.</i> 2020 Aug;17(4):1039-1046.	2020	1	Crâne et rachis	Rétrospectif
Karhade AV, Cote DJ, Larsen AM, Smith TR. Neurosurgical Infection Rates and Risk Factors: A National Surgical Quality Improvement Program Analysis of 132,000 Patients, 2006-2014. <i>World Neurosurg.</i> 2017 Jan;97:205-212.	2016	5,3	Crâne et rachis	Rétrospectif
Kerezoudis P, Kelley PC, Watts CR, Heiderscheid CJ, Roskos MC. Using a Data-Driven Improvement Methodology to Decrease Surgical Site Infections in a Community Neurosurgery Practice: Optimizing Preoperative Screening and Perioperative Antibiotics. <i>World Neurosurg.</i> 2021 May;149:e989-e1000.	2021	6,7 4,85 (2,94 pour le crâne et 5,30 pour le rachis)	Crâne et rachis	Prospectif
López Pereira P, Díaz-Agero Pérez C, López Fresneña N, Las Heras Mosteiro J, Palancar Cabrera A, Rincón Carlavilla ÁL, Aranz Andrés JM. 'Epidemiology of surgical site infection in a neurosurgery department'. <i>Br J Neurosurg.</i> 2017 Feb;31(1):10-15.	2016		Crâne et rachis	Prospectif
Patel S, Thompson D, Innocent S, Narbad V, Selway R, Barkas K. Risk factors for surgical site infections in neurosurgery. <i>Ann R Coll Surg Engl.</i> 2019 Mar;101(3):220-225.	2019	1,2	Crâne et rachis	Rétrospectif
Stienen MN, Moser N, Krauss P, Regli L, Samthein J. Incidence, depth, and severity of surgical site infections after neurosurgical interventions. <i>Acta Neurochir (Wien).</i> 2019 Jan;161(1):17-24.	2018	1,94 1,52 pour le crâne et 0,15 pour le rachis	Crâne et rachis	Rétrospectif
Valentini LG, Casali C, Chatenoud L, Chiaffarino F, Uberti-Foppa C, Broggi G. Surgical site infections after elective neurosurgery: a survey of 1747 patients. <i>Neurosurgery.</i> 2008 Jan;62(1):88-95; discussion 95-6.	2008		Crâne et rachis	Rétrospectif
Adapa AR, Linzey JR, Moriguchi F, Daou BJ, Khalsa SSS, Ponnaluri-Wears S, Thompson BG, Park P, Pandey AS. Risk factors and morbidity associated with surgical site infection subtypes following adult neurosurgical procedures. <i>Br J Neurosurg.</i> 2021 Mar 29:1-7.	2021	1,7-0,98- 3,2	Crâne et rachis	Rétrospectif
Anderson PA, Savage JW, Vaccaro AR, Radcliff K, Arnold PM, Lawrence BD, Shamji MF. Prevention of Surgical Site Infection in Spine Surgery. <i>Neurosurgery.</i> 2017 Mar 1;80(3S):S114-S123.	2017	1 à 9	Rachis	Rétrospectif
Blumberg TJ, Woelber E, Bellabarba C, Bransford R, Spina N. Predictors of increased cost and length of stay in the treatment of postoperative spine surgical site infection. <i>Spine J.</i> 2018 Feb;18(2):300-306.	2018	4,7	Rachis	Rétrospectif
Deng H, Chan AK, Ammanuel S, Chan AY, Oh T, Skrehot HC, Edwards S, Kondapavulur S, Nichols AD, Liu C, Yue JK, Dhall SS, Clark AJ, Chou D, Ames CP, Mummaneni PV. Risk factors for deep surgical site infection following thoracolumbar spinal surgery. <i>J Neurosurg Spine.</i> 2019 Nov 1;32(2):292-301.	2019	0,49	Rachis	Prospectif
Fang A, Hu SS, Endres N, et al. Risk factors for infection after spinal surgery. <i>Spine (Phila Pa 1976)</i> 2005;30:1460-5.	2005	4,4	Rachis	Rétrospectif
Fei Q, Li J, Lin J, Li D, Wang B, Meng H, Wang Q, Su N, Yang Y. Risk Factors for Surgical Site Infection After Spinal Surgery: A Meta-Analysis. <i>World Neurosurg.</i> 2016 Nov;95:507-515.	2015	0,7 à 12	Rachis	Rétrospectif
Haddad S, Millhouse PW, Maltenfort M, Restrepo C, Kepler CK, Vaccaro AR. Diagnosis and neurologic status as predictors of surgical site infection in primary cervical spinal surgery. <i>Spine J.</i> 2016 May;16(5):632-42.	2016	0,73- 1,75	Rachis	Rétrospectif

Lazary A, Klemencsics I, Szoverfi Z, Kiss L, Biczo A, Szita J, Varga PP. Global Treatment Outcome after Surgical Site Infection in Elective Degenerative Lumbar Spinal Operations. <i>Surg Infect (Larchmt)</i> . 2021 Mar;22(2):193-199.	2021	3,8	Rachis	Rétrospectif
Lieber B, Han B, Strom RG, Mullin J, Frempong-Boadu AK, Agarwal N, et al. Preoperative Predictors of Spinal Infection within the National Surgical Quality Inpatient Database. <i>World Neurosurg</i> . 2015;	2015	1,84	Rachis	Rétrospectif
Lubelski D, Feghali J, Ehresman J, Pennington Z, Schilling A, Huq S, Medikonda R, Theodore N, Sciubba DM. Web-Based Calculator Predicts Surgical-Site Infection After Thoracolumbar Spine Surgery. <i>World Neurosurg</i> . 2021 Jul;151:e571-e578.	2021	2,7	Rachis	Rétrospectif
Ogihara S, Yamazaki T, Shiibashi M, Chikuda H, Maruyama T, Miyoshi K, Inanami H, Oshima Y, Azuma S, Kawamura N, Yamakawa K, Hara N, Morii J, Okazaki R, Takeshita Y, Tanaka S, Saita K. Risk factors for deep surgical site infection following posterior instrumented fusion for degenerative diseases in the thoracic and/or lumbar spine: a multicenter, observational cohort study of 2913 consecutive cases. <i>Eur Spine J</i> . 2021 Jun;30(6):1756-1764.	2021	1,2	Rachis	Rétrospectif
Olsen MA, Mayfield J, Laurysen C, Polish LB, Jones M, Vest J, et al. Risk factors for surgical site infection in spinal surgery. <i>J Neurosurg</i> . 2003;98: 149–155.	2003	2,8	Rachis	Rétrospectif
Olsen MA, Nepple JJ, Riew KD, Lenke LG, Bridwell KH, Mayfield J, et al. Risk factors for surgical site infection following orthopaedic spinal operations. <i>J Bone Joint Surg Am</i> . 2008;90: 62–69.	2008	2	Rachis	Rétrospectif
Pesenti S, Pannu T, Andres-Bergos J, Lafage R, Smith JS, Glassman S, de Kleuver M, Pellise F, Schwab F, Lafage V; Scoliosis Research Society (SRS). What are the risk factors for surgical site infection after spinal fusion? A meta-analysis. <i>Eur Spine J</i> . 2018 Oct;27(10):2469-2480.	2018	2 à 15	Rachis	Rétrospectif
Pull ter Gunne AF, Hosman AJF, Cohen DB, Schuetz M, Habil D, van Laarhoven CJHM, et al. A methodological systematic review on surgical site infections following spinal surgery: part 1: risk factors. <i>Spine</i> . 2012;37: 2017–2033.	2012	0,7-12	Rachis	Méta analyse
Schairer WW, Carrer A, Deviren V, Hu SS, Takemoto S, Mummaneni P, et al. Hospital readmission after spine fusion for adult spinal deformity. <i>Spine</i> . 2013;38: 1681–1689.	2013	5,6	Rachis	Rétrospectif
Schoenfeld AJ, Carey PA, Cleveland AW 3rd, Bader JO, Bono CM. Patient factors, comorbidities, and surgical characteristics that increase mortality and complication risk after spinal arthrodesis: a prognostic study based on 5,887 patients. <i>Spine J</i> . 2013;13: 1171–1179.	2013	2	Rachis	Rétrospectif
Sciubba DM, Yurter A, Smith JS, Kelly MP, Scheer JK, Goodwin CR, Lafage V, Hart RA, Bess S, Kebaish K, Schwab F, Shaffrey CI, Ames CP; International Spine Study Group (ISSG). A Comprehensive Review of Complication Rates After Surgery for Adult Deformity: A Reference for Informed Consent. <i>Spine Deform</i> . 2015 Nov;3(6):575-594.	2015	1,2-1,1	Rachis	Méta analyse
Sebaaly A, Shedid D, Boubez G, Zairi F, Kanhouou M, Yuh SJ, Wang Z. Surgical site infection in spinal metastasis: incidence and risk factors. <i>Spine J</i> . 2018 Aug;18(8):1382-1387.	2018	5,1	Rachis	Rétrospectif
Shillingford JN, Laratta JL, Reddy H, Ha A, Lehman RA Jr, Lenke LG, Fischer CR. Postoperative Surgical Site Infection After Spine Surgery: An Update From the Scoliosis Research Society (SRS) Morbidity and Mortality Database. <i>Spine Deform</i> . 2018 Nov-Dec;6(6):634-643	2018	1,2	Rachis	Rétrospectif
Smith JS, Klineberg E, Lafage V, Shaffrey CI, Schwab F, Lafage R, Hostin R, Mundis GM Jr, Errico TJ, Kim HJ, Protopsaltis TS, Hamilton DK, Scheer JK, Soroceanu A, Kelly MP, Line B, Gupta M, Deviren V, Hart R, Burton DC, Bess S, Ames CP; International Spine Study Group. Prospective multicenter assessment of perioperative and minimum 2-year postoperative complication rates associated with adult spinal deformity surgery. <i>J Neurosurg Spine</i> . 2016 Jul;25(1):1-14.	2016	9	Rachis	Rétrospectif
Smith JS, Shaffrey CI, Sansur CA, Berven SH, Fu KM, Broadstone PA, Choma TJ, Goytan MJ, Noordeen HH, Knapp DR Jr, Hart RA, Donaldson WF 3rd, Polly DW Jr, Perra JH, Boachie-Adjei O; Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. Rates of infection after spine surgery based on 108,419 procedures: a report from the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. <i>Spine (Phila Pa 1976)</i> . 2011 Apr 1;36(7):556-63.	1976	2,1	Rachis	Rétrospectif
Weinstein MA, McCabe JP, Cammisa FP Jr. Postoperative spinal wound infection: a review of 2,391 consecutive index procedures. <i>J Spinal Disord</i> 2000;13:422–6.	2000	1,9	Rachis	Rétrospectif
Wimmer C, Gluch H, Franzreb M, et al. Predisposing factors for infection in spine surgery: a survey of 850 spinal procedures. <i>J Spinal Disord</i> 1998;11:124–8.	1998	2,6	Rachis	Rétrospectif
Zhou J, Wang R, Huo X, Xiong W, Kang L, Xue Y. Incidence of Surgical Site Infection After Spine Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. <i>Spine (Phila Pa 1976)</i> . 2020 Feb 1;45(3):208-216.	2020	3,1	Rachis	Méta analyse

Annexe 2 : Classification des interventions neurochirurgicales.

I. Crâne

A. Crâne tumoral

1/Biopsies

2/ Tumeurs intraparenchymateuses sus-tentorielles

3/ Tumeurs intraparenchymateuses sous-tentorielles

4/ Tumeurs intracrâniennes extraparenchymateuses, APC et base du crâne

5/ Hypophyse

B. Crâne traumatique et urgences

1/DVE

2/ PIC

3/ Crâne traumatique (HSD C et A, contusions, HED, embarrures, plaies crânio-cérébrales)

4/ Hématomes intraparenchymateux

C. Hydrocéphalie : DVP et DVA

D. Crâne vasculaire (MAV, anévrismes, etc)

E. Cranioplasties

F. Crâne divers

II. Rachis et CCC

A. Charnière crânio-cervicale

B. Chirurgie de la moelle (tumeurs médullaires, syringomyélie)

C. Tumeurs intradurales extramédullaires

D. Rachis dégénératif et traumatique

1/ cervical

a) HD cervicales et Arthrodèses cervicales

b) Corporectomies et somatotomies cervicales

c) Laminectomies cervicales

2/ Dorso-lombaire

a) HDL

b) CLE sans synthèse et laminectomies

c) Arthrodèses lombaires

d) Rachis traumatique open

e) Rachis traumatique percutané (kyphoplasties, ostéosynthèses percutanées)

3/Rachis divers

III. Fonctionnel

A. Stimulation médullaire

B. VNS

C. Pompes à baclofène

D. Décompression de nerf crânien

E. Percutané (thermocoagulation)

F. Autres fonctionnel

IV. Autres interventions

Annexe 3 : Habitudes au bloc opératoire.

Habitudes au Bloc Opératoire

1 Vous arrive-t-il de porter un bijou (alliance, bague, bracelet) lors d'une intervention ?

- Jamais
- Rarement
- Occasionnellement
- Souvent
- Toujours

2 A quelle fréquence devez-vous vous habiller seul ?

- Moins de 20% des cas
- 20-50% des cas
- 50-80% des cas
- Plus de 80 des cas

Quel risque infectieux y associez-vous de 0 à 10 (avec 0 aucun risque et 10 un risque casi certain) ?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

3 Pour les chirurgies du crâne, quel type de bordure utilisez-vous le plus souvent ? (entourez votre option favorite)

- Pas de bordure
- Compresses et tetra non imbibés de bétadine
- Compresses bétadinées
- loban (champ à inciser iodée)

4 Pour les chirurgies du rachis, quel type de bordure utilisez-vous le plus souvent ? (entourez votre option favorite)

- Pas de bordure
- Compresses et tetra non imbibés de bétadine
- Compresses bétadinées
- loban (champ à inciser iodée)

5 Vous arrive-t-il de poser l'aspiration directement sur la peau nue du patient? Avant la mise en place de champ de bordure ou parce que vous ne mettez pas de bordures. (avec 0, jamais à 10, systématiquement)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

6 Vous arrive-t-il et si oui, à quelle fréquence, de vous stériliser volontairement les mains (pour modifier l'affichage de l'imagerie par exemple) avant changement de gants ?

- Jamais
- Rarement
- Occasionnellement
- Souvent

7 Quelle marge idéale laissée vous entre l'incision et l'insertion des cheveux pour une incision du scalp ? (en mm)

.....mm

8 A quel moment changer vous le plus fréquemment vos gants dans les chirurgies du crâne ? (plusieurs réponses acceptées)

- Après le temps cutané
- Après le temps du volet crânien
- Juste avant incision de la dure-mère
- Après incision de la dure-mère
- Après exérèse complète de la lésion

A quel moment changer vous le plus fréquemment l'aspiration dans les chirurgies du crâne ?

- Après le temps cutané
- Après le temps du volet crânien
- Juste avant incision de la dure-mère
- Après incision de la dure-mère
- Après exérèse complète de la lésion ?

9 A quelle fréquence vous aidez-vous de la palpation digitale au cours d'interventions intra crâniennes ? (avec 0, jamais à 10, systématiquement)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

10 Quel est d'après vous la longueur de tunnelisation d'un redon optimal au niveau du crane (DVE, Jackson) de 0 à 15cm ?



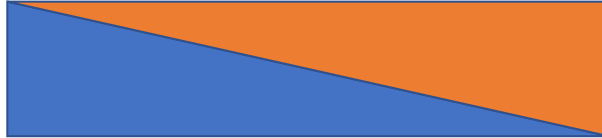
Quel est d'après vous la longueur de tunnelisation d'un redon optimal au niveau du rachis (dorso lombaire) de 0 à 15cm ?



Quelle est d'après vous l'importance en prévention du risque infectieux de cette longueur de tunnelisation ? (avec 0, aucune importance à 10, une importance capitale)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

11 Lors du rinçage avant fermeture, faites-vous plutôt couler la Bétadine sur les berges de l'incision (en orange) ou faites-vous plutôt mousser le produit (en bleu) ?



12 Combien de temps (en jour) laissez-vous habituellement au traitement médical pour agir sur une brèche méningée avant une reprise chirurgicale ?

..... jours

Serment d'Hippocrate

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Infection de site opératoire en Neurochirurgie : étude rétrospective d'une cohorte de 19 949 interventions.

De nombreuses avancées concernant l'asepsie et la prise en charge pré, per ou post opératoire ont nettement diminué le risque d'infection du site opératoire (ISO) en Neurochirurgie, et ont amélioré la prise en charge de ces ISO. Cependant ce type d'infection restent un problème de santé publique responsable d'une mortalité, d'une morbidité et d'un coût économique importants ainsi que d'une durée d'hospitalisation plus longue et d'un risque de réhospitalisation plus élevé. Les méthodes de préventions et de prise en charge en sont codifiées. Dans une première partie, nous faisons un état des lieux des ISO en Neurochirurgie, de leur prise en charge préventive et curative.

Dans une seconde partie, nous nous interrogeons sur nos résultats en étudiant une cohorte de 19 949 interventions réalisées de 2002 à 2017 au CHU de Limoges. Les facteurs étudiés sont l'âge, le sexe, la classification d'Altemeier, la classification ASA, la durée opératoire, la durée d'hospitalisation pré opératoire, le type de chirurgie, l'opérateur et la saison. Nous mettons en évidence un taux d'ISO moyen de 2,06% sur la période étudiée ce qui est superposable aux données de la littérature. Nous trouvons trois facteurs de risque d'ISO ; l'âge, le sexe et la durée du geste opératoire. Il est intéressant de noter des facteurs de risque différents selon que l'on étudie la chirurgie rachidienne ou cérébrale. Par ailleurs il semble qu'un facteur « identité du chirurgien » soit à approfondir de même que l'impact des données PMSI des patients. La création d'un système d'alerte semble quant à elle, pertinente.

Mots-clés : Infection de site opératoire, ISO, facteurs de risques, Neurochirurgie.

Surgical site infection in Neurosurgery: retrospective cohort of 19 949 operations.

Many advancements have been made concerning surgical asepsis, along with the pre-, per- and postoperative management which have clearly reduces the rate of surgical site infections (SSI). However, SSI remain a public health problem responsible for a significant mortality, morbidity and economic expenditures; as well as a longer hospital stay and a higher risk of re-hospitalization. The methods of prevention and management are well codified. First, we reviewed the rate of surgical site infections (SSI) in the department of neurosurgery, along with the used preventive and curative measures. In the subsequent part of the study, we investigate our findings by studying a cohort of 19 949 procedures performed between 2002 and 2017 at the Limoges university medical center. The studied factors are the following: age, sex, Altemeier classification, ASA classification, duration of the surgical intervention, the delay of hospitalization before surgery, type of surgery, operator and season. The average SSI rate was 2.06% over this period which is consistent with the data disclosed in the literature. Three risk factors for SSI were identified: age, sex and duration of the surgery. Risk factors may differ according to whether we are considering spinal or cerebral surgery. Moreover, it seems that an operator-dependent factor needs to be studied further, as well as the impact of patients' Program for Medicalization of Information Systems (PMSI) data. The creation of an alert system seems relevant.

Keywords: Surgical site infection, SSI, risk factors, Neurosurgery

