

2023-2024

Thèse

pour le

Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie

Sondage urinaire intermittent : quelles caractéristiques des sondes influencent la survenue d'infections urinaires ?

Intermittent catheterization: what catheter characteristics influence the occurrence of urinary tract infections?

Bellivier Léo-Paul

Né le 27/12/1996 à Saint-Pierre (974)

Sous la direction de Dr Souad Meillassoux

Membres du jury

Nicolas PAPON	Président
Souad MEILLASSOUX	Directeur
Matthieu EVEILLARD	Co-Directeur
Isabelle BAGLIN	Membre
Antonin POUPONNEAU	Membre

Soutenue publiquement le :
09 décembre 2024

ENGAGEMENT DE NON PLAGIAT

Je, soussigné(e) **BELLIVIER Léo-Paul**
déclare être pleinement conscient(e) que le plagiat de documents ou d'une
partie d'un document publiée sur toutes formes de support, y compris l'internet,
constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée.
En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées
pour écrire ce rapport ou mémoire.

signé par l'étudiant(e) le **06 / 11 / 2024**

REMERCIEMENTS

A ma directrice de thèse Mme Souad Meillassoux,
Je tiens à te remercier de m'avoir donné ce sujet de thèse, de ta patience et tes conseils toujours précieux.
C'est un plaisir d'apprendre à tes côtés chaque jour.

Au président du jury M. Nicolas Papon,
Je vous remercie tout d'abord pour vos cours de parasitologie toujours très intéressant et d'avoir accepté volontiers d'être le président de mon jury.

A M. Matthieu Eveillard,
Je tiens tout particulièrement à vous remercier d'avoir été là pour moi en acceptant d'être le Co-directeur de cette thèse et d'avoir été un si bon professeur à la faculté. J'ai toujours eu plaisir à me rendre à vos cours.

A Mme Isabelle Baglin,
Merci à vous d'avoir été si patiente avec moi pendant mon temps sur les bancs de la faculté. Vous avez toujours été à l'écoute et vous avez été un professeur sur qui nous pouvions compter en tant qu'étudiant. Merci encore d'avoir gentiment acceptée d'être membre de mon jury.

A mon ami et jury, Antonin Pouponneau,
Merci d'être un ami fidèle, je te suis reconnaissant de m'avoir fait une place dans ta vie et celle de ta petite famille. Je suis heureux d'avoir partagé ces années à la faculté avec toi.

A ma mère, Sarah
Je te remercie pour ta présence, ton soutien et ton amour à chaque étape de ma vie. Tu as été un guide et un soutien sans failles, je ne t'oublierai pas.
Je ne serai pas là sans toi. Merci. Je t'aime Maman

A mon père, Jean-Pierre
Merci d'avoir été un modèle pour moi toute ces années et de m'avoir inspiré à me lancer dans la santé. Tes conseils avisés m'ont permis d'être plus clairvoyant chaque jour.
Je ne serai pas là sans toi. Merci. Je t'aime Papa

REMERCIEMENTS

A mes frères & sœurs et leurs familles,

Merci d'être la famille idéale, je ne serai pas ce que je suis sans vous. Je sais que je pourrais toujours compter sur vous quoi qu'il arrive. Je vous aime tous autant que vous êtes.

A mes grands-parents,

D'avoir été une source d'inspiration et un puits sans fonds d'histoires d'une autre époque à raconter.

A Joanna,

Merci d'être à mes côtés, merci pour ta patience et surtout pour ton amour qui me motive à réaliser mes projets. Notre rencontre a été une avalanche de bonne fortune dans ma vie.

Je te témoigne par cette thèse mon amour et mon respect.

A la famille Bonnet,

Vous avez toujours eu une place particulièrement importante dans ma vie, elle m'est nécessaire.

A mes amis proches des villes, des campagnes, des réseaux

Matthieu, Pierre, Quentin, Théo, Inès, Laurane, Louise, Romain, Charlène etc... La liste est longue.

Merci de m'avoir fait autant sourire pendant toutes ces années.

A mes amis de la faculté,

Simon, Anatole, Julie, Sarah, Alex et tant d'autres,

Merci, vous avez rendu ces années inoubliables.

A mes professeurs de la faculté de pharmacie,

Merci de m'avoir fait aimer la pharmacie et pardonnez-moi de ne pas avoir été l'élève idéal.

A Smoke, mon chaton qui m'accompagne depuis ma première année d'étude supérieure

A tous ceux que j'oublie et qui sont chers à mon cœur...

LISTE DES ENSEIGNANTS DE LA FACULTÉ DE SANTÉ D'ANGERS

Doyen de la Faculté : Pr Cédric ANNWEILER

Vice-Doyen de la Faculté et directeur du département de pharmacie : Pr Sébastien FAURE

Directeur du département de médecine : Pr Vincent DUBEE

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

ABRAHAM Pierre	PHYSIOLOGIE	Médecine
ANGOULVANT Cécile	MEDECINE GENERALE	Médecine
ANNWEILER Cédric	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT	Médecine
ASFAR Pierre	REANIMATION	Médecine
AUBE Christophe	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE	Médecine
AUGUSTO Jean-François	NEPHROLOGIE	Médecine
BAUFRETON Christophe	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE	Médecine
BELLANGER William	MEDECINE GENERALE	Médecine
BELONCLE François	REANIMATION	Médecine
BIERE Loïc	CARDIOLOGIE	Médecine
BIGOT Pierre	UROLOGIE	Médecine
BONNEAU Dominique	GENETIQUE	Médecine
BOUCHARA Jean-Philippe	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE	Médecine
BOUET Pierre-Emmanuel	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE	Médecine
BOURSIER Jérôme	GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE	Médecine
BOUVARD Béatrice	RHUMATOLOGIE	Médecine
BRIET Marie	PHARMACOLOGIE	Médecine
CAMPONE Mario	CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE	Médecine
CAROLI-BOSC François-Xavier	GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE	Médecine
CASSEREAU Julien	NEUROLOGIE	Médecine
CLERE Nicolas	PHARMACOLOGIE / PHYSIOLOGIE	Pharmacie
COLIN Estelle	GENETIQUE	Médecine
CONNAN Laurent	MEDECINE GENERALE	Médecine
COPIN Marie-Christine	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES	Médecine
COUTANT Régis	PEDIATRIE	Médecine
CUSTAUD Marc-Antoine	PHYSIOLOGIE	Médecine
CRAUSTE-MANCIET Sylvie	PHARMACOTECHNIE HOSPITALIERE	Pharmacie
DE CASABIANCA Catherine	MEDECINE GENERALE	Médecine
DERBRE Séverine	PHARMACOGNOSIE	Pharmacie
DESCAMPS Philippe	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE	Médecine
D'ESCATHA Alexis	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL	Médecine
DINOMAIS Mickaël	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION	Médecine
DUBEE Vincent	MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES	Médecine
DUCANCELLE Alexandra	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE	Médecine
DUVERGER Philippe	HOSPITALIERE	Médecine
EVEILLARD Matthieu	PEDOPSYCHIATRIE	Médecine
FAURE Sébastien	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE	Pharmacie
FOURNIER Henri-Dominique	PHARMACOLOGIE PHYSIOLOGIE	Pharmacie
FOUQUET Olivier	ANATOMIE	Médecine
FURBER Alain	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE	Médecine
GAGNADOUX Frédéric	CARDIOLOGIE	Médecine
GOHIER Bénédicte	PNEUMOLOGIE	Médecine
GUARDIOLA Philippe	PSYCHIATRIE D'ADULTES	Médecine
GUILET David	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
HUNAUT-BERGER Mathilde	CHIMIE ANALYTIQUE	Pharmacie
	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine



FACULTÉ DE SANTÉ

UNIVERSITÉ D'ANGERS

JEANNIN Pascale	IMMUNOLOGIE	Médecine
KAZOUR François	PSYCHIATRIE	Médecine
KEMPF Marie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE	Médecine
KUN-DARBOIS Daniel	CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE	Médecine
LACOEUILLE FRANCK	RADIOPHARMACIE	Pharmacie
LACCOURREYE Laurent	OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE	Médecine
LAGARCE Frédéric	BIPHARMACIE	Pharmacie
LANDREAU Anne	BOTANIQUE/ MYCOLOGIE	Pharmacie
LASOCKI Sigismond	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION	Médecine
LEBDAI Souhil	UROLOGIE	Médecine
LEGENDRE Guillaume	GYNÉCOLOGIE-OBSTETRIQUE	Médecine
LEGRAND Erick	RHUMATOLOGIE	Médecine
LEMEE Jean-Michel	NEUROCHIRURGIE	Médecine
LERMITE Emilie	CHIRURGIE GENERALE	Médecine
LEROLLE Nicolas	REANIMATION	Médecine
LIBOUBAN Hélène	HISTOLOGIE	Médecine
LUQUE PAZ Damien	HEMATOLOGIE BIOLOGIQUE	Médecine
MARCHAIS Véronique	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE	Pharmacie
MARTIN Ludovic	DERMATO-VENEREOLOGIE	Médecine
MAY-PANLOUP Pascale	BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT ET DE LA REPRODUCTION	Médecine
MENEI Philippe	NEUROCHIRURGIE	Médecine
MERCAT Alain	REANIMATION	Médecine
ORVAIN Corentin	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
PAISANT Anita	RADIOLOGIE	Médecine
PAPON Nicolas	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE	Pharmacie
PASSIRANI Catherine	CHIMIE GENERALE	Pharmacie
PELLIER Isabelle	PEDIATRIE	Médecine
PETIT Audrey	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL	Médecine
PICQUET Jean	CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE	Médecine
PODEVIN Guillaume	CHIRURGIE INFANTILE	Médecine
PROCACCIO Vincent	GENETIQUE	Médecine
PRUNIER Delphine	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
PRUNIER Fabrice	CARDIOLOGIE	Médecine
PY Thibaut	MEDECINE GENERALE	Médecine
RAMOND-ROQUIN Aline	MEDECINE GENERALE	Médecine
REYNIER Pascal	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE	Médecine
RIOU Jérémie	BIOSTATISTIQUE	Pharmacie
RINEAU Emmanuel	ANESTHESIOLOGIE REANIMATION	Médecine
RIQUIN Elise	PEDOPSYCHIATRIE ; ADDICTOLOGIE	Médecine
RODIEN Patrice	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES	Médecine
ROQUELAURE Yves	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL	Médecine
ROUGE-MAILLART Clotilde	MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE	Médecine
ROUSSEAU Audrey	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES	Médecine
ROUSSEAU Pascal	CHIRURGIE PLASTIQUE, RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE	Médecine
ROUSSELET Marie-Christine	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES	Médecine
ROY Pierre-Marie	MEDECINE D'URGENCE	Médecine
SAULNIER Patrick	BIOPHYSIQUE ET BIOSTATISTIQUES	Pharmacie
SERAPHIN Denis	CHIMIE ORGANIQUE	Pharmacie
SCHMIDT Aline	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine
TESSIER-CAZENEUVE Christine	MEDECINE GENERALE	Médecine
TRZEPIZUR Wojciech	PNEUMOLOGIE	Médecine
UGO Valérie	HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION	Médecine

URBAN Thierry	PNEUMOLOGIE	Médecine
VAN BOGAERT Patrick	PEDIATRIE	Médecine
VENARA Aurélien	CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE	Médecine
VENIER-JULIENNE Marie-Claire	PHARMACOTECHNIE	Pharmacie
VERNY Christophe	NEUROLOGIE	Médecine
WILLOTEAUX Serge	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE	Médecine

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

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

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

AUTRES ENSEIGNANTS

ATER		
BARAKAT Fatima	CHIMIE ANALYTIQUE	Pharmacie
ATCHADE Constantin	GALENIQUE	Pharmacie
PRCE		
AUTRET Erwan	ANGLAIS	Santé
BARBEROUSSE Michel	INFORMATIQUE	Santé
COYNE Ashley	ANGLAIS	Santé
O'SULLIVAN Kayleigh	ANGLAIS	Santé
RIVEAU Hélène	ANGLAIS	Santé
PAST-MAST		
AUBRUCHET Hélène	OFFICINE	Pharmacie
BEAUV AIS Vincent	OFFICINE	Pharmacie
BRAUD Cathie	OFFICINE	Pharmacie
CAVAILLON Pascal	PHARMACIE INDUSTRIELLE	Pharmacie
CHAMPAGNE Romain	MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION	Médecine
DILÉ Nathalie	OFFICINE	Pharmacie
GUILLET Anne-Françoise	PHARMACIE DEUST PREPARATEUR	Pharmacie
GUITTON Christophe	MEDECINE INTENSIVE-REANIMATION	Médecine
KAASSIS Mehdi	GASTRO-ENTEROLOGIE	Médecine
LAVIGNE Christian	MEDECINE INTERNE	Médecine
MARSAN-POIROUX	COMMUNICATION	Pharmacie
MOAL Frédéric	PHARMACIE CLINIQUE	Pharmacie
PICCOLI Giorgia	NEPHROLOGIE	Médecine
POMMIER Pascal	CANCEROLOGIE-RADIOOTHERAPIE	Médecine
SAVARY Dominique	MEDECINE D'URGENCE	Médecine
PLP		
CHIKH Yamina	ECONOMIE-GESTION	Médecine
AHU		
CORVAISIER Mathieu	PHARMACIE CLINIQUE	Pharmacie
ROBIN Julien	DISPOSITIFS MEDICAUX	Pharmacie

Table des matières

.....	9
Liste des abréviations	11
Introduction	13
1. Physiopathologie de la vessie : Rappel et prise en charge	15
1.1. Rappel anatomique de l'appareil urinaire	15
1.2. Troubles urinaires : Incontinence et rétention urinaire	18
2. Le dispositif médical de vidange vésical : La sonde urinaire.....	23
2.1. Les différents types de sondes de drainage urinaire	23
2.2. Les caractéristiques d'une sonde urinaire pour sondage intermittent.....	24
3. Le sondage urinaire intermittent	32
3.1. Généralités	32
3.2. Éducation thérapeutique à l'autosondage intermittent	34
3.3. Les patients concernés par l'autosondage intermittent	37
3.4. Difficultés et obstacles à la pratique du sondage intermittent.....	41
4. Sondage intermittent et Infections urinaires	44
4.1. Les bases concernant les infections urinaires	44
4.2. La problématique environnementale et sociétale de l'antibiothérapie	50
4.3. Le rôle de l'urothélium vésical	51
4.4. Infection urinaire à E. Coli.....	55
5. Les facteurs de risques d'infection urinaire	58
5.1. Modèle des facteurs de risque	58
5.2. Diminution du risque de contamination avec embout d'insertion et gaine protectrice	61
5.3. Quelles sont les sondes ayant une bonne lubrification ?	63
5.4. Lubrification de la sonde & microtraumatismes de l'urètre	67
5.5. Embout et risque d'infection urinaire : Quel embout pour éviter les lésions de l'urothélium ?	72
5.6. Œils de la sonde et aspiration de la muqueuse vésicale.....	74
5.7. L'urothélium vésical après aspiration mucosale et repositionnement de la sonde	79
5.8. Le résidu urinaire post-sondage comme facteur de risque infectieux.....	82
5.9. Pourquoi la sonde urinaire ne draine-t-elle pas entièrement la vessie ?	87
5.10. Quelle longueur de sonde pour éviter le risque de résidu d'urine ?	89

Conclusion.....	92
Bibliographie	96
Table des illustrations.....	105

Liste des abréviations

SI	Sondage intermittent
IU	Infection urinaire
HAV	Hyperactivité vésicale
SAD	Sondage à demeure
SAD	Sonde à demeure
PU	Polyuréthane
POBE	Elastomère à base de polyoléfine
PVC	Polychlorure de vinyle
PVP	Polyvinyl pyrrolidone
CH	Charrière
FR	French
FG	French Gauge
AFU	Association Française d'Urologie
GENULF	Groupe d'Etude Neuro-Urologique de Langue Française
SIFUD-PP	Société Interdisciplinaire Francophone d'Urodynamique et de Pelvi-Périnéologie
SOFMER	Société Française de Médecine Physique et de Réadaptation
NIDRR	National Institute on Disability and Rehabilitation Research
EAU	European Association of Urology
EAUN	European Association of Urology Nurses
ASI	Autosondage intermittent
HBP	Hypertrophie bénigne de la prostate
PP	Pencil & Paper
I-CAT	Intermittent Catheterization Acceptance Test
ISC-Q	Intermittent Self-Catheterization Questionnaire
QDV	Qualité de vie
MG	Médecin généraliste
BU	Bandelette urinaire
ECBU	Examen cytobactériologique des urines
UFC	Unités formant colonie
GI	Gastro-intestinal
GAG	Glycosaminoglycane
UPEC	Uropathogenic Escherichia Coli
OR	Odds ratio

CoF	Coefficient de friction
MHZT	Micro-Hole Zone Technology
S2O	Sondes à 2 œils
RU	Résidu d'urine

Introduction

La pratique de l'autosondage intermittent est grandissante depuis plusieurs décennies. Le sondage urinaire intermittent (SI) est une technique médicale permettant de vider la vessie chez les patients souffrant de dysfonctionnement vésico-sphinctérien, souvent lié à des conditions neurologiques. Cette méthode implique l'insertion répétée d'une sonde dans la vessie à travers l'urètre, permettant ainsi l'évacuation de l'urine. Le SI représente une avancée significative dans la gestion des dysfonctionnements urinaires.

Une proportion de 62 pour 100 000 habitants de plus de 18 ans pratique le sondage urinaire intermittent au quotidien (environ 30 000 personnes) [1]. Ce nombre est susceptible d'augmenter dans les années à venir avec le vieillissement de la population, l'augmentation des pathologies impactant la vessie, la prévalence importante de cancer, mais aussi grâce à une évolution des pratiques. On peut constater une meilleure connaissance des avantages de cette technique par les professionnels de santé mais également des patients pratiquant le SI qui deviennent experts dans le domaine [2]. L'enjeu est donc majeur chez ces patients dont le quotidien est largement bouleversé par les troubles vésico-sphinctériens.

L'introduction fréquente d'un corps étranger dans les voies urinaires, malgré les bénéfices avérés du sondage, apporte son lot d'aspects négatifs. Cette méthode, recommandée par les sociétés savantes comme la plus adaptée à la vidange vésicale et à la préservation de l'autonomie des patients, n'est toutefois pas exempte de risques, notamment en ce qui concerne la survenue d'infection urinaire (IU). Elle se définit par une contamination de bactéries pathogènes dans les voies urinaires pouvant provoquer différents symptômes. Ces infections constituent un fardeau considérable pour les patients, tant sur le plan physique que psychologique, et peuvent significativement impacter leur qualité de vie [3]. Les IU sont les complications les plus communes pour les patients pratiquant le sondage intermittent et il est logique de constater que c'est également une préoccupation importante pour les soignants. Cette préoccupation peut avoir un impact négatif sur la perception de la pratique de l'autosondage et diminuer l'adhésion du patient à la pratique du SI.

Les infections urinaires sont également une préoccupation au niveau environnemental et sociétal. Cette dimension est particulièrement pertinente dans le contexte de l'augmentation des résistances bactériennes aux antibiotiques, avec des implications significatives sur le système de santé [3].

Les sondes proposées sur le marché sont nombreuses et varient en termes de matériaux et caractéristiques techniques. A partir de cette observation et du nombre important de facteurs physiologiques à prendre en compte dans la genèse des infections urinaires chez les patients qui

utilisent une sonde pour vider leur vessie, l'objectif de cette thèse va être d'explorer quelles caractéristiques des sondes urinaires actuelles peuvent réduire le risque d'apparition d'une infection urinaire chez les patients pratiquant le sondage intermittent.

1. Physiopathologie de la vessie : Rappel et prise en charge

1.1. Rappel anatomique de l'appareil urinaire

L'appareil urinaire est un système de l'organisme responsable de la production, du stockage et de l'élimination de l'urine. Ses principaux composants sont les reins, les uretères, la vessie, l'urètre et les sphincters.

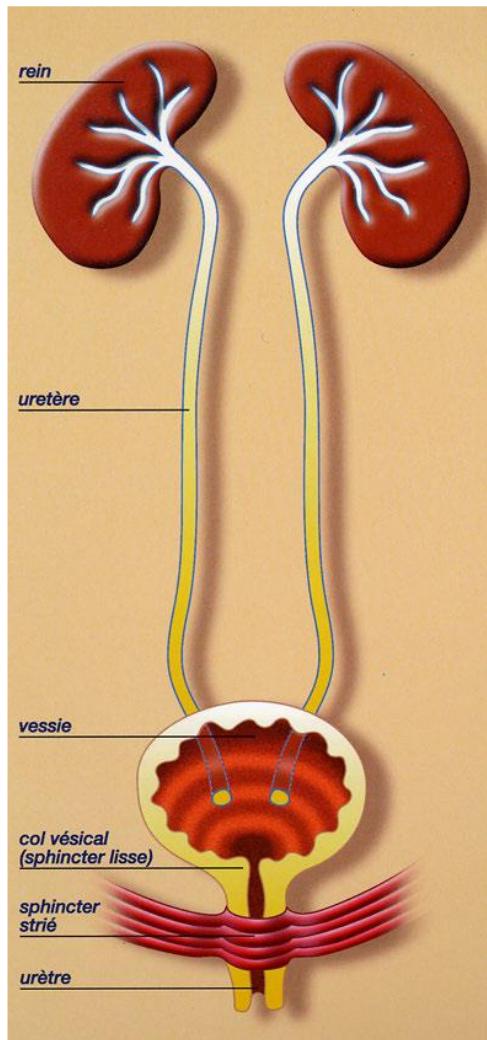


Figure 1 : Anatomie de l'appareil urinaire [4]

Voici un rappel global du fonctionnement de l'appareil urinaire :

L'appareil urinaire humain est un système complexe et essentiel, jouant un rôle crucial dans l'élimination des déchets métaboliques, la régulation de l'équilibre hydrique et électrolytique, ainsi que dans le maintien de l'homéostasie de nombreux facteurs, y compris la pression artérielle et le pH sanguin. Ce système est composé des reins, des uretères, de la vessie urinaire et de l'urètre, chacun ayant des fonctions spécifiques mais interdépendantes pour assurer l'excrétion efficace des déchets du corps [5].

Les reins, situés contre la paroi abdominale postérieure, filtrent le sang pour en retirer les déchets métaboliques, produisant ainsi l'urine. Ils sont protégés par trois couches de tissu conjonctif et sont entourés d'une capsule adipeuse qui les protège des chocs physiques. Chaque rein est doté d'une structure interne complexe, comprenant le cortex rénal, la médulla rénale et le pelvis rénal, qui jouent tous un rôle dans la filtration du sang et la formation de l'urine [5].

Les uretères, tubes musculaires reliant les reins à la vessie, sont essentiels pour le transport de l'urine. Leur paroi est composée de trois couches : l'avventice, la musculaire et la muqueuse, cette dernière étant faite d'épithélium transitionnel permettant l'expansion et la contraction des uretères pour faciliter le passage de l'urine vers la vessie [5].

La vessie est un organe musculaire creux situé dans la partie inférieure de l'abdomen. Elle sert à l'évacuation de l'urine mais également de réservoir pour le stockage de l'urine. Les reins produisent continuellement de l'urine, qui passe par les uretères et pénètre dans la vessie. La vessie est un organe très extensible et peut se dilater pour contenir des quantités variables d'urine entre 400mL et 700mL en moyenne chez l'adulte (dans de rares cas, elle peut contenir jusqu'à 1000mL), en fonction de la consommation de liquide et du temps écoulé depuis la dernière miction. Lorsque la vessie est pleine, le processus de miction commence et l'urine peut s'écouler à travers l'urètre vers l'extérieur du corps [5].

L'urètre, canal par lequel l'urine est expulsée du corps, varie entre les hommes et les femmes, tant dans sa structure que dans ses fonctions. Chez les hommes, l'urètre sert de passage à la fois pour l'urine et le sperme, tandis que chez les femmes, il est uniquement destiné à l'excrétion de l'urine [5]. Concernant l'urine, les adultes en bonne santé en produisent entre 1,5L et 2L par jour. C'est un mélange de liquide, de sels et de déchets du fonctionnement de l'organisme. Elle a un pH normal d'environ 6, elle est donc légèrement acide, mais cela peut varier en fonction du régime alimentaire [5].

Focus anatomique sur la vessie

Le détrusor est la couche musculaire de la paroi de la vessie responsable de la contraction et de sa relaxation pendant la miction. Il est composé de fibres musculaires lisses et joue un rôle essentiel dans le stockage et l'excrétion de l'urine [5].

Pendant la phase de stockage, lorsque la vessie se remplit d'urine, le muscle détrusor reste détendu. Cela permet à la vessie de se dilater et de contenir des quantités croissantes d'urine au fur et à mesure qu'elle est produite par les reins. Le relâchement du détrusor est facilité par le système nerveux parasympathique, responsable des fonctions de "repos et de digestion" de l'organisme. Au moment de vider la vessie lors de la miction, le détrusor se contracte. Cette contraction crée une pression à l'intérieur de la vessie et, combinée au relâchement simultané des deux sphincters (lisse et strié), elle permet à l'urine d'être expulsée de la vessie par l'urètre. La contraction du détrusor est également

médiée par le système nerveux parasympathique, qui déclenche le réflexe de miction. Cette synergie entre le détrusor et les sphincters permet des contractions et des relâchements coordonnés du muscle détrusor [5]. Cela est essentiel au bon fonctionnement du système urinaire et à une bonne santé vésicale, permettant un stockage efficace de l'urine et une élimination contrôlée lors de la miction. Le dysfonctionnement du muscle détrusor peut entraîner divers problèmes urinaires, tels que l'hyperactivité vésicale (HAV) ou l'hypotonie vésicale avec rétention urinaire que nous aborderons par la suite.

Les deux sphincters principaux du bas appareil urinaire jouent un rôle crucial dans le contrôle du flux d'urine.

Le sphincter urétral interne est un sphincter involontaire situé à la jonction de la vessie et de l'urètre. Il est composé de muscles lisses et est contrôlé par le système nerveux sympathique. Sa fonction est de maintenir la continence en gardant l'urètre fermé et en empêchant les fuites involontaires d'urine. Pendant la phase de stockage, lorsque la vessie se remplit d'urine, le sphincter urétral interne reste contracté pour empêcher l'urine de s'écouler hors de la vessie [5].

Le sphincter urétral externe est un sphincter volontaire situé à l'extrémité inférieure de l'urètre, juste en dessous de la prostate chez l'homme ou de l'orifice urétral chez la femme. Il est composé de muscles squelettiques striés et est contrôlé consciemment. Contrairement au sphincter urétral interne, le sphincter urétral externe permet de contrôler volontairement l'émission d'urine. Lorsqu'une personne souhaite uriner, elle relâche ce sphincter externe, ce qui permet à l'urine de s'écouler de la vessie par l'urètre vers l'extérieur du corps [5].

L'action coordonnée des sphincters urétraux interne et externe permet de contrôler le stockage et l'élimination de l'urine. Le sphincter interne aide à maintenir la continence pendant le remplissage de la vessie, tandis que le contrôle volontaire du sphincter externe permet un contrôle conscient du stockage ou de l'élimination de l'urine [5].

Innervation du système urinaire

La vessie est innervée par trois nerfs principaux : le nerf hypogastrique, le nerf pelvien et le nerf pudendal, qui impliquent à la fois le système nerveux autonome et le système nerveux somatique :

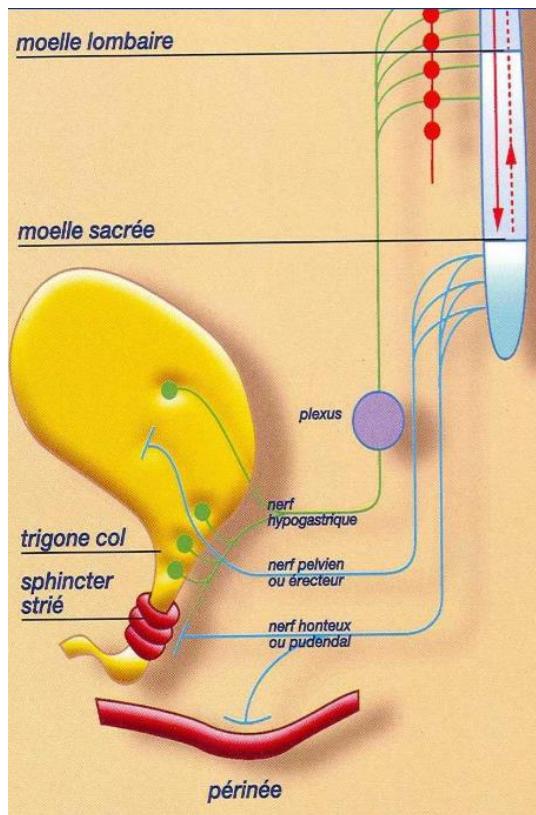


Figure 2 : Innervation de la vessie [4]

- Le nerf hypogastrique contient des fibres efférentes sympathiques provenant de la dernière vertèbre thoracique et de la première vertèbre lombaire (T10 à L2). Ces fibres traversent le plexus hypogastrique supérieur et innervent la paroi de la vessie et les muscles sphincters lisses [5].
- Le nerf pelvien naît des vertèbres sacrées (S2 à S4), traverse le plexus pelvien et innerve la paroi de la vessie. Il transporte des fibres efférentes parasympathiques qui contrôlent la vessie et les muscles sphincters lisses [5].
- Le nerf pudendal (aussi appelé nerf honteux interne) provient quant à lui des mêmes vertèbres sacrées (S2 à S4). Sa partie efférente innerve le muscle sphincter strié, tandis que sa partie afférente transmet diverses sensations telles que le toucher, la température et la douleur [5].

1.2. Troubles urinaires : Incontinence et rétention urinaire

L'incontinence urinaire

L'incontinence urinaire représente un problème de santé affectant de nombreuses personnes, principalement les femmes. Elle se caractérise par une perte involontaire d'urine pouvant survenir dans différentes situations et être causée par divers facteurs [6].

L'incontinence urinaire a souvent un impact important sur la vie du patient. D'un point de vue physique, les vêtements comme la literie peuvent être souillés par des fuites régulières d'urine, tandis que des

escarres, peuvent apparaître avec le temps si la peau n'est pas maintenue au sec. Dans certains cas, une intervention chirurgicale est nécessaire pour remédier à l'incontinence. Les sentiments de perte de contrôle, de gêne et d'embarras provoquent généralement un sentiment d'impuissance et affectent l'estime de soi, qui s'en trouve affaiblie. Ces sentiments peuvent conduire à l'isolement, au décourageant et peut même conduire certaines personnes à éprouver des difficultés à nouer des relations personnelles (risque de désocialisation).

Il existe plusieurs formes d'incontinence urinaire, chacune se manifeste par des symptômes spécifiques et peut être liée à des causes diverses. Parmi les formes d'incontinence les plus fréquentes, on trouve l'incontinence urinaire à l'effort, l'incontinence par urgenturie et l'incontinence urinaire mixte.

L'incontinence à l'effort survient lorsque les muscles du périnée ne résistent pas à une augmentation de la pression dans la vessie et ne sont plus capables de maintenir le sphincter externe fermé. Elle entraîne des fuites involontaires d'urine lors d'activités quotidiennes. Chez la femme, on observe généralement une faiblesse du plancher pelvien et une incontinence à l'effort après la grossesse et l'accouchement. Chez l'homme, elle peut être liée à l'ablation de la prostate [6].

Normalement, le détrusor a des contractions spontanées durant la phase de remplissage que nous ne ressentons pas. Ces contractions aident à maintenir un certain tonus vésical, à maintenir la forme de la vessie et aussi à résister à la pression abdominale quelques soit la position (la pression abdominale change selon que l'on soit debout, assis ou allongé). L'incontinence par urgenturie est la conséquence d'une vessie instable ou hyperactive : on parle alors d'hyperactivité vésicale. Cette HAV est caractérisée par des modifications au niveau du détrusor qui empêchent son bon fonctionnement. La prise en charge de cette pathologie est principalement médicamenteuse. La vessie signale de manière inappropriée qu'elle est pleine et la moelle épinière lui répond immédiatement de se vider. Le cerveau reçoit l'information trop tardivement, si bien que le délai est trop court pour retenir l'urine avec une contraction des sphincters. Les envies sont pressantes, avec parfois des fuites involontaires d'urine avant d'atteindre les toilettes [6].

L'incontinence mixte est une combinaison d'incontinence à l'effort et d'incontinence par urgenturie. Elle partage donc les symptômes et les causes des deux pathologies [6].

Il est essentiel de noter que l'incontinence urinaire, quel que soit le type, n'est pas simplement un symptôme du vieillissement mais peut affecter toutes les tranches d'âge. La prise en charge de l'incontinence urinaire est complexe et multifactorielle, nécessitant une approche personnalisée qui peut inclure des interventions médicales, chirurgicales, et des modifications comportementales [7].

La prise en charge de l'incontinence urinaire implique une approche multidisciplinaire, englobant des traitements non chirurgicaux, médicamenteux, et chirurgicaux, ainsi que des solutions palliatives. Cette diversité d'options de traitement reflète la complexité des mécanismes sous-jacents et la variabilité des symptômes parmi les patients.

La rééducation périnéale est un pilier de la prise en charge de l'incontinence urinaire, particulièrement efficace dans les cas d'incontinence d'effort et mixte. Elle vise à renforcer les muscles du plancher pelvien, améliorant ainsi le soutien de la vessie et de l'urètre. Cette approche peut être réalisée par des kinésithérapeutes ou des sage-femmes, nécessitant une formation spécifique pour une efficacité optimale [7].

L'électrostimulation et rééducation comportementale sont des traitements non invasifs montrant une efficacité dans les cas d'incontinence d'effort et par hyperactivité vésicale, avec des taux de succès significatifs [6].

Les options médicamenteuses ciblent principalement l'incontinence liée à une hyperactivité détrusorienne, avec des traitements visant à réduire les contractions vésicales involontaires. Cependant, leur utilisation en gériatrie peut être limitée en raison de potentiels effets secondaires sur les fonctions cognitives [7].

La chirurgie est une option pour les cas d'incontinence urinaire d'effort résistante aux autres traitements. Les techniques chirurgicales ont évolué, devenant moins invasives et plus efficaces, ce qui a conduit à une augmentation significative du nombre d'interventions chirurgicales pour cette pathologie [7].

Les solutions palliatives, telles que les produits absorbants et les collecteurs d'urine chez l'homme, jouent un rôle crucial dans la gestion quotidienne de l'incontinence, dans l'attente d'une solution curative, en particulier pour les sujets âgés. Dans l'Union Européenne, de nombreux pays ont mis en place des couvertures sociales pour alléger le fardeau financier des protections pour l'incontinence urinaire [7].

Et pour terminer, la prévention joue également un rôle important, notamment par l'identification et la gestion des facteurs de risque d'incontinence urinaire d'effort chez la femme [7].

La rétention urinaire

La rétention urinaire est une condition médicale caractérisée par l'incapacité partielle ou totale d'évacuer l'urine de la vessie. Cette condition peut être aiguë, se manifestant soudainement et nécessitant une attention médicale immédiate, ou chronique, se développant progressivement et nécessitant une gestion à long terme. Les causes de la rétention urinaire sont variées et peuvent inclure des obstructions physiques telles que l'hypertrophie bénigne de la prostate chez l'homme, des

troubles neurologiques affectant les signaux entre le cerveau et la vessie, ou une rétention iatrogène (médicaments anticholinergiques ou injection de toxine botulinique provoquant une rétention volontairement induite, qui sera traité par sondage urinaire intermittent afin de traiter la problématique de l'hyperactivité détrusoriennes). La gestion de cette condition dépend largement de la cause sous-jacente, mais dans de nombreux cas, le sondage urinaire intermittent (SI) est devenu la méthode de choix pour le traitement de la rétention urinaire chronique [2].

La rétention d'urine peut avoir de graves conséquences. La stagnation d'urine dans la vessie pendant de longue période peut augmenter le risque d'infections urinaires. Il en résulte souvent un ballonnement de la partie inférieure de l'abdomen et un inconfort général. Le patient peut ressentir une envie urgente d'aller aux toilettes et s'y rendre souvent sans pouvoir forcément uriner ou alors avec un débit urinaire faible.

Chez certaines personnes, la rétention urinaire provoque un reflux d'urine vers les reins via les uretères. Ce reflux peut endommager ou causer des lésions au niveau des uretères ou des reins [8]. Si la paroi de la vessie est trop étirée ou pendant une longue période, les muscles du détrusor peuvent être endommagés et perdre leur capacité à se contracter [8]. La rétention provoque une augmentation de la pression dans la vessie. Avec le temps, cela peut entraîner de graves lésions pour la vessie et les reins. C'est pourquoi l'objectif global de la prise en charge de la rétention est de maintenir une pression basse dans la vessie. La pression est maintenue à faible niveau en s'assurant que la vessie est suffisamment vidée, généralement en pratiquant le sondage intermittent par voies naturelles ou par voie sus-pubienne. La vidange vésicale est également possible à l'aide de sondes à demeures (de type Foley) qui resteront en place sur le long terme dans la vessie mais cette méthode n'est aujourd'hui plus recommandée pour la prise en charge des rétentions urinaire. L'autosondage améliore grandement la qualité de vie des patients et permet d'éviter des solutions délétères (sonde à demeure) ou problématiques (dérivations) [8]. C'est pourquoi cette méthode est considérée comme le « gold standard » du sondage urinaire en raison des complications moindres par rapport à l'utilisation du sondage à demeure (SAD) ; contrairement au SAD, le temps d'utilisation de la sonde est trop court pour permettre la formation d'un biofilm bactérien sur sa surface. De plus, les SAD sont associées à des infections urinaires fréquentes, à des blocages et à des complications plus graves telles que l'insuffisance rénale, les calculs vésicaux et rénaux [9].

La prise en charge de la rétention urinaire varie selon la cause sous-jacente. Tout d'abord, les médicaments, notamment les alpha-bloquants, sont utilisés pour traiter l'HBP en relaxant les muscles de la prostate et de l'urètre. Cependant, l'ASI est le mode de drainage vésical de référence en cas de rétention chronique d'urine quelle qu'en soit la cause dans les recommandations et son efficacité du sondage intermittent dans la prévention des complications graves, telles que les infections urinaires

et les dommages rénaux, est bien documentée [2]. Cette méthode permet ainsi de protéger les reins des complications et d'assurer la continence tout en améliorant de la qualité de vie des patients [10]. Les injections de toxine botulinique dans la vessie pour traiter l'incontinence par urgencurie, peuvent engendrer des effets secondaires, comme la rétention. Le traitement consiste alors à avoir recours au sondage intermittent jusqu'à ce que les effets de la toxine disparaissent pour garantir une vidange de la vessie [11].

La chirurgie, telle que la résection trans-urétrale de la prostate, est souvent recommandée pour les cas d'obstruction [8].

Pour conclure, une évaluation clinique minutieuse pour déterminer la cause sous-jacente de la rétention urinaire est crucial pour choisir le traitement approprié. Les différentes stratégies incluent des traitements pharmaceutiques ou chirurgicaux, mais l'ASI offre la solution la plus fiable et efficace pour la gestion de la rétention urinaire, en réduisant les risques, tout en étant adaptable à divers contextes cliniques. De plus, Son apprentissage est rapide et le rapport bénéfices/risques est largement en faveur de son utilisation [8].

2. Le dispositif médical de vidange vésical : La sonde urinaire

2.1. Les différents types de sondes de drainage urinaire

Dans le domaine de l'urologie, l'utilisation de cathéters urinaires est une pratique courante pour la gestion des troubles urinaires. Ces dispositifs jouent un rôle important dans le diagnostic, le traitement et la gestion des patients souffrant de diverses troubles urologiques. Il existe plusieurs types de sondes, chacun ayant des indications spécifiques et des modalités de gestion propres (nous n'évoquerons pas ici les sondes Mono J ou JJ).

Sonde à demeure

Les sondes à demeure (SAD) sont en général des sondes de Foley. Elles sont fréquemment utilisées après des interventions chirurgicales sur les voies urinaires ou lors de l'immobilisation prolongée d'un patient. Ces dispositifs sont conçus pour rester en place pendant plusieurs jours ou semaines, et sont maintenus en position dans la vessie par un ballon gonflé avec de l'eau stérile. Les SAD peuvent également être utilisées pour irriguer la vessie ou administrer des médicaments. C'est pourquoi ce type de sonde possède 2 ou 3 canaux différents : un pour l'évacuation des urines, un autre pour le gonflement du ballonnet et un dernier pour l'instillation potentielle d'un traitement. Elles peuvent être insérées par la voie urétrale ou directement dans la vessie (cathéter sus-pubien) [12].

L'utilisation de ces sondes n'est pas exempte de risques. Les complications les plus courantes incluent les infections urinaires basses, les infections génitales chez l'homme (épididymites, prostatites), les pyélonéphrites, l'incrustation et la formation de calculs vésicaux, le reflux vésico-rénal et la détérioration du parenchyme rénal [12,13]. Pour minimiser ces risques, il est recommandé de suivre des protocoles stricts de soins, comprenant l'utilisation de techniques aseptiques pour l'insertion et le changement du cathéter, ainsi que le principe du systèmes clos, où la poche collectrice ne doit pas être déconnectée de la sonde avec un changement à la fois de la sonde et du système collecteur [12].

Cathéter sus-pubien

Les sondes sus-pubiennes, également connues sous le nom de cystocathétters implique l'insertion d'un cathéter directement dans la vessie à travers la paroi abdominale, juste au-dessus du pubis. Elle est indiquée quand le sondage à demeure ne peut se faire par la voie urétrale qui n'est pas accessible, comme dans les situations de sténose de l'urètre. La pose d'une sonde sus-pubienne est réalisée sous anesthésie locale et nécessite une ponction directe sus-pubienne de la vessie en réplétion. Cette

procédure est généralement effectuée par un médecin, avec l'assistance d'une infirmière. Ces sondes possèdent un ballonnet qui permet de maintenir le cathéter en place dans la vessie notamment lorsque les patients sont en soins palliatifs ou en fin de vie [12].

Sonde pour sondage intermittent

Les sondes pour SI représentent une avancée significative dans la gestion de la dysfonction vésicale, en particulier chez les patients souffrant de conditions telles que la rétention urinaire chronique ou les troubles neurologiques affectant la capacité de la vessie à se vider.

Ces dispositifs médicaux sont conçus pour être utilisés de manière ponctuelle, permettant aux utilisateurs de vider leur vessie à des intervalles réguliers tout au long de la journée, sans nécessiter le maintien d'un cathéter en place de manière permanente. Les sondes d'ASI sont généralement à usage unique et comportent une seule voie, facilitant ainsi un passage évacuateur rapide des urines [12].

Elles ont bénéficié ces dernières années de nombreuses innovations en termes d'emballage, d'ergonomie, et de confort d'utilisation, rendant leur manipulation plus facile et plus hygiénique. Des systèmes télescopiques, d'enroulement, "no touch" avec préhension facilitée ou avec sac collecteur intégré sont quelques exemples de ces améliorations qui ont contribué à une meilleure acceptation de l'autosondage intermittent par les patients. Cette méthode de gestion de la vessie est le « gold standard » en cas de rétention urinaire chronique car elle réduit les complications infectieuses, lithiasiques et rénales et favorise également l'autonomie des patients, leur permettant de maintenir une plus grande indépendance et une vie sexuelle préservée [2,10,12,14].

Elles jouent un rôle essentiel dans la gestion moderne de la dysfonction vésicale, offrant aux patients une méthode sûre et efficace pour la vidange de la vessie. Leur utilisation correcte, associée à une éducation adéquate et à une surveillance régulière, peut améliorer significativement la qualité de vie des utilisateurs et réduire le risque d'IU et d'autres complications associées à la rétention urinaire. L'innovation continue dans la conception et la fabrication de ces sondes est essentielle pour répondre aux besoins diversifiés des patients, améliorer davantage leur expérience d'utilisation pour une meilleure acceptance et compliance et réduire les complications liées à ce mode mictionnel [10,12,14].

2.2. Les caractéristiques d'une sonde urinaire pour sondage intermittent

Une sonde urinaire est un dispositif médical constitué d'un tube doté de trous de drainage à son extrémité (œils) utilisés pour évacuer l'urine contenue dans la vessie lorsque cette dernière ne peut pas se vider d'elle-même. Comme nous l'avons vu, les sondes urinaires peuvent être introduites dans la vessie de façon permanente (sondes à demeure), en passant par les voies naturelles ou via un

cathéter sus-pubien ; ou bien de façon intermittente (sondes insérées et retirées plusieurs fois par jour) en passant par les voies naturelles ou par une cystostomie continentale (à travers la paroi de l'abdomen ce qui nécessite la construction chirurgicale d'un conduit entre la vessie et la peau). Le sondage intermittent, qui constitue la méthode de référence dans le traitement de nombreuses pathologies urinaires, est répété plusieurs fois par jour et la sonde urinaire est retirée de la vessie lorsque cette dernière est vide (ou presque).

Une sonde urinaire possède de nombreuses caractéristiques qui ont évoluées avec le temps pour simplifier le geste, permettre une meilleure intégration dans la vie quotidienne et permettre une vidange la plus complète possible de la vessie tout en réduisant les complications liées au SI.

Matériaux

Les matériaux utilisés pour la fabrication des sondes urinaires ont connu une évolution significative au fil des années, en réponse aux besoins croissants de biocompatibilité, de confort pour le patient et de réduction des complications liées au SI. L'évolution des matériaux a été motivé par 2 dimensions : La rigidité/facilité d'insertion et l'écologie (en supprimant les phtalates). Cette évolution se poursuit avec l'introduction de nouveaux matériaux et de conceptions de sondes améliorées, visant à optimiser l'expérience de sondage pour les utilisateurs et à réduire les complications liées au SI (difficultés d'insertion/retrait, saignement, douleur, rétrécissement et sténose urétrale, infections urinaires et génitales).

Le choix de la matière constitutive de la sonde aura un impact sur de nombreux facteurs [15] :

- L'épaisseur de la paroi et le diamètre interne de la lumière de la sonde, ce qui aura inévitablement un impact sur le débit urinaire.
- La flexibilité de la sonde, qui aura un impact sur sa facilité d'utilisation, son insertion.

Les sondes pour SI sont aujourd'hui fabriquées à partir de divers matériaux, chacun offrant des propriétés spécifiques qui répondent aux exigences de sécurité, de fonctionnalité et de confort [15]. Parmi ces matériaux, le polyuréthane (PU), l'élastomère à base de polyoléfine (POBE) et le polychlorure de vinyle (PVC) sont particulièrement notables chez les fabricants de sondes [15].

Le Polychlorure de Vinyle (PVC) est un matériau économique et largement utilisé dans la fabrication des cathéters intermittents depuis de nombreuses années. Il est apprécié pour sa flexibilité et sa durabilité. Les sondes en PVC sont souvent exemptes de DEHP, un plastifiant potentiellement nocif, ce qui les rend plus sûrs pour l'utilisation médicale. Cependant, le PVC soulève des préoccupations en raison de la présence de phtalates, qui sont réglementés par les directives REACH. Des alternatives sans phtalates sont disponibles et la demande pour des matériaux sans PVC continue de croître en raison des préoccupations environnementales et de santé [9,15].

Le polyuréthane (PU) est un matériau largement utilisé en raison de sa flexibilité et sa capacité à fixer les lubrifiants hydrophiles. Ces caractéristiques améliorent le confort d'utilisation et réduisent les risques de traumatismes urétraux lors de l'insertion et du retrait. Le PU est exempt de phtalates et de latex, ce qui le rend plus sûr pour les patients et conforme aux réglementations de sécurité. Cependant, le coût de production du PU peut être plus élevé que celui du PVC, ce qui peut influencer le choix des fabricants [9,15,16].

L'élastomère à base de polyoléfine (POBE) est une alternative au PVC, offrant une option sans phtalates et sans latex. Ce matériau est utilisé au dépend du PU. Le POBE est apprécié pour sa biocompatibilité, réduisant les risques d'irritation et d'allergies et il se distingue par une consommation d'énergie plus faible et des émissions de CO₂ réduites [16]. Comme le PU, le POBE est exempt de substances potentiellement nocives, ce qui le rend conforme aux normes de sécurité et de santé. Toutefois, sa disponibilité et son coût peuvent varier, influençant son adoption à grande échelle [9,15,16].

En résumé, le choix entre PU, POBE et PVC dépend des priorités en matière de sécurité, de coût et de conformité réglementaire. Le PU et le POBE offrent des solutions plus sûres et conformes aux normes modernes, tandis que le PVC reste un choix économique malgré ses limitations environnementales et sanitaires.

Le nombre important de différents matériaux a pour intérêt de permettre à chaque patient de sélectionner la sonde qui lui convient le mieux notamment en fonction de la rigidité recherchée. Par exemple, une sonde légèrement plus rigide peut être plus facile à introduire et peut ainsi mieux convenir aux personnes ayant une dextérité manuelle limitée. Évidemment l'ensemble de ces différents matériaux doivent satisfaire les réglementations en vigueur au niveau national et international en termes de qualité, sécurité et efficacité pour le patient.

Lubrification

Une bonne lubrification permet d'améliorer le confort lors de l'insertion et du retrait de la sonde mais également de limiter le plus possible les traumatismes urétraux ou vésicaux. Il y a trois principales catégories de sondes qui se distinguent : sèches, pré-lubrifiées et auto-lubrifiées [15].

Les sondes sèches nécessitent l'application d'un lubrifiant externe avant l'insertion. Cependant, l'utilisation de sondes sèches pour le SI n'est plus recommandée en France, en particulier pour les hommes [15].

Les sondes pré-lubrifiées sont enduites, dans leur conditionnement primaire, d'un lubrifiant uniforme à base de glycérine qui est externe à la sonde, offrant une solution plus pratique et hygiénique que les sondes sèches [15,17].

Sondes auto-lubrifiées ou hydrophiles : Revêtues d'un polymère hydrophile (polyvinyl pyrrolidone ou PVP) captant les molécules d'eau, ces sondes forment un gel hydrophile solidaire du corps de la sonde et le recouvrant en totalité [15]. L'activation de ce gel, généralement par immersion dans l'eau, crée une surface extrêmement glissante qui réduit significativement le frottement et le risque de traumatisme urétral lors de l'insertion et du retrait de la sonde. Les sondes hydrophiles sont particulièrement recommandées pour réduire le risque d'infections des voies urinaires et de microtraumatismes de l'urètre [10,17]. Elles sont aujourd'hui largement utilisées en raison de leur forte osmolarité et leur faible taux de friction comparé aux sondes ordinaires lubrifiées avec un gel [10].

Œils (orifices de drainage)

Une sonde urinaire pour SI est généralement dotée d'orifices percés à l'extrémité du tube qui sont appelés « œils ». Lorsque la sonde est introduite dans la vessie, ces œils serviront à évacuer l'urine vers l'extérieur du corps. Pour limiter les risques de lésions de l'urètre, il existe des sondes dont les œils sont polis et/ou recouverts d'un revêtement lisse [17]. Ces œils sont au nombre de 2 dans la majorité des cas et situés en positions latérales. Cependant, il existe également sur le marché depuis peu une sonde urinaire avec un design différent, nommé « Micro-Hole Zone Technology » (Coloplast) qui possède plus de 80 œils ou plutôt micro-perforations au lieu de 2 œils pour la vidange. Nous reviendrons un peu plus en détail sur cette technologie.



Figure 3 : Sonde Micro-Hole Zone Technology de Coloplast [17]

Embout ou extrémité distale

Dans le souci d'une insertion facile et sans douleur, il existe pour les cathéters vésicaux différents types d'embout se situant à l'extrémité qui sera insérée dans la vessie. L'embout qui est introduit dans la vessie est appelé extrémité distale.

Les caractéristiques distinctives de l'extrémité distale comprennent [17] :

- La forme : droite ou coudée
- L'embout : de forme cylindrique ou plus récemment de forme olivaire (arrondi en forme d'olive) qui est utile en cas d'obstacle/anatomie difficile, car moins de risque de s'enrouler en spirale ou de buter contre la paroi et la léser, pour une insertion aisée et atraumatique.

Parmi les sondes couramment utilisées, nous trouvons les embouts suivants [17] :

- Le type Nelaton : embout cylindrique et droit, fermé, avec deux œils latéraux.
 - o La sonde Nelaton est la sonde standard. Son extrémité arrondie et souple est droite. Elle possède 2-œils latéraux pour le drainage qui sont souvent polis pour plus de confort.
- Le type Mercier ou Tiemann, à extrémité biquillée : embout cylindrique (Mercier) ou olivaire et rigide (Tiemann), coudé/courbé, avec deux œils latéraux.
 - o Ce type de sonde est particulièrement utile chez les personnes présentant un passage urétral étroit ou une obstruction prostatique. L'extrémité coudée donne une stabilité directionnelle, elle est légèrement plus rigide pour faciliter l'insertion à travers les zones obstruées. L'extrémité coudée peut causer des lésions ou plaies urétrales. A garder donc pour les sondages difficiles, en cas d'échec d'insertion des sondes droites [10,17,18].
- Le type Ergothan ou Olivaire/sphérique : embout cylindrique (Ergothan) ou olivaire/sphérique, flexible, avec deux œils latéraux.
 - o L'extrémité arrondie et flexible du cathéter permet le passage dans presque tous les urètes, indépendamment de la configuration, de la tortuosité ou du degré d'obstruction. Sa flexibilité peut entraîner un manque de contrôle chez certains patients [17].

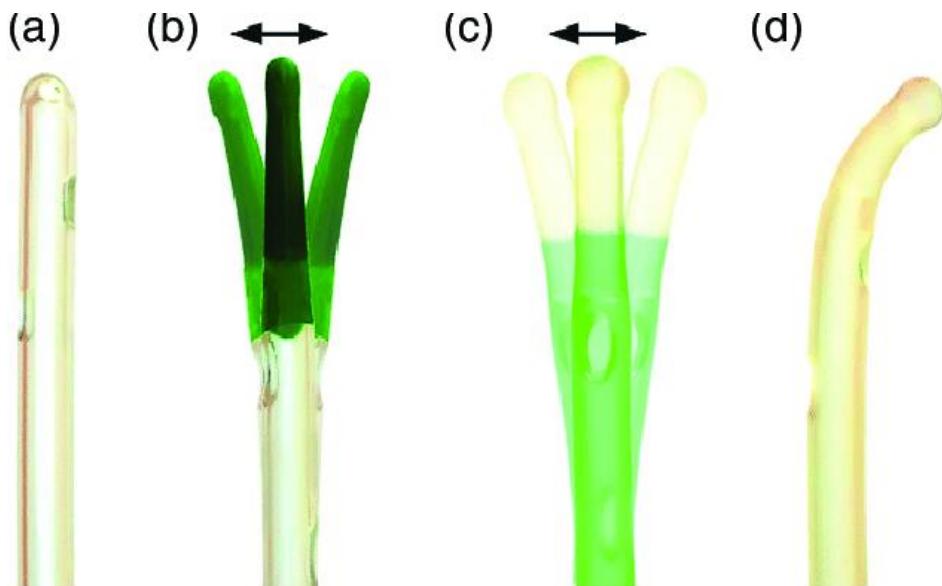


Figure 4 : Schéma d'un embout de type Nelaton (a), Ergothan (b), Olivaire (sphérique)(c) et Tiemann (d) [19]

Longueur

La longueur de la sonde nécessaire pour atteindre la lumière de la vessie comprend la longueur du tube de son extrémité avec les œils jusqu'à l'extrémité permettant l'écoulement externe de l'urine. Elle diffère pour l'homme et pour la femme et elle est exprimée en centimètre. Une sonde urinaire doit être légèrement plus longue que l'urètre qui mesure entre 15 et 20 cm chez l'homme et 3 à 4 cm chez la femme pour la simple raison que les œils de la sonde permettant la vidange sont situés à quelques centimètres de son extrémité. Les sondes pour adulte homme font environ ~40cm et 7-22cm pour les femmes [17]. Les sondes dernièrement développées pour le sondage intermittent sont plus courtes, de nombreux fabricants ayant suivi le sillon tracé par le laboratoire de dispositif médical Coloplast avec les sondes dites « Compact » pour une utilisation plus discrète et pratique dans le quotidien du patient [10]. Ainsi, il existe différentes tailles en fonction de l'anatomie et des préférences patient, et elles sont toutes fonctionnelles tant que l'extrémité de la sonde atteint la vessie et permet de la vider intégralement.

Diamètre externe

La « Charrière » (CH), ou « French / French Gauge » aux Etats-Unis (FR/FG), est l'unité de mesure du diamètre extérieur du tube de la sonde et cette unité équivaut à 1/3 de millimètres (0,33 mm) de diamètre pour 1 CH. Pour une vidange optimale de la vessie, il est essentiel de choisir une sonde et une charrière adaptée à l'anatomie du patient afin de faciliter l'insertion. En cas de difficulté d'insertion ou d'obstacle il est recommandé d'augmenter la charrière pour mieux « épouser » la paroi de l'urètre ce qui facilite l'insertion. En général, les adultes utilisent une sonde de 12 à 14 CH mais cette échelle peut varier de 4 CH pour les sondes les plus petites jusqu'à 26 CH pour les diamètres les plus grands

[2]. C'est au médecin ou l'infirmière spécialisée de sélectionner le bon diamètre en fonction de l'âge, du sexe, de la taille de l'orifice de l'urètre, du type de sondage (par voie basse via l'urètre ou via une stomie continent avec reconstruction de la vessie nécessitant une plus grosse charrière pour évacuer le mucus produit par le greffon intestinal), et du ressenti et préférences du patient.

Diamètre interne

Le diamètre interne dépend de l'épaisseur de la paroi de la sonde qui, elle-même, dépend du matériau utilisé. Un diamètre interne plus grand va avoir une incidence sur le débit et donc la durée du sondage.

Gaine

La gaine (ou manchon) est un système qui entoure la tubulure de la sonde dans sa totalité pour ne pas avoir à toucher le corps de la sonde lors de son insertion. La sonde va glisser le long de cette gaine pour remonter les voies urinaires jusqu'à la vessie. Cela permet notamment d'assurer un sondage plus propre pour les patients, réduisant la contamination bactérienne de la sonde lors de l'insertion [17].



Figure 5 : Sonde pour homme avec gaine (Manfred Sauer) [17]

Extrémité proximale

Le connecteur se trouve au niveau de l'extrémité opposé à l'embout. Ce connecteur permet de raccorder une poche à urine pour les cas où le patient ne peut pas se sonder directement sur les toilettes. Certaines sondes sous forme de sets ont déjà une poche raccordée au cathéter.

Cette partie peut être dotée d'un godet rigide servant de poignée de préhension pour l'introduction dans les voies urinaires, le maintien et le retrait de la sonde.

Stérilité

La stérilité des sondes urinaires est essentielle pour éviter les infections. La méthode « no touch » garantit une manipulation hygiénique de la sonde pendant le sondage grâce à la gaine couvrant entièrement la sonde [20]. Certains modèles de sondes pour sondages intermittents incluent un

guide/embout d'insertion qui empêche la sonde d'entrer en contact avec les bactéries situées à l'entrée de l'urètre. Ces mesures additionnelles sont conçues pour réduire le risque infectieux, néanmoins les dernières recommandations de l'EAUN n'ont trouvé aucune étude démontrant les avantages de ce guide/embout d'insertion [17].

3. Le sondage urinaire intermittent

3.1. Généralités

L'objectif de la prise en charge des troubles urinaires est d'obtenir une vidange complète de la vessie à basses pressions pour prévenir les complications sur le haut appareil urinaire, et d'aider les patients à retrouver une continence.

Les associations françaises (AFU, GENULF, SOFMER, SIFUD-PP), européennes (EAU, EAUN) et américaines (Consortium for SPINAL CORD MEDICINE) recommandent le sondage intermittent comme technique de référence de vidange de la vessie pour les personnes souffrant de rétention urinaire chronique, notamment pour les vessies neurologiques [2,17,21,22]. En effet, par rapport à d'autres modes de prise en charge, l'autosondage intermittent est un geste simple qui protège le haut appareil urinaire, évite les complications infectieuses vitales type orchi-épididymites et pyélonéphrites, réduit l'apparition de calculs vésicaux et rénaux et améliore la qualité de vie perturbée par la perte du contrôle vésico-sphinctérien, source d'impériosités mictionnelle et de fuites [2,10,23]. En comparaison aux alternatives thérapeutiques, le sondage intermittent permet d'acquérir une plus grande autonomie et de retrouver une vie intime. Pour résumer, il a une influence positive sur la qualité de vie.

Le sondage intermittent s'accompagne de trois objectifs généraux :

- Le premier objectif est de maintenir une faible pression dans la vessie. En cas de basses pressions dans la vessie, l'urine est moins susceptible de refluer vers les reins avec risque de développer une insuffisance rénale [24]. Parfois, il est nécessaire d'associer au sondage intermittent un traitement médicamenteux pour calmer la vessie à type d'anticholinergiques ou d'injections intra-vésicales de toxine botulinique.
- Le second objectif est de permettre une vidange régulière et complète de la vessie. Ceci est possible en respectant la fréquence des sondages quotidiens prescrite et en s'assurant que la vessie est complètement vidée à chaque sondage [2]. La fréquence quotidienne communément admise est d'au moins 4 sondages par jour, pour ne pas laisser le temps aux bactéries présentes dans les urines de proliférer et de pénétrer dans la muqueuse vésicale. Il est en effet important de différencier la bactériurie (présence de bactéries dans les urines ou colonisation bactérienne) de l'infection urinaire (atteinte du parenchyme vésico-rénal qui s'accompagne de signes cliniques d'infection). Le nombre approprié de sondages quotidiens varie selon les personnes. Parfois la vessie doit être vidée plus souvent que prescrit, par exemple si la personne boit plus que d'habitude.
- Le dernier objectif est de préserver l'autonomie des patients et de les aider à intégrer l'autosondage dans leur vie quotidienne : L'ASI permet aux patients de gérer eux-mêmes leur vidange vésicale, favorisant ainsi leur indépendance. Associé à une bonne continence (pas de fuites entre les

sondages) et à une bonne éducation (augmenter leur capacité à participer activement à leur propre soin), cela a un impact significatif sur leur qualité de vie et leur bien-être psychologique [24].

Les trois objectifs ci-dessus doivent être atteints tout en s'assurant la conservation de l'intégrité de la vessie. En effet, une lésion ou un traumatisme dans l'urètre ou la vessie pourrait engendrer des douleurs et des problèmes infectieux.

Voici les indications globales du SI [2,23] :

- Incontinence par regorgement ou trop plein (obstruction), blocage de l'urètre ou faiblesse de la contraction de la vessie.
- Résidu post-mictionnel chronique encore appelée rétention urinaire chronique incomplète, mal toléré ou avec risques sur le haut appareil urinaire.
- Rétention liée à l'HBP (hypertrophie bénigne de la prostate), en attente de la chirurgie
- Rééducation vésicale, en post-opératoire ou en post-partum.

On différencie deux types de sondage qui sont l'hétérosondage et l'autosondage.

L'autosondage comme son nom l'indique est un geste réalisé par le patient ce qui lui permet d'assurer lui-même l'élimination des urines sans intervention d'une tierce personne et de garantir une vidange régulière et complète de la vessie. C'est une technique de soin le plus souvent propre, non stérile, qui doit pouvoir être réalisée en toutes circonstances (domicile, travail), ainsi qu'en toutes positions (debout, couché, assis) permettant au patient de garder son indépendance et son autonomie tout en respectant la fréquence du sondage recommandée (minimum 4 fois par jour).

L'hétérosondage est pratiqué par un professionnel (médecin, infirmier, kinésithérapeute) ou par un aidant (proche, famille) possédant la maîtrise de la technique (apprentissage par une équipe soignante).

L'autosondage intermittent convient à de nombreuses personnes, mais pas à tout le monde. La principale condition préalable à la pratique du sondage intermittent est qu'un médecin confirme l'indication de ce nouveau mode mictionnel. Pour que ce soit un traitement efficace, il est très important que la personne soit motivée à réaliser la procédure chaque jour aussi souvent que prescrit. Elle doit également avoir les capacités de le réaliser, par exemple en possédant une dextérité et des compétences cognitives suffisantes.

Pour cela il existe un test d'évaluation de la faisabilité fonctionnelle de l'autosondage nommé le « Pencil & Paper Test » développé en 2011 (PP Test) qui permet de faire une évaluation initiale des capacités motrices et cognitives du patient à réaliser le geste [25]. Il s'agit d'un test simple et rapide qui peut être administré par des professionnels de santé et qui consiste en une série de questions et

de tâches visant à évaluer différents domaines cognitifs, tels que la mémoire, l'attention, le langage et les fonctions motrices. Il est appelé ainsi car il implique généralement l'utilisation d'un papier format A4 et d'un crayon pour effectuer ces tâches. En fonction du score obtenu, il est possible alors de déterminer si le patient sera en mesure ou non de pratiquer l'autosondage intermittent [25].

3.2. Éducation thérapeutique à l'autosondage intermittent

L'apprentissage du geste en lui-même est simple mais la compréhension de l'intérêt de ce mode mictionnel pour une meilleure observance ainsi que les règles qui vont avec nécessite une consultation d'éducation thérapeutique qui est généralement réalisée par un infirmier spécialisé sous coordination médicale. L'accompagnement à l'apprentissage de l'ASI est fondamental pour garantir la compréhension complète de la procédure par le patient (bénéfices du SI, modalités) et l'adhésion de ce dernier au traitement. L'objectif est d'implanter cette méthode de traitement dans le quotidien du patient en impactant le moins possible ses projets personnels et sa qualité de vie [24].

L'acceptation du sondage intermittent par le patient est cruciale pour le succès du traitement à long terme. Il est possible d'utiliser une échelle validée, le I-CAT (Intermittent Catheterization Acceptance Test) pour évaluer l'acceptation et la perception des patients vis-à-vis du sondage intermittent [26], tels que :

1. La perception de la douleur ou de l'inconfort pendant la procédure
2. La facilité d'utilisation de la sonde
3. Les préoccupations ou craintes du patient concernant les infections urinaires et/ou autres complications
4. Les barrières psychologiques à l'utilisation régulière de la sonde
5. La confiance dans la capacité à effectuer le sondage de manière autonome

Si un patient n'est pas à l'aise ou ne peut pas accepter la procédure, il est moins susceptible de l'effectuer correctement ou régulièrement, ce qui peut entraîner des complications [26].

En évaluant ces éléments principaux, le test ICAT peut aider les professionnels de santé à identifier les patients qui peuvent nécessiter un soutien supplémentaire, un suivi adapté ou une éducation thérapeutique pour améliorer l'acceptation du sondage intermittent [26]. Il est essentiel de comprendre que l'acceptation du sondage intermittent peut varier considérablement d'un patient à l'autre, en fonction de son expérience avec les soins, ses croyances culturelles, ses capacités physiques, et d'autres considérations psychologiques ou émotionnelles.

L'entretien doit se dérouler en 2 temps : la théorie et la pratique. Il est conseillé pour la partie théorique

d'utiliser des planches anatomiques pour rappeler au patient les bases du fonctionnement de l'appareil urinaire et son anatomie [23].

Recommandation théorique :

La mise en œuvre des autosondages intermittents (ASI) suit des directives simples. Leur efficacité dans la prévention des complications infectieuses et rénales dépend de la fréquence des sondages pour permettre une vidange régulière et complète de la vessie. Il est conseillé d'effectuer 4 à 6 sondages par jour (soit toutes les 3 à 4 heures) pour une diurèse totale de 1,5 à 2 litres. Chaque sondage ne devrait pas excéder 400 mL et doit assurer une vidange vésicale complète [2,10,23]. Il est préférable de répartir les apports hydriques de manière uniforme durant la journée et de les réduire après 18 h pour éviter de recourir au sondage pendant la nuit. Il est conseillé aux patients de se sonder juste avant le coucher et à nouveau au réveil [23]. Certaines situations, comme une augmentation de la consommation de boisson, peuvent nécessiter des ajustements de la fréquence des ASI [2,10]. En présence d'une infection urinaire, il est recommandé d'augmenter les apports hydriques et d'ajouter un ou deux autosondages dans la journée. La mise en place d'un calendrier mictionnel peut être utile pour évaluer la fréquence appropriée des sondages et permettre un meilleur suivi/accompagnement par le professionnel de santé [2,10].

Explication de la pratique :

La procédure de sondage nécessite un environnement préservant l'intimité du patient. Avant de commencer l'ASI, le patient doit effectuer un lavage des mains pour réduire le risque d'infection. Il doit ensuite préparer le matériel, comme ouvrir l'emballage de la sonde ou la connecter à une poche de recueil si nécessaire. La phase suivante est de s'installer confortablement. Selon sa mobilité, plusieurs positions peuvent être adoptées : allongée, assise, sur les toilettes ou debout. La position doit permettre le confort, la sécurité et un accès aisément au méat urinaire. L'embout de la sonde est ensuite orienté vers le méat urinaire. La sonde est insérée doucement jusqu'à ce que l'urine s'écoule. Si l'écoulement s'arrête, il faut repositionner légèrement la sonde pour s'assurer d'une vidange complète de la vessie [23].

La dernière étape consiste à retirer la sonde doucement en pinçant la sonde avec les doigts pour s'assurer que les quelques gouttes restant dans la sonde ne refluent vers l'urètre ou la vessie. L'évacuation des urines peut se faire dans les toilettes, un urinal, une poche de recueil adaptée ou bien n'importe quel autre contenant si pas de toilettes à proximité. Pour terminer, il faut jeter le matériel si possible ou le ranger dans son emballage étanche (lorsque celui-ci le permet, dans le cas des sondes compactes par exemple) puis se rhabiller [2]. Contrairement aux idées reçues, le lavage du

méat et de la zone génitale n'est plus recommandé à chaque sondage. Une seule toilette intime par jour suffit [2].

Particularité pour la femme lors de l'apprentissage : Chez la femme, un miroir peut aider lors de l'apprentissage pour repérer le méat urinaire qui est difficile d'accès entre le vagin et le clitoris. Avec plus d'expérience, cette aide n'est plus nécessaire et est généralement remplacé par le repérage du méat au doigt (il faut s'assurer d'effectuer un lavage des mains en amont).

Particularité pour l'homme : Afin d'effacer la première courbure de l'urètre et faciliter l'introduction de la sonde jusque dans la vessie, il est conseillé de tenir la verge orientée vers le haut lors du cheminement de la sonde jusqu'à une légère butée, puis d'abaisser la verge tout en poussant délicatement la sonde et poursuivre jusqu'à l'écoulement de l'urine.

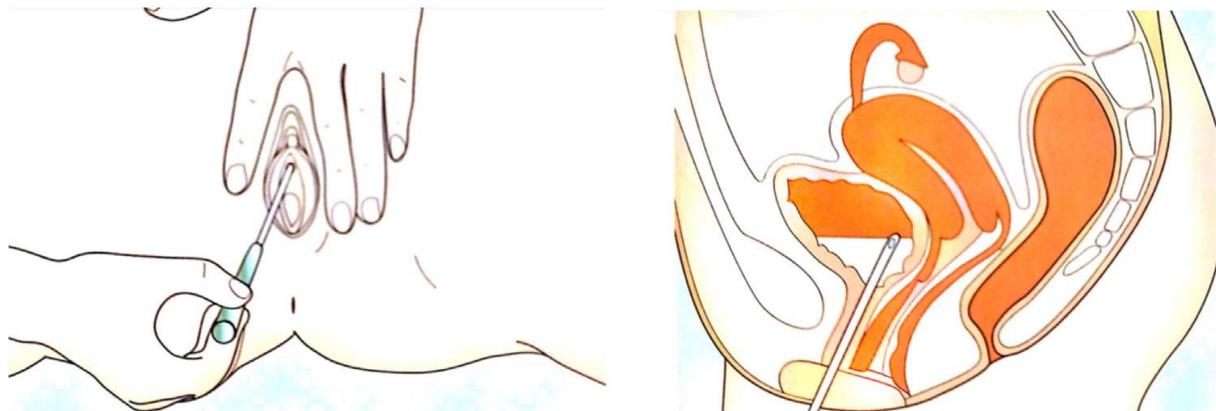


Figure 6 : Technique d'autosondage chez la femme [27]

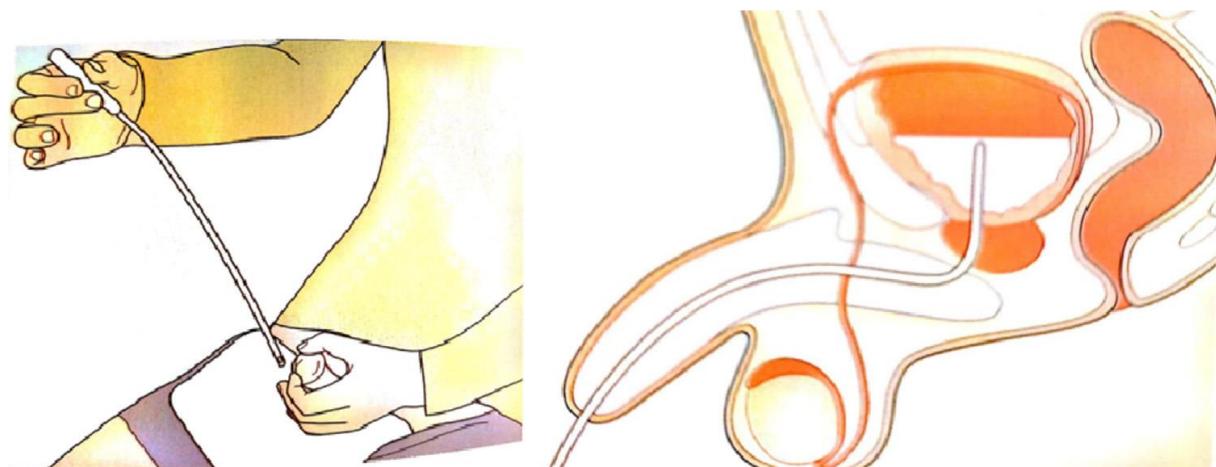


Figure 7 : Technique d'autosondage chez l'homme [27]

Malheureusement, tous les patients ne bénéficient pas forcément de cette éducation thérapeutique lors de leur initiation à l'ASI. Le suivi régulier des patients est essentiel pour s'assurer de la bonne pratique de l'ASI et de l'adaptation à sa condition et ses besoins. Des séances de réévaluation

peuvent être nécessaires pour renforcer l'apprentissage, corriger les erreurs ou les fausses croyances et répondre aux préoccupations du patient. Le soutien psychologique peut également être important pour aider le patient à surmonter les difficultés liées à l'acceptation de cette nouvelle pratique.

Le questionnaire InCaSaQ, ou « *Intermittent Catheterisation Satisfaction Questionnaire* » [28], peut jouer un rôle dans le suivi des patients ainsi que pour assurer un choix pertinent de la sonde urinaire. Ce questionnaire est conçu pour évaluer la satisfaction des patients utilisant des sondes urinaires. Il se compose de huit items, qui sont regroupés en quatre catégories principales : la satisfaction concernant l'emballage, la lubrification, les caractéristiques techniques de la sonde et le ressenti post-sondage du patient. Ce questionnaire facilite ainsi la personnalisation du choix en fonction des préférences et du vécu spécifique de chaque patient, pour améliorer son adhésion à l'autosondage - vidange complète de la vessie, 4 à 6 fois par jour – afin de réduire le risque d'infections urinaires. Cette approche objective est intéressante pour objectiver la nécessité de changer le type de cathéter en cas d'insatisfaction exprimée par les patients [28].

L'ISC-Q (*Intermittent Self-Catheterization Questionnaire*) est un outil de mesure du vécu des patients, spécifiquement conçu pour évaluer la qualité de vie des individus pratiquant l'autosondage intermittent. Ce questionnaire se concentre sur les aspects fonctionnels et psychologiques liés à cette pratique, offrant ainsi une évaluation complète des impacts sur la vie quotidienne des utilisateurs. Il a été développé et validé à travers des entretiens et une revue de la littérature, garantissant sa pertinence et sa validité psychométrique. Il se compose de 24 items répartis en quatre domaines principaux : la facilité d'utilisation, le confort, la discréetion et le bien-être psychologique. Ces domaines permettent de couvrir un large éventail de préoccupations liées à l'utilisation des cathéters, tant sur le plan physique que psychologique. Le score total peut varier de 0 à 100, un score plus élevé indiquant une meilleure qualité de vie [29].

3.3. Les patients concernés par l'autosondage intermittent

Comme nous le savons, la vidange de la vessie est une nécessité vitale. Malheureusement certaines personnes souffrent de pathologie ayant un impact sur leur capacité à vider leur vessie (rétenzione urinaire). Pour tout patient présentant une rétention urinaire chronique, complète ou incomplète, quelle qu'en soit la cause, neurologique ou non, spontanée ou indirecte, il est recommandé de proposer le sondage intermittent pour pallier ces troubles urinaires et faciliter leur quotidien dans la prise en charge de la maladie [2].

Voici une liste de pathologies pour lesquelles le sondage intermittent peut être recommandé pour pallier aux troubles urinaires associés :

Pathologies neurologiques : Elles représentent une des principales indications de l'autosondage. Les troubles vésico-sphinctériens induits par ces maladies neurologiques peuvent être diverses, se manifestant soit par une vessie hypo ou acontractile, soit une hyperactivité du détrusor soit une dyssynergie vésico-sphinctérienne, caractérisée par un défaut de relâchement du sphincter urétral lors de la miction [30].

Les troubles vésico-sphinctériens d'origine neurologique peuvent résulter de diverses conditions, telles que les blessés médullaires, la sclérose en plaques, la myélo-méningocèle ou spina bifida, l'atrophie médullaire multisystématisée, les neuropathies périphériques, ainsi que les séquelles de chirurgie pelvienne ou de radiothérapie pour des cancers gynécologiques ou digestifs. Ces pathologies peuvent varier considérablement en fonction de la maladie sous-jacente et de son stade évolutif, ce qui signifie que l'autosondage n'est pas une solution universelle pour tous les patients neurologiques. Un patient peut nécessiter de l'autosondage pour une période plus ou moins prolongée au cours de l'évolution de sa maladie, en fonction des changements dans sa condition neurologique et de la réponse de sa vessie au traitement. Il est également important de noter que, bien que certains patients puissent présenter des limitations motrices, sensitives, visuelles ou cognitives qui rendent difficile la réalisation de l'autosondage, cela peut être compensé par l'assistance d'un aidant, permettant ainsi une gestion efficace de la vidange vésicale malgré ces défis [30].

Pathologies urologiques : Les pathologies urologiques nécessitant la pratique du SI englobent principalement les vessies acontractiles et les situations d'obstacles sous-vésicaux. Ces conditions peuvent gravement compromettre la capacité du patient à vider sa vessie de manière spontanée, rendant l'autosondage crucial pour la gestion de la rétention.

Une vessie acontractile est souvent le résultat d'une distension excessive et prolongée de la vessie, qui peut entraîner une dilacération des fibres musculaires vésicales, des lésions des récepteurs de la sensibilité vésicale, et une ischémie relative de la paroi vésicale. Avec l'âge, il est également possible de voir apparaître une vessie hypocontractile, caractérisée par une diminution de la capacité de la vessie à se contracter efficacement pour expulser l'urine. Dans ces cas, l'autosondage devient une modalité thérapeutique essentielle pour assurer une vidange vésicale adéquate [30].

Les obstructions sous-vésicales, principalement dues à une hypertrophie bénigne de la prostate, représentent une autre indication majeure pour l'autosondage. Lorsque les traitements médicamenteux s'avèrent inefficaces ou en attendant une intervention chirurgicale, l'autosondage peut être proposé comme solution temporaire ou parfois même permanente pour éviter la rétention

urinaire et ses complications potentielles. Cette pratique permet une vidange vésicale à basse pression, réduisant ainsi le risque de dommages à la paroi vésicale et au haut appareil urinaire [30].

Pathologies gynécologiques : Les pathologies gynécologiques nécessitant un sondage quotidien, bien que rares, sont principalement dues à des obstructions sous-vésicales. Ces obstructions peuvent être causées par diverses conditions, telles que les fibromes utérins, en particulier ceux de localisation isthmique, les tumeurs du corps et du col de l'utérus, du vagin, les lésions d'endométriose, et un prolapsus génito-urinaire. Ces conditions sont généralement temporaires, jusqu'à ce qu'un traitement spécifique puisse être appliqué pour résoudre l'obstruction et restaurer la fonction vésicale normale [30].

Les fibromes utérins, en particulier lorsqu'ils sont situés à l'isthme, peuvent exercer une pression sur la vessie, entraînant une obstruction sous-vésicale qui empêche la vidange complète de la vessie. De même, les tumeurs affectant le corps ou le col de l'utérus, ainsi que le vagin, peuvent provoquer une obstruction similaire. Les lésions d'endométriose, qui peuvent se développer dans diverses régions du pelvis, ont également le potentiel d'obstruer le flux urinaire en exerçant une pression sur la vessie ou l'urètre. Enfin, un prolapsus génito-urinaire, qui se produit lorsque les organes pelviens s'affaissent et exercent une pression sur la vessie, peut également nécessiter l'utilisation de l'autosondage [30].

Plus rarement, les pathologies gynécologiques peuvent être responsables d'une perte de la contractilité vésicale, principalement par des mécanismes d'inhibition réflexe de l'innervation vésicale ou par envahissement de ses nerfs. Ce peut être le cas lors d'infections génitales telles que les infections herpétiques ou zostériennes, lors de lésions traumatiques pelviennes d'origine obstétricale, par exemple, ou par envahissement par de volumineuses tumeurs. Dans ces situations, l'autosondage devient une nécessité [30].

Pathologies digestives : La nécessité de pratiquer le SI ici découle principalement d'une inhibition de la contractilité vésicale, induite par des mécanismes réflexes associés à certaines conditions digestives. Les pathologies digestives pouvant conduire à cette situation incluent les fécalomes, les fissures anales, et les poussées hémorroïdaires, entre autres. Ces conditions peuvent provoquer une rétention urinaire, soit par compression directe sur la vessie ou l'urètre, soit par des mécanismes d'inhibition réflexe de l'innervation vésicale [30].

Il est important de souligner que la nécessité de réaliser des autosondages dans le contexte des pathologies digestives est souvent temporaire, le temps qu'un traitement étiologique soit instauré et devienne efficace. Cette approche temporaire souligne l'importance d'une évaluation continue de la

fonction vésicale et de la nécessité d'ajuster le plan de soin en fonction de l'évolution de la condition sous-jacente et de la réponse au traitement [30].

Les pathologies digestives nécessitant l'autosondage intermittent soulignent l'interconnexion entre les systèmes digestif et urinaire et la nécessité d'une prise en charge multidisciplinaire pour optimiser les résultats thérapeutiques et améliorer la qualité de vie des patients concernés, tant au point de vue urinaire que digestif [30].

Origine iatrogène : Les origines iatrogènes liées à la pratique du SI peuvent être attribuées à diverses interventions médicales, notamment les chirurgies et l'utilisation de certains médicaments.

Les interventions chirurgicales, en particulier celles impliquant les organes pelviens, peuvent entraîner des modifications de la dynamique vésicale ou des dommages aux nerfs responsables de la miction, conduisant à une incapacité temporaire ou permanente de vider la vessie de manière naturelle. De même, l'utilisation de certains médicaments, tels que les anticholinergiques et la toxine botulinique, peut réduire la contractilité vésicale ou créer des obstructions, rendant nécessaire l'autosondage. Ces médicaments sont souvent utilisés dans le traitement de pathologies neurologiques ou urologiques pour réduire les symptômes de l'hyperactivité vésicale, mais peuvent avoir comme effet secondaire une diminution de la capacité de la vessie à se contracter efficacement [30].

Il est crucial de reconnaître que, bien que l'origine iatrogène de la rétention urinaire soit souvent considérée comme un effet indésirable des traitements, dans certains cas, elle peut être une conséquence recherchée pour gérer les symptômes de pathologies sous-jacentes tel que l'hyperactivité du détrusor (le muscle vésical). Dans ces situations, l'autosondage devient une partie intégrante de la stratégie thérapeutique, permettant de contrôler la vidange vésicale tout en minimisant les risques de complications [30].

Pathologies psychiatriques : Elles peuvent également conduire à la pratique du SI. Diverses conditions psychiatriques, notamment celles entraînant une hypertonie sphinctérienne ou une hypocontractilité vésicale, rendent difficile la vidange complète de la vessie.

Parmi ces conditions psychiatriques rares, le syndrome de Fowler et le syndrome d'Ochoa sont particulièrement notables. Le syndrome de Fowler est caractérisé par un dysfonctionnement du muscle sphinctérien d'origine hormonale, tandis que le syndrome d'Ochoa est une maladie génétique associant une anomalie de l'expression faciale et une dysfonction de la vidange de la vessie. Ces syndromes peuvent conduire à une hypertonie sphinctérienne, c'est-à-dire un sphincter externe de

l'urètre trop fort, entraînant une rétention. Dans de tels cas, le sondage urinaire intermittent devient primordial dans la prise en charge des troubles urinaires [30].

La mise en œuvre de cette méthode de vidange doit être soigneusement évaluée et adaptée aux besoins spécifiques de chaque patient. Cela implique une considération attentive des capacités motrices, sensitives, visuelles et cognitives du patient, ainsi que de son environnement de soutien, pour garantir une pratique sécuritaire, efficace et pérenne de l'autosondage [30].

3.4. Difficultés et obstacles à la pratique du sondage intermittent

Les infections urinaires représentent un défi majeur pour les patients pratiquant le sondage urinaire intermittent, ayant un impact significatif sur leur qualité de vie. Les publications de Averbeck et Chiappe apportent des informations précieuses sur les défis et les impacts associés à cette pratique. L'étude d'Averbeck et al. a récolté les réponses de 3464 patients sous SI de 13 pays européens, révélant que ceux qui expérimentaient des symptômes tels que du sang dans l'urine, l'incertitude d'avoir complètement vidé sa vessie en fin de sondage, des IU récurrentes, ainsi que ceux utilisant des techniques spécifiques de retrait de la sonde (besoin de repositionner la sonde ou de faire un quart de tour pour la retirer), rapportaient une qualité de vie significativement diminuée. Cette enquête souligne combien il est crucial d'identifier et de gérer les symptômes précocement pour prévenir les IU et leurs conséquences négatives sur la vie quotidienne des patients [3].

Les données obtenues via un questionnaire ont fourni un aperçu sur l'expérience vécue des patients, montrant que l'absence de ces symptômes était liée à un risque plus faible d'IU. De plus, l'étude a révélé que 84% de la population étudiée avait eu au moins une IU depuis le début de leur pratique du SI, et 64% ont rapporté 1 à 3 IU au cours des 12 derniers mois. La prévalence moyenne d'IU était de 1,88 infection/an (IC à 95% [1,71-2,07]). Sur la population globale étudiée, 68% des patients étaient inquiets d'avoir une nouvelle infection urinaire et 47% d'entre eux craignaient de ne pas vider complètement leur vessie lors du sondage [3].

Une composante intéressante de cette enquête a été l'évaluation de la qualité de vie (QDV) des patients à l'aide du questionnaire validé Qualiveen-30, dont les résultats sont illustrés ci-dessous :

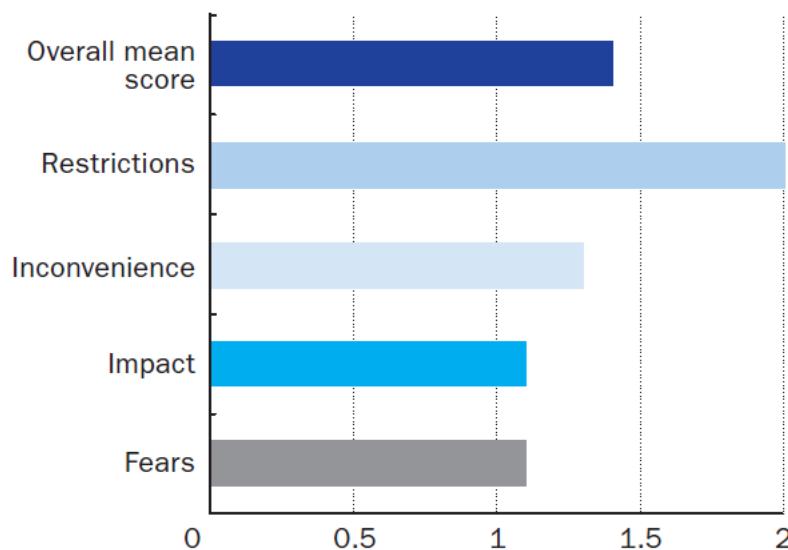


Figure 8 : Scores moyens de qualité de vie divisés par domaines (0 à 4) (n=3464) [3]

Ce graphique montre les scores moyens de QDV sur les quatre domaines principaux : Gêne (Inconvenience), Contrainte (Restrictions), Vécu (Impact) et Crainte (Fears), avec des scores allant de 0 (aucun impact des troubles urinaires sur la QDV) à 4 (impact négatif élevé des troubles urinaires sur la QDV). Les résultats indiquent que les contraintes liées aux problèmes urinaires ont eu l'impact le plus élevé dans le quotidien des individus, comparativement aux autres domaines évalués.

Cela suggère que les limites imposées par ces troubles, telles que les difficultés à vider complètement la vessie ou les complications liées à la pratique du SI, constituent des préoccupations principales affectant la vie quotidienne des patients. Ces contraintes peuvent englober des aspects variés de la vie, allant de la gestion quotidienne de la pathologie, à l'impact psychosocial, soulignant ainsi l'importance d'une prise en charge holistique des patients [3].

Ces résultats soulignent l'importance d'une prise en charge globale qui abordent non seulement les symptômes physiques des IU mais aussi les répercussions plus larges sur la qualité de vie des patients. Ils mettent en évidence la nécessité d'une approche intégrée, qui inclut le soutien psychologique et social, pour améliorer la QDV des individus confrontés à ces défis. Les infections urinaires étant une préoccupation majeure des patients sous SI, il est important de faire le nécessaire pour diminuer les facteurs de risque.

La publication de Chiappe en 2015 a exploré la pratique du sondage intermittent en France, en se concentrant sur la perspective des patients et des médecins généralistes (MG). L'étude a impliqué 1,287 médecins en France (environ 2% de tous les MG français). Les MG et leur patients pratiquant l'ASI ont reçu un questionnaire [1].

Les résultats de cette enquête ont également révélé au niveau national que les IU ont un impact important sur la qualité de vie des patients, tant physiquement, mentalement que socialement. Par ailleurs, le fardeau économique de l'hospitalisation due aux IU peut affecter la société et les systèmes de santé. Il a été observé que 44% des patients ont été hospitalisés au cours des deux années précédentes. Parmi ces hospitalisations, 25% étaient liées à des problèmes urinaires, ce qui inclut les infections urinaires. Cela signifie qu'une proportion significative des réhospitalisations était directement attribuable aux complications urinaires, soulignant l'impact considérable de ces infections sur la santé des patients utilisant le cathétérisme intermittent [1].

Il semble évident que les infections urinaires sont le plus grand problème des utilisateurs de sondes pour SI. Ils craignent de contracter une infection urinaire et songent beaucoup aux raisons possibles et stratégies préventives pour les éviter, comme boire suffisamment d'eau, vider complètement la vessie à chaque sondage et éviter d'introduire des bactéries dans l'urètre. Ces patients ont besoin d'un soutien psychologique et social accru pour réduire le fardeau des infections urinaires et améliorer leur bien-être. Le patient peut ressentir une perte d'indépendance sociale si ses relations professionnelles et privées sont altérées en raison d'infections urinaires récurrentes et/ou sévères. Même lorsque les personnes sous sondage font de leur mieux pour respecter les modalités du sondage urinaire intermittent, rien ne garantit qu'aucune infection urinaire se produira. Ceci peut susciter chez eux un sentiment de manque de contrôle.

Comme nous l'avons vu, les IU et leur probabilité d'apparition ont un impact sur la qualité de vie de la personne. Cette crainte est probablement liée au fait que le risque de développer une infection urinaire est élevé et qu'elle peut être source de complications et hospitalisation. C'est la raison pour laquelle il est nécessaire de diminuer les facteurs de risque d'IU à tous les niveaux, notamment dans la conception et le design des cathéters urinaires.

4. Sondage intermittent et Infections urinaires

4.1. Les bases concernant les infections urinaires

Les infections urinaires (IU) comptent parmi les infections les plus courantes dans le monde, qu'elles surviennent en milieu communautaire (à domicile) ou dans les établissements de soins (infections nosocomiales). Une infection urinaire est une infection qui affecte n'importe quelle partie des voies urinaires, comprenant les reins, la vessie, les uretères et l'urètre (et peuvent se propager jusqu'à la prostate chez les hommes). Elles sont, plus fréquentes chez les femmes que chez les hommes et peuvent être causées par différents types d'agents pathogènes [31]. Les bactéries sont les agents infectieux majoritaires dans le cas des infections des voies urinaires mais il est possible que, dans de rares cas, des virus ou des champignons soient à l'origine d'infections [32].

Les infections urinaires peuvent être classées comme simples ou compliquées, selon qu'il existe ou non des pathologies sous-jacentes susceptibles de compliquer l'évolution et le traitement. Si elles ne sont pas traitées, les infections urinaires peuvent entraîner des complications sévères, telles que des lésions rénales, une septicémie et des infections récurrentes.

Les symptômes généraux de l'infection urinaire sont les suivants [21,32,33,34,35] :

- Température supérieure à 38,5°C ou frissons
- Fatigue
- Malaise général
- Sang visible dans l'urine
- Brûlure
- Urines troubles et malodorantes
- Douleur au niveau des reins (douleur lombaire)
- Douleur dans le bas du ventre (douleur pelvienne)
- Apparition ou augmentation des fuites d'urine
- Apparition ou augmentation de la spasticité
- Hyperréflexie autonome (maux de tête, sueurs, frissons, érythème cutané...) chez les sujets ayant une lésion médullaire haute au-dessus de T6.

Il est essentiel de distinguer entre les vrais infections urinaires (toujours symptomatiques) et la simple présence de bactéries dans l'urine (bactériurie), cette dernière ne nécessitant pas de traitement sauf dans certains cas [2,10]. Cette distinction est cruciale pour éviter un traitement antibiotique inutile, qui peut contribuer à l'émergence de résistances aux antibiotiques. Les symptômes de l'IU peuvent être plus subtiles chez certaines populations, comme les personnes âgées, où la confusion et les chutes peuvent être des indicateurs d'une infection sans les signes urinaires typiques [8]. En effet, les

symptômes chez les patients sous SI peuvent être moins franc également en raison de potentiels troubles neurologiques ou autres facteurs, ce qui nécessite une évaluation minutieuse des signes cliniques avant de les attribuer à une infection urinaire [36].

En résumé, une compréhension approfondie de la définition des IU, de leurs symptômes et de leur gestion est essentielle pour un diagnostic précis et un traitement efficace, en particulier chez les patients pratiquants l'autosondage intermittent, qui sont à risque d'infections.

Outils diagnostics

Il existe 2 principaux outils de diagnostics : La bandelette urinaire et l'ECBU.

La bandelette urinaire (BU) est un outil de diagnostic qui détecte la présence de leucocytes et de nitrites dans l'urine qui est généralement utilisé en première intention dans la population globale. Les nitrites indiquent principalement la présence d'entérobactéries, tandis que d'autres micro-organismes couramment impliqués dans les infections urinaires ne produisent pas de nitrites.

En particulier chez les patients sous sondage urinaire intermittent à long terme la bactériurie asymptomatique est une condition fréquemment observée, avec une prévalence rapportée entre 50% et 90% [10,37]. Cette prévalence élevée pose des défis pour l'utilisation des tests de bandelettes urinaires dans cette population. Bien qu'utiles pour un dépistage rapide dans la population globale, elles ne sont pas fiables pour distinguer une bactériurie asymptomatique d'une infection urinaire chez les sujets sous sondage intermittent où la distinction entre colonisation et infection (avec présence de symptômes d'IU) est cruciale pour éviter un traitement antibiotique inutile [2,10,37].

Les lignes directrices actuelles, telles que celles de l'AFU, la SOFMER et l'EAU, déconseillent leur utilisation pour le dépistage des infections urinaires chez les patients neuro-urologiques [2,10,21]. Elles soulignent que les tests de bandelettes sont plus utiles pour exclure une infection que pour la confirmer, et recommandent plutôt l'utilisation la réalisation d'un ECBU, de cultures d'urine et d'analyses microbiologiques avant de débuter le traitement empirique afin d'identifier les bactéries en cause et adapter le traitement antibiotique, pour réduire les risques de résistance aux antibiotiques [2,10,21].

Les recommandations de la SOFMER concernant l'ASI indiquent « *Chez le patient en sondage intermittent, porteur de leucocyturie chronique, l'intérêt de la bandelette urinaire pour le dépistage d'infection urinaire repose essentiellement sur la réactivité des nitrites, mais l'existence de nombreux faux négatifs limite sa pertinence en pratique quotidienne* » [10].

L'analyse d'urine aussi appelé examen cytobactériologique des urines (ECBU) est nécessaire lorsqu'il

y a une suspicion clinique d'infection urinaire chez les patients sous ASI. Chez les patients asymptomatiques, l'ECBU de routine n'est pas recommandé en raison de la prévalence élevée de la bactériurie asymptomatique, qui peut conduire à un surtraitement inutile. Cependant, en cas de symptômes persistants ou récurrents, un ECBU est justifié pour évaluer la nécessité d'un traitement. En réalisant une surveillance systématique de l'ECBU, il est possible de surtraiter une colonisation bactérienne asymptomatique, ce qui peut entraîner la résistance aux antibiotiques : il est important d'adapter les pratiques afin d'éviter cette problématique.

L'objectif de l'ECBU est double :

- Déetecter et identifier les bactéries présentes dans les urines et ainsi pouvoir confirmer le diagnostic d'IU chez les patients présentant des symptômes cliniques.
- Adapter le traitement antibiotique aux germes présents et leur sensibilité aux antibiotiques.

Cet examen est aussi recommandé pour le diagnostic de certaines colonisations nécessitant un traitement, comme pendant la grossesse ou avant une intervention urologique prévue. Néanmoins, il n'est pas utile de refaire un ECBU pour le suivi d'une IU chez les personnes en sondage intermittent sauf en cas d'évolution clinique défavorable [2, 32].

Après prélèvement d'un échantillon d'urine (en excluant le premier jet), ce dernier est analysé au laboratoire de trois manières différentes [38] :

- Examen macroscopique : On observe la couleur, la limpidité et la présence éventuelle de sédiments dans l'urine.
- Examen cytologique : On observe au microscope la présence de cellules, comme les leucocytes (signe d'inflammation) ou les hématies.
- Examen bactériologique : On met l'urine en culture sur des milieux spécifiques pour permettre la prolifération des bactéries. Après 24 à 48 heures d'incubation, on examine les colonies bactériennes qui ont poussé.

Les résultats possibles de l'ECBU dans le diagnostic des IU peuvent être classés en fonction de plusieurs critères, notamment le type de bactéries présentes, leur concentration dans l'urine (exprimée en unités formant colonie par millilitre, UFC/mL), et la présence de leucocytes [38].

- Si aucune bactérie n'est détectée après la période d'incubation, l'ECBU est déclaré stérile. On peut conclure que ce n'est pas une IU.
- Si des bactéries sont présentes, il faut se rapporter aux nombres de colonies pour estimer la concentration bactérienne et le seuil de bactériurie et leucocyturie. Les recommandations de l'EAU indique qu'il n'existe pas de valeurs seuils avec assez de preuves pour les patients

sous SI [21]. Le consensus publié est qu'une bactériurie est significative avec $> 10^2$ cfu/mL.

En ce qui concerne la leucocyturie, dix leucocytes ou plus dans les échantillons d'urine centrifugés par champ microscopique (400x) sont considérés comme significatifs [21].

Les résultats de l'ECBU doivent être interprétés en tenant compte de la clinique du patient [37]. En cas de résultats positifs à l'ECBU, il est crucial de distinguer entre une infection active nécessitant un traitement et une colonisation asymptomatique [37]. Cette distinction évite le recours excessif aux antibiotiques et réduit le risque de résistance bactérienne. Les études montrent que le taux de bactériurie supérieur à 10^5 chez les utilisateurs de sondage intermittent est d'environ 60%, ce qui souligne la prévalence élevée de cette condition dans cette population [39]. L'approche clinique doit se faire de deux manières : distinguer la colonisation bactérienne de la vraie infection qui nécessite un traitement en s'assurant de la présence de symptômes d'IU et surtout de rechercher les facteurs de risques d'IU chez le patient pour réduire le risque de récidive [40]. Les recommandations actuelles déconseillent l'utilisation systématique des antibiotiques pour traiter la colonisation asymptomatique, afin de minimiser le risque de résistance et de préserver l'efficacité des traitements pour les infections symptomatiques [41].

En conclusion, les symptômes cliniques restent la pierre angulaire du diagnostic d'IU chez les personnes en sondage intermittent, l'ECBU va infirmer ou confirmer ce diagnostic (présence de bactéries, quel que soit le seuil, à l'exception des colonisations bactériennes) et aider à adapter le traitement antibiotique. Les avancées technologiques, telles que la spectrométrie de masse, les panels PCR multiplex, et les biosenseurs, offrent de nouvelles perspectives pour un diagnostic rapide et précis, essentiel pour une prise en charge efficace des patients souffrant d'IU. Ces outils diagnostics jouent un rôle crucial dans la détection des infections, la détermination de la résistance aux antibiotiques, et la sélection du traitement le plus approprié, contribuant ainsi à améliorer les résultats pour les patients [38].

Traitements

Lors du choix d'une antibiothérapie, il faut considérer trois aspects principaux :

1. Efficacité : L'antibiotique choisi doit agir contre la souche responsable de l'infection et atteindre le site infecté.
2. Tolérance : L'antibiotique doit être bien toléré par le patient, un effet secondaire grave serait inacceptable même s'il est rare.

3. Impact écologique : Il est préférable que l'antibiotique ait un faible impact sur le microbiote intestinal et qu'il permette de lutter indirectement contre l'émergence de souches bactériennes antibiorésistantes.

Voici un algorithme de prise en charge globale et prévention du risque infectieux chez le patient sous autosondage intermittent défini par Bonniaud et al [40].

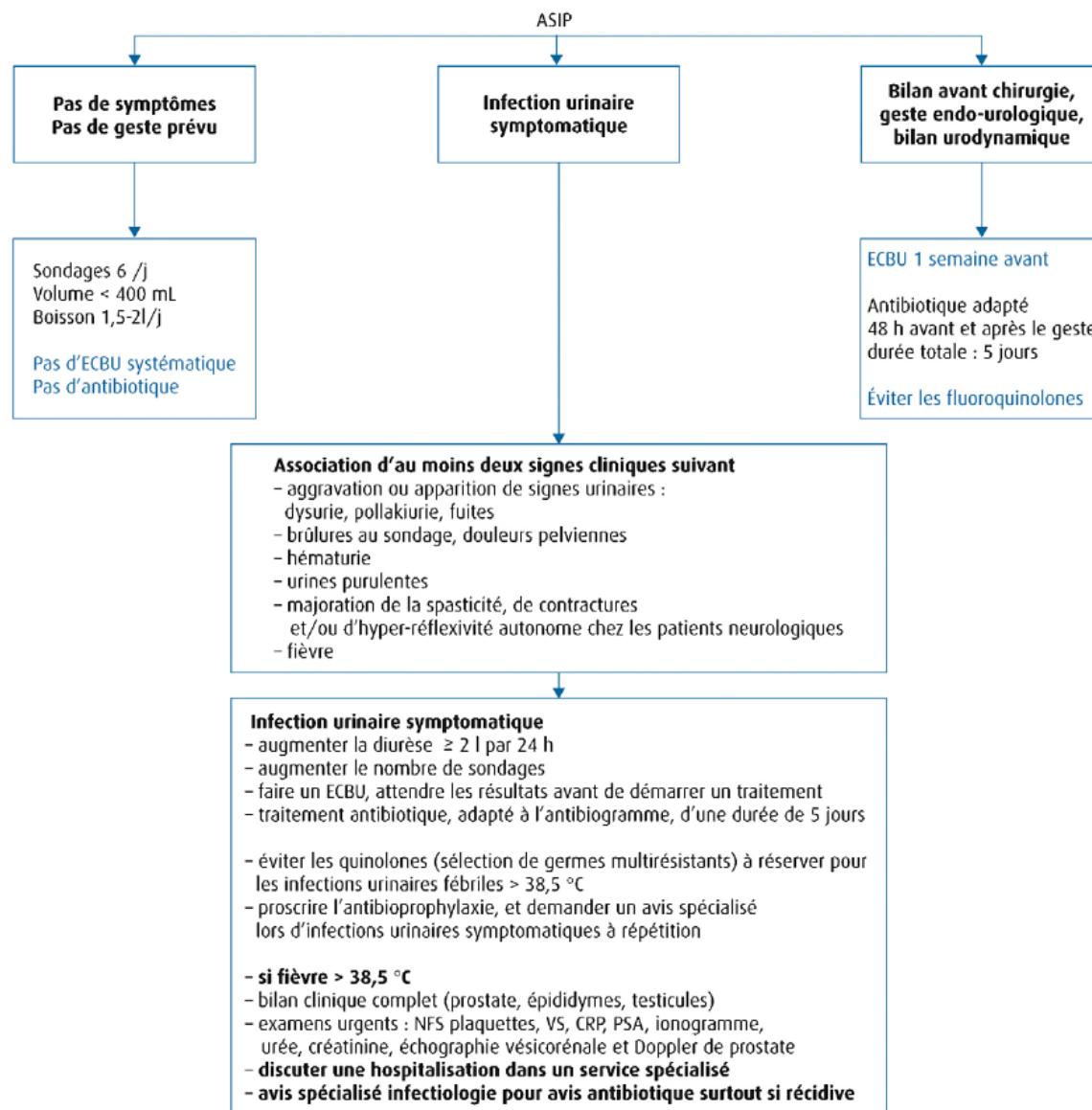


Figure 9 : Algorithme et stratégie de prise en charge globale et prévention du risque infectieux [40].

Dans le traitement des infections urinaires véritables (IU), en présence de symptômes, chez les patients utilisant le sondage urinaire intermittent, il est essentiel de choisir des antibiotiques efficaces tout en minimisant le risque de résistance.

La sélection des antibiotiques de première et seconde intention doit être guidée par l'antibiogramme qui permet de déterminer la sensibilité des bactéries aux différents antibiotiques, ce qui est crucial pour choisir un traitement efficace ciblé [40]. Les informations concernant les antécédents médicaux du patient, y compris les allergies et les réactions antérieures aux antibiotiques, doivent être pris en compte pour éviter les complications.

L'utilisation de la prophylaxie antibiotique chez les patients utilisant le sondage urinaire intermittent présente plusieurs limitations et risques, notamment le développement de résistances aux antibiotiques. Bien que la prophylaxie puisse réduire la fréquence des infections urinaires symptomatiques, comme le montre une réduction de 48% des infections traitées par antibiotiques dans une cohorte de 404 patients sous SI, elle est également associée à une augmentation de la résistance aux antibiotiques utilisés pour traiter ces infections [41]. En effet, l'utilisation continue d'antibiotiques à faible dose peut entraîner une résistance accrue des bactéries urinaires aux antibiotiques couramment utilisés [39].

En dernière intention, lorsque les options précédentes sont inadéquates ou en cas d'échec thérapeutique, des stratégies alternatives basées sur des tests de diffusion et sur de petites études cliniques peuvent être envisagées. Ces stratégies incluent l'utilisation de molécules ayant une bonne diffusion dans les tissus infectés et une forte activité contre les souches résistantes. Cependant, le traitement des infections urinaires causées par des espèces microbiennes inhabituelles ou des entérocoques ne peut être standardisé en raison de la variabilité des données scientifiques disponibles [38].

La durée de l'antibiothérapie, influencé par plusieurs facteurs cliniques, diffère en fonction des études. Les recommandations actuelles suggèrent généralement un traitement de courte durée (5 jours) pour minimiser le risque de développement de résistances. Une étude a comparé l'efficacité de traitements de 3 jours versus 14 jours de ciprofloxacine pour les infections urinaires aiguës chez les patients souffrant de lésions de la moelle épinière [42]. Les résultats ont montré que des traitements plus courts peuvent être aussi efficaces que des traitements prolongés, tout en réduisant les effets secondaires et le risque de résistance bactérienne.

Il est important de noter que le succès du traitement des IU ne repose pas uniquement sur le choix de l'antibiotique, mais également sur la revue avec le patient de la technique du sondage et du respect des règles associées, et sur la prise en compte des troubles urologiques sous-jacents non traités qui peuvent déclencher un échec thérapeutique [38].

En conclusion, le traitement des IU nécessite une approche personnalisée et basée sur les preuves, en tenant compte de la sévérité de l'infection, des facteurs de risque du patient, et des résultats des tests de sensibilité antimicrobienne.

4.2. La problématique environnementale et sociétale de l'antibiothérapie

Le traitement presque systématique des infections urinaires par des antibiotiques pose plusieurs problèmes de santé publique importants, principalement en raison de l'émergence et de la propagation de la résistance aux antibiotiques. Il y a de nombreuses raisons qui rendent ce sujet préoccupant.

Les antibiotiques favorisent la sélection des souches bactériennes résistantes par un processus de sélection naturelle. Cette diversité génétique, apparue par mutations spontanées et échange de gènes, inclut des gènes qui peuvent conférer une résistance à certains antibiotiques. Lorsque les bactéries sont exposées à un antibiotique, celles qui sont sensibles (non résistantes) sont tuées ou leur croissance est inhibée [13,43]. En revanche, les bactéries possédant des mécanismes de résistance survivent et continuent de se multiplier. Il est établi que l'utilisation d'antibiotiques crée une pression sélective qui favorise la survie de bactéries résistantes. Avec le temps, ces souches résistantes peuvent devenir dominantes au sein de la population bactérienne et les antibiotiques qui fonctionnaient auparavant, ne sont plus efficace contre ces bactéries. Les bactéries résistent aux antibiotiques par divers mécanismes : modification de la cible de l'antibiotique, la réduction de la perméabilité cellulaire à l'antibiotique, activation de pompes d'efflux qui vont expulser l'antibiotique avant qu'il ne puisse avoir un effet sur la bactérie, ou la production d'enzymes qui inactivent l'antibiotique.

Les antibiotiques peuvent entraîner une modification du microbiote vaginal et intestinal en raison de leur large spectre d'action, qui malheureusement ne se limite pas seulement aux bactéries pathogènes ciblées, mais affecte également les bactéries présentes ailleurs. Pour rappel, de nombreuses bactéries commensales sont nécessaires au bon fonctionnement des écosystèmes microbiens de notre organisme.

L'usage inapproprié ou excessif d'antibiotiques augmente la pression sélective et favorise la sélection de souches résistantes [44]. Bien que les antibiotiques soient essentiels pour traiter les infections bactériennes, leur utilisation doit être judicieuse pour minimiser les perturbations du microbiote et préserver notre santé à long terme [45]. La méta-analyse de 15 essais contrôlés randomisés par Vigil et al. n'a pas soutenu l'utilisation de la prophylaxie antibiotique pour la prévention des IU chez les patients avec une vessie neurogène, soulignant l'augmentation de la résistance aux antimicrobiens associée à cette pratique [13].

Les antibiotiques représentent un coût médico-économique majeur pour plusieurs raisons, qui s'étendent bien au-delà du simple coût d'achat de ces médicaments. L'ANSM estime à plus de cent millions d'euros en 2017 le coût lié à la surconsommation d'antibiotiques en France [45]. En général, la résistance aux antibiotiques nécessite l'utilisation de traitements plus longs, souvent avec des antibiotiques de deuxième ou troisième ligne plus coûteux ainsi que des hospitalisations plus longues entraînant des frais élevés pour l'hôpital. Si nous suivons cette logique de résistance, il est évident que la recherche et le développement de nouveaux antibiotiques pour lutter contre les souches résistantes actuelles sont coûteux et nécessitent d'importants investissements financiers qui viennent s'ajouter à la balance [45].

En conséquence, la résistance aux antibiotiques devient un problème de santé publique mondial, réduisant l'efficacité des traitements antibactériens et nécessitant des efforts pour développer de nouvelles stratégies thérapeutiques et promouvoir un usage responsable des antibiotiques pour diminuer les coûts. La résistance d'*E. Coli* aux fluoroquinolones est déjà largement répandue c'est la raison pour laquelle diminuer les risques d'infections urinaires est crucial, notamment chez des patients pratiquant le sondage intermittent [46]. Ces patients contractent de nombreuses IU chaque année et identifier les facteurs favorisant les infections urinaires (d'origine multifactorielle), notamment les risques liés à la sonde urinaire qu'ils utilisent quotidiennement est une nécessité.

4.3. Le rôle de l'urothélium vésical

L'urothélium, ou épithélium urinaire, est la couche de cellules qui tapisse l'intérieur de la vessie et d'autres parties du système urinaire. Il joue plusieurs rôles clés pour la santé et le bon fonctionnement du système urinaire. Garder un urothélium sain est essentiel pour de nombreuses raisons. Il est essentiel de comprendre la structure et la fonction de l'urothélium pour comprendre son rôle dans les IU en particulier chez les patients pratiquant le sondage intermittent.

Les cellules épithéliales qui tapissent les surfaces des muqueuses, servent de barrière, séparant la partie interne de l'extérieur par une couche uniforme de cellules étroitement connectées. Ces cellules forment un épithélium étanche et protecteur capable de résister aux conditions sévères extérieures des organes et des tissus, protégeant ainsi contre les menaces [47]. L'épithélium des muqueuses situés dans des zones telles que le tractus gastro-intestinal (GI), le système respiratoire et le tractus génito-urinaire, doit trouver un équilibre entre la possibilité d'un transport sélectif de l'extérieur vers l'intérieur et le maintien d'une barrière qui limite les mouvements entre les cellules [47,48].

Les épithéliums ont plusieurs fonctions essentielles, notamment la protection, la sensation (récepteurs sensitifs), le transport, la sécrétion, le nettoyage et la réparation. Ils agissent comme une interface

protectrice propre à chaque organe, créant des barrières de diffusion qui séparent différentes zones, avec des niveaux de perméabilité variables. Ces cellules sont sensibles à leur environnement et assurent le transport transcellulaire actif et passif ainsi que le transport paracellulaire passif [47]. Le transport d'ions, d'eau et d'autres substances par les cellules épithéliales facilite l'hydratation de la surface lumineuse, tandis que les mucines (glycoprotéines entrant dans la composition du mucus et produites par les membranes de la muqueuse) présentent en surface externe assurent la lubrification et la protection, favorisant ainsi la stabilité de la muqueuse. Face à des environnements hostiles, les cellules épithéliales sont équipées pour se régénérer, les compartiments de cellules souches se trouvant généralement à la base, ce qui facilite le mouvement des cellules de l'intérieur vers la lumière [47].

L'urothélium, ou uro-épithélium, est un épithélium stratifié qui recouvre le bassinet des reins, les uretères, la vessie et l'urètre. Il joue un rôle de barrière essentiel, bloquant l'absorption de substances urinaires nocives et empêchant les agents pathogènes de pénétrer de l'extérieur [47].

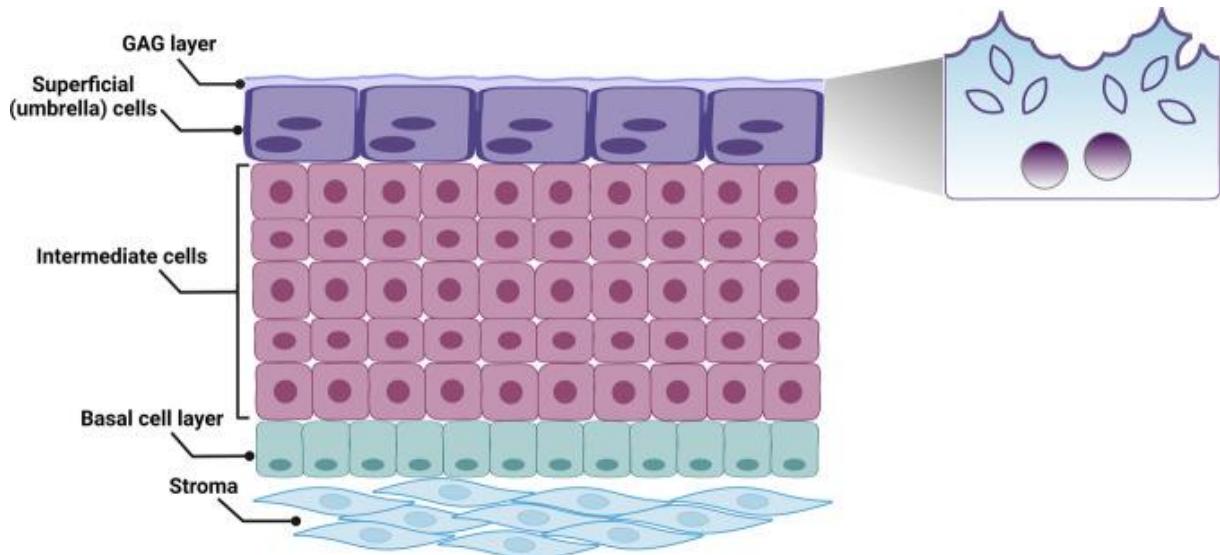


Figure 10 : Couches cellulaires de l'urothélium vésical [47]

Ce dernier est composé de 3 types de cellules : les cellules basales, intermédiaires et superficielles. Cette structure est adaptée à sa fonction protectrice. Les cellules basales agissent comme des cellules génératrices et assurent la formation de nouvelles cellules attachées à une membrane basale interne (cette membrane sert de support à l'urothélium). Au-dessus, les cellules intermédiaires sont essentielles à la régénération rapide après une blessure ou une infection, et les cellules superficielles directement sous la couche de glycosaminoglycanes (ou GAG layer, aussi appelée « cellules parapluie » due à leur capacité à s'allonger), entièrement différencierées à la surface, assurent les fonctions primordiales de l'urothélium comme l'imperméabilité et la résistance aux agents pathogènes [47,49]. Ces cellules parapluies sont reliées entre elles par des jonctions serrées et leur surface apicale est recouverte de protéines cristallines appelées uroplakines, qui s'assemblent en plaques

hexagonales. La forme hexagonale de ces cellules parapluies est importante car du fait de la structure évolutive de leur membrane, elles sont capables de couvrir une plus grande surface par expansion en s'allongeant. De cette manière, elles permettent à l'urothélium de rester imperméable aux petites molécules telles que l'eau, l'urée et les protons lorsque la vessie se remplit et que la surface de la vessie s'agrandit (et inversement lors de la vidange de la vessie, leur taille se réduit). De plus, elles renforcent les connexions intercellulaires augmentant l'imperméabilité de l'urothélium aux agressions de l'urine et ses composants y compris les germes et toxines [47].

L'urothélium n'est pas seulement une barrière passive ; il participe activement aux mécanismes sensoriels de la vessie. Il a la capacité de répondre aux stimuli thermiques, mécaniques et chimiques, en exprimant une variété de molécules sensorielles. Cette fonction sensorielle est facilitée par la localisation des nerfs afférents à proximité de l'urothélium [48].

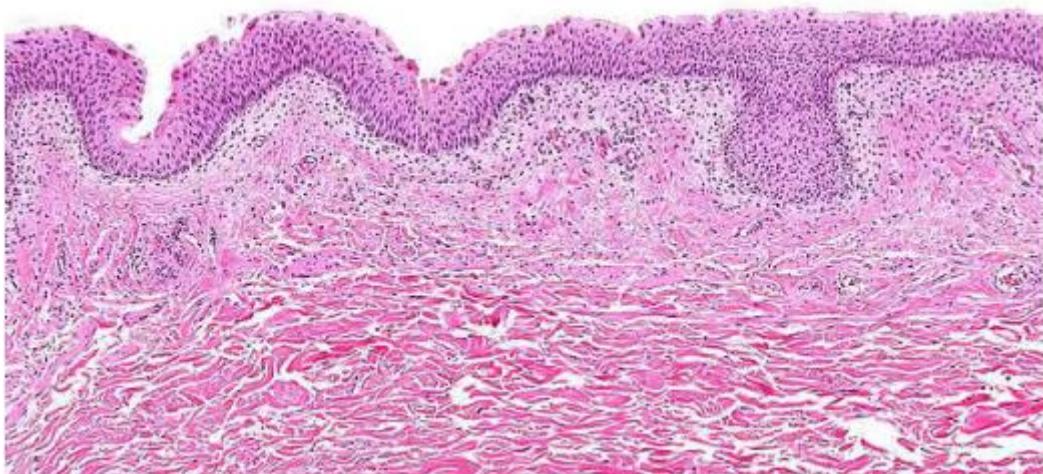


Figure 11 : Coupe histologique de l'urothélium vésical (Université médicale de Pavlov, St-Pétersbourg)

La couche superficielle de GAG de l'urothélium joue un rôle central dans la défense des voies urinaires contre les infections. La couche protectrice de GAG est composée d'un réseau de glycosaminoglycans, de longs polysaccharides non ramifiés constitués d'unités disaccharidiques répétitives directement en contact avec les urines. Elle est principalement constituée d'acide hyaluronique, de sulfate d'héparane, de sulfate de dermatane et de sulfate de chondroïtine [47]. Les GAGs créent un environnement défavorable à l'adhésion des bactéries : leur charges négatives repoussent les bactéries, qui souvent possèdent des charges similaires sur leur surface, réduisant ainsi leur capacité à se fixer à l'épithélium de la vessie. Les GAG ainsi que les mucines ont donc pour rôle de créer une interface à la surface de l'épithélium isolant l'urothélium des déchets des urines, des toxines de l'environnement et des agents pathogènes (en majorité des bactéries) [48].

La fonction première de la couche de GAG est d'empêcher l'adhésion des pathogènes aux cellules urothéliales, une étape critique dans le déclenchement des infections urinaires. Par exemple, les lactobacilles (qui sont des bactéries non-pathogènes du microbiote) adhèrent aux cellules de

l'urothélium et empêchent l'adhésion de bactéries pathogènes telles que *E. coli*, *K. pneumoniae* et *Pseudomonas aeruginosa*, ce qui démontre le rôle de la couche de GAG dans la défense microbienne [48,50]. Un autre exemple, les oligosaccharides urinaires, qui font partie de la couche de GAG, ont la capacité de détacher les *E. coli* liés à l'épithélium et d'empêcher la fixation des bactéries, ce qui illustre encore les mécanismes de protection de la couche de GAG contre les infections [50]. Ces caractéristiques sont cruciales pour empêcher la fixation et la colonisation de pathogènes, réduisant ainsi le risque d'infections urinaires [47].

Malgré son rôle protecteur important, l'intégrité de la couche de GAG peut être compromise par divers facteurs, notamment les lésions mécaniques, l'irritation due à des agents chimiques et l'inflammation. Ces perturbations peuvent entraîner une sensibilité accrue aux infections urinaires, ce qui souligne l'importance du maintien de l'intégrité de la couche de GAG pour la santé des voies urinaires et la prévention des infections [47].

Pour finir sous l'urothélium se trouve le stroma, qui est le « début » de ce qui est communément appelé la muqueuse vésicale. En dessous du stroma, se trouve un tissu conjonctif sur lequel sont fixées les cellules épithéliales, un tissu lâche contenant des cellules conjonctives, des cellules contractiles, des vaisseaux sanguins et des fibres nerveuses. C'est ce tissu qui donne ses propriétés élastiques à la vessie. Ce tissu conjonctif lâche contient des fibres nerveuses sensitives ; quelques-unes de ces fibres s'étendent même jusqu'à l'urothélium. Accolé à ce tissu conjonctif lâche, se trouve le détrusor [47].

La plupart du temps, l'urothélium adulte a un renouvellement cellulaire très lent. Cependant, en réponse à une lésion de l'urothélium, il y a une augmentation de la prolifération urothéliale qui permet une régénération rapide des cellules parapluies, aboutissant à une restauration complète en quelques jours à semaines (il faut plus de temps à l'urothélium pour se régénérer si la couche basale de l'urothélium est lésée). Suite à des blessures de l'urothélium par exposition chimique, en cas d'opération chirurgicale (par exemple lors d'une cystoplastie d'agrandissement) ou infection par des microbes, l'urothélium commence à se réparer presque immédiatement [47,48].

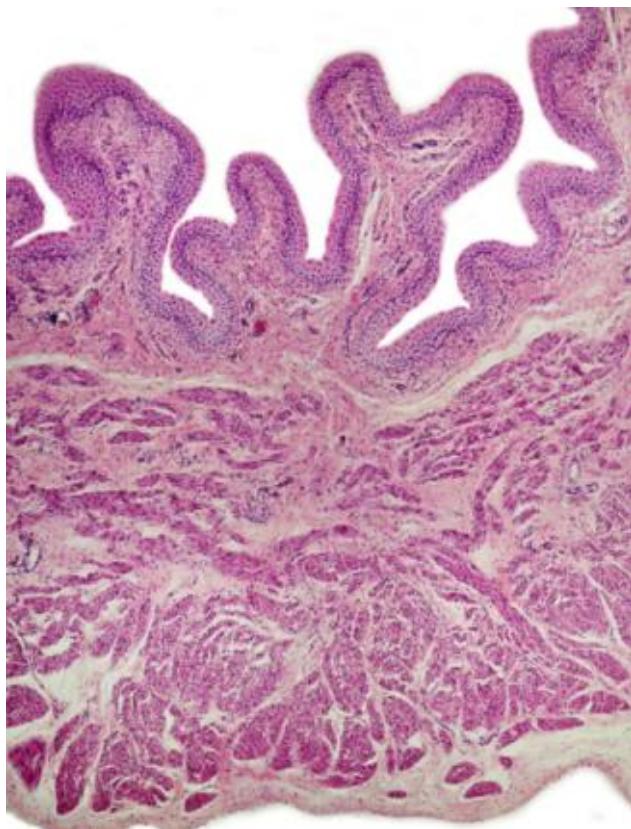


Figure 12 : Coupe histologique de l'urothélium vésical
(Université médicale de Pavlov, St-Pétersbourg)

En résumé, l'urothélium vésical est un système complexe qui constitue une barrière capitale contre les pathogènes dans les voies urinaires, jouant un rôle essentiel dans la prévention des infections urinaires, en particulier chez les populations vulnérables telles que les personnes pratiquant au quotidien le sondage intermittent. Cependant, l'intégrité de cet urothélium peut être compromis, entraînant un risque accru d'infections, ce qui souligne la nécessité de stratégies de protection pour maintenir ou restaurer cette barrière critique.

4.4. Infection urinaire à E. Coli

Les E. Coli pathogènes ou *Uropathogenic Escherichia Coli* (UPEC) sont la principale cause d'infections urinaires et sont responsables d'au moins 80 % des infections urinaires communautaires et de 65 % des infections urinaires hospitalières [34]. Bien que les facteurs de virulence, tels que les toxines, les polysaccharides de surface, les flagelles (etc.), soient nombreux pour surpasser les défenses de la vessie et déclencher une infection urinaire, l'adhésion des UPEC aux cellules de la muqueuse reste le facteur le plus important de la pathogénicité de ces bactéries.

Incidence of urinary tract pathogens (%)

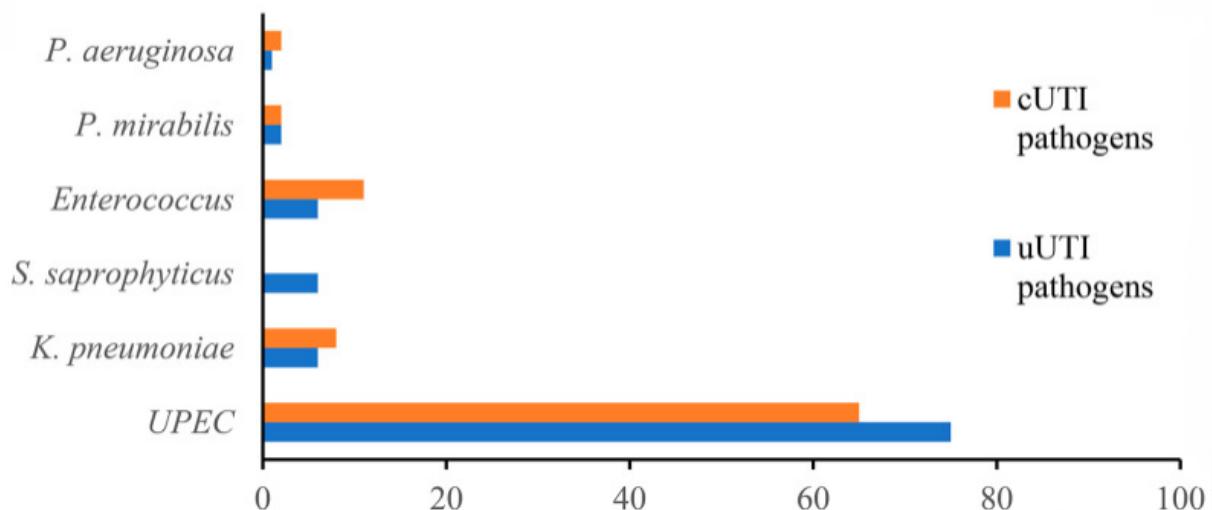


Figure 13 : Épidémiologie des uropathogènes dans les infections urinaires compliquées et non-compliquées [34].

L'adhésion des UPEC à l'urothélium est la première étape déterminante de l'infection, permettant aux bactéries de résister au flux urinaire et de commencer leur processus d'invasion et de colonisation. Dans la grande majorité des cas, le non-attachement de la bactérie entraîne son élimination par le flux urinaire lors de la vidange de la vessie permettant de diminuer alors le risque d'infection urinaire. Logiquement, s'il n'y a pas de bactérie qui pénètre dans la muqueuse vésicale, il n'y a pas d'infection bactérienne.

Les fimbriae de type 1, jouent un rôle central dans cette adhésion en se liant aux récepteurs de mannose présents sur les cellules urothéliales. Cette interaction est spécifique et médiée par l'adhésine FimH située à l'extrémité des fimbriae, facilitant ainsi l'attachement des UPEC à la surface de la vessie [47,51].

Une fois adhérées, les UPEC exploitent leur capacité à former des biofilms et des communautés bactériennes intracellulaires pour échapper aux mécanismes de défense de l'hôte. L'internalisation dans les cellules parapluies de l'urothélium permet aux UPEC de se multiplier en quelques heures à l'abri des réponses immunitaires, formant des colonies intracellulaires qui jouent un rôle clé dans la persistance de l'infection et la récurrence des IU [48,51].

Les UPEC ne se limitent pas à l'adhésion et la colonisation de la surface urothéliale ; elles peuvent également remonter le long de l'urètre vers la vessie puis les reins, exploitant d'autres types de fimbriae, comme les fimbriae P, pour se lier aux glycolipides présents sur les cellules rénales, facilitant ainsi l'infection des reins [49]. La capacité des UPEC à résister et à échapper aux défenses immunitaires de l'hôte, notamment par la formation de biofilms et l'exploitation de niches intracellulaires, complique le traitement des IU et souligne l'importance de développer des stratégies

thérapeutiques ciblées. La compréhension des mécanismes d'adhésion et de colonisation des UPEC est donc essentielle pour le développement de nouvelles approches de prévention et de traitement des IU, en particulier chez les patients sous ASI [48,51].

En cas de brèche dans l'urothélium, les infections urinaires causées par E Coli déclenchent une série de réponses inflammatoires. Ces réponses sont cruciales pour comprendre les mécanismes par lesquels les UPEC provoquent des inflammations et les symptômes associés aux infections urinaires. L'invasion de l'urothélium déclenche la réPLICATION bactérienne et la formation de communautés bactériennes en intracellulaire, ainsi que l'invasion des cellules voisines. Ce processus est spécifique à l'interaction entre les UPEC et les cellules de la vessie, ne se produisant pas avec d'autres types d'E. coli ou en l'absence de fimbriae [47].

La réponse de l'hôte à l'infection implique l'activation de récepteurs de reconnaissance, notamment TLR4, qui est exprimé à la surface apicale des cellules parapluies. Cette activation déclenche la mort de ces cellules et leur exfoliation, un mécanisme visant à éliminer les bactéries. Cependant, cette réponse expose les cellules sous-jacentes aux uropathogènes et à l'urine contaminée, entraînant une prolifération rapide des cellules pour remplacer celles qui ont été perdues. L'activation de TLR4 et de son effecteur en aval, le facteur de différenciation myéloïde 88 (MyD88), facilite l'élimination des bactéries. Chez les souris déficientes en TLR4 et confrontées à une infection par les UPEC, l'infection persiste dans la vessie, avec une réponse réduite en IL-8 et une mobilisation inefficace des neutrophiles, soulignant l'importance de cette voie dans la défense contre les UPEC [47].

L'activation de TLR4 et de Nod-like receptor/Caspase 1 conduit à la sécrétion d'IL-6 et d'IL-1 β , détectables dans l'urine, marquant une réponse inflammatoire significative à l'infection. Cette expression des cytokines, ainsi que d'autres médiateurs inflammatoires sécrétés par les cellules urothéliales, entraînent l'afflux de cellules immunitaires sur le site d'infection, contribuant ainsi aux symptômes inflammatoires et à la douleur associés aux infections urinaires [47].

En résumé, les UPEC déclenchent une réponse inflammatoire complexe dans l'urothélium, impliquant la mort et l'exfoliation des cellules parapluies, l'activation de voies de signalisation spécifiques comme TLR4, et la sécrétion de cytokines pro-inflammatoires. Ces événements contribuent non seulement à l'élimination des bactéries mais aussi à l'inflammation et aux symptômes douloureux des infections urinaires, soulignant l'importance de comprendre ces mécanismes pour développer des stratégies de prévention et des traitements efficaces.

5. Les facteurs de risques d'infection urinaire

5.1. Modèle des facteurs de risque

La revue de la littérature "Adult neurogenic lower urinary tract dysfunction and intermittent catheterisation in a community setting: risk factors model for urinary tract infections" par Michael Kennelly et al. a permis d'élaborer un modèle récapitulatif des facteurs de risque d'infections urinaire classés en quatre domaines. Cette « roue » compile l'ensemble des facteurs de risques de développer une infection urinaire chez les patients pratiquant le sondage intermittent (et plus spécifiquement l'autosondage intermittent) [33].

L'ensemble de ces facteurs de risque regroupés en un seul modèle est le fruit d'un travail collaboratif entre professionnel de santé experts en neuro-urologie, spécialisés dans le suivi des patients sous SI, mais également d'une revue de la littérature. De nombreux experts en neuro-urologie, urologie et médecine physique et réadaptation ont exprimé le besoin de créer un modèle simple permettant de visualiser rapidement les facteurs de risques les plus communs d'IU dans cette population de patients [33].

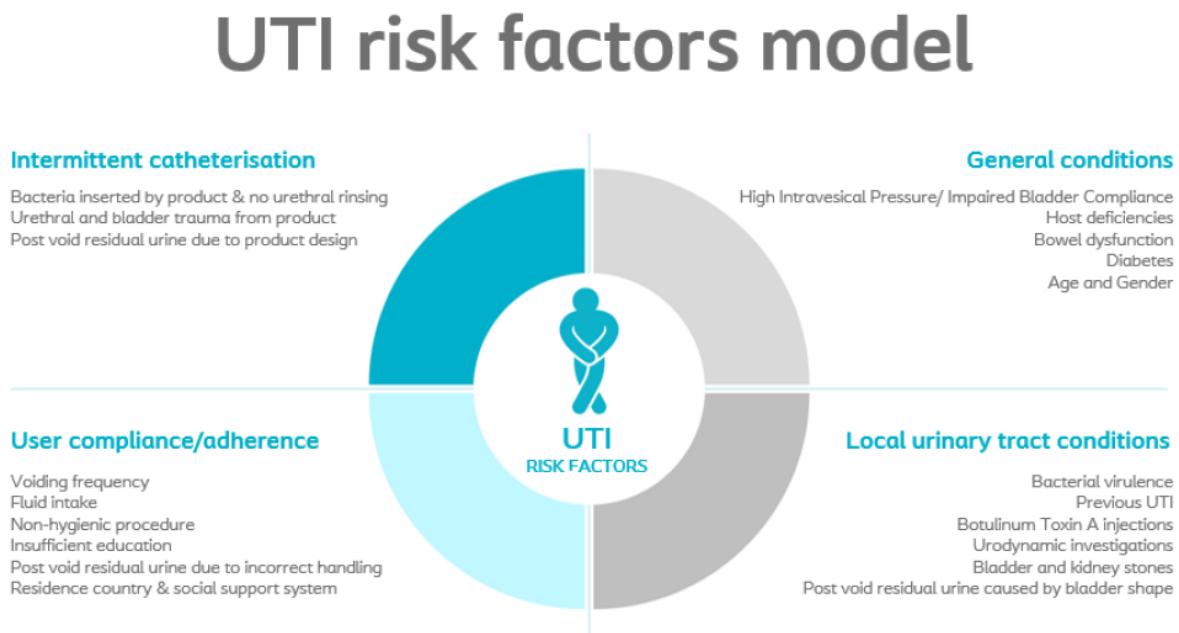


Figure 14 : Modèle des facteurs de risque d'infection urinaire par Kennelly et al. [33]

Cet outil est divisé en 4 domaines différents :

État général: Cette partie englobe les facteurs de risque généraux qui peuvent influencer la probabilité de survenue d'une IU. Il inclut des conditions telles que les hautes pressions intra-

vésicales, l'immunodépression, le diabète, le dysfonctionnement intestinal (troubles colo-rectaux) et d'autres comorbidités qui peuvent compromettre la réponse immunitaire du patient et augmenter le risque infectieux. La gestion de ces conditions est primordiale pour réduire le risque d'IU chez les patients pratiquant le SI [33].

Etat local des voies urinaires : Les conditions spécifiques au système urinaire du patient, telles que les anomalies anatomiques, la présence de résidus urinaires post-mictionnels/post-sondage, les calculs vésico-rénaux et l'état de la muqueuse urétrale, sont des facteurs de risque importants pour les IU. Ces conditions peuvent faciliter la prolifération de bactéries dans les voies urinaires, soulignant l'importance d'une évaluation et d'une gestion personnalisées des conditions urinaires pour prévenir les IU [33].

Adhésion du patient : La partie en bas à gauche du modèle se concentre sur les pratiques quotidiennes et l'adhésion du patient à la technique d'ASI et les règles associées prescrites par son professionnel de santé pour une pratique sans risque. La réalisation d'une technique propre, le lavage des mains, une toilette locale quotidienne, et l'utilisation correcte des sondes sont essentiels pour minimiser le risque d'introduction et de stagnation de bactéries dans la vessie. L'éducation des patients sur les techniques appropriées de sondage et l'importance de l'adhérence aux routines établies sont des stratégies clés pour réduire le risque d'IU. Le comportement du patient est un facteur important de risque d'infections urinaires si par exemple le patient a de mauvaises habitudes en se sondant trop rapidement, pas assez fréquemment, en réduisant la diurèse ou en associant d'autres méthodes de vidange de la vessie au SI [33].

Les règles d'or à respecter pour le sondage intermittent sont les suivantes [2,10] :

- 1 sondage = 1 sonde
- Minimum 6 sondages par jour (toutes les 4h, en fonction de la prescription)
- Boire 1,5L-2L d'eau par jour
- Pas plus de 400 ml d'urine par sondage (ajuster en fonction de la fréquence du sondage si besoin)
- Retirer doucement la sonde pour garantir une vidange complète de la vessie

En respectant ces quelques règles, le patient diminue considérablement le risque d'IU.

Sondage intermittent : Les caractéristiques des sondes, tels que les matériaux, la stérilité, la facilité et méthode d'utilisation (par exemple, la technique « no-touch »), peuvent influencer le risque d'IU. Les sondes hydrophiles, à usage unique, peuvent réduire les IU, probablement en limitant les traumatismes de l'urètre [52, 53]. Lors du choix d'une sonde, de nombreux critères sont à prendre en

compte en fonction des capacités et besoins du patient. Il est aussi important de préciser que certaines, de par leurs caractéristiques techniques, sont supérieures à d'autres sur des critères très précis [33].

Pour rappel, les recommandations des sociétés savantes françaises sont les suivantes :

Recommandations de Bonnes Pratiques de l'AFU, GENULF, SOFMER et SIFUD-PP [2]

- *"Il est fortement recommandé que la vidange vésicale par cathétérisme intermittent soit complète (accord fort d'emblée)"*
- *"La sonde doit permettre une vidange complète de la vessie"*

Recommandations SOFMER (2009) : Guide ETP-ASI [10]

- *« Il est indispensable que les urines puissent être évacuées plusieurs fois par jour et ce sans résidu post mictionnel afin d'éviter des infections urinaires en raison de la stase urinaire (p.15) Le patient doit retirer très légèrement la sonde pour permettre aux dernières gouttes restant dans le bas-fond vésical de s'éliminer (p.27) + Valsalva + pincer la sonde pour empêcher un reflux des dernières gouttes. »*
- *« D'une manière générale, l'apparition d'infections urinaires est statistiquement liée au jeune âge du patient, aux importants volumes évacués par sondage, aux fuites d'urine, à la faible fréquence de cathétérisation et à l'importance du résidu post mictionnel (p.107) »*

En résumé, le modèle de facteurs de risque d'IU offre un cadre complet pour comprendre et gérer les risques d'IU associées au SI. En abordant ces quatre parties, les professionnels de la santé peuvent identifier et modifier les facteurs de risque dans la pratique quotidienne, contribuant ainsi à réduire l'incidence des infections urinaires chez les utilisateurs de sondes pour SI.

C'est évidemment la partie en haut à gauche du modèle qui nous intéresse dans le cadre de notre réflexion sur les facteurs de risque liés à la sonde, notamment :

Résidu post-sondage dû à la conception du produit

La présence de résidu post-sondage peut augmenter le risque d'IU chez les patients. Ce résidu d'urine présent dans la vessie en fin de sondage peut être lié à plusieurs facteurs indépendants du matériel utilisé comme un mauvais positionnement de la sonde, une position non-adéquate au sondage, ou encore une morphologie particulière de la vessie. De plus, ce phénomène de vidange incomplète de la vessie lors du sondage peut être le résultat d'une caractéristique particulière de la sonde.

Traumatismes urétraux et vésicaux dus à la sonde

L'utilisation de cathéters peut causer des traumatismes à l'urètre et à la vessie. Les sondes sèches et réutilisables sont associées à un risque accru de traumatisme uréral et, par conséquent d'IU, en raison des dommages potentiels à l'urothélium uréral lors de l'insertion et du retrait. Les sondes hydrophiles à usage unique, en revanche, semblent réduire ce risque en minimisant les lésions urétrales [54]. Des lésions au niveau de la muqueuse vésicale sont également possibles de par la conception et fabrication des œils de la sonde.

Nous allons passer en revu ces différents facteurs et essayer de comprendre comment ces phénomènes se produisent.

5.2. Diminution du risque de contamination avec embout d'insertion et gaine protectrice

L'embout d'insertion est une caractéristique conçue pour minimiser la contamination bactérienne lors de la manipulation. Il est inséré dans l'urètre avant la sonde elle-même, protégeant la sonde des bactéries présentes autour du méat urinaire et à l'entrée de l'urètre [55].

La gaine déjà décrite plus tôt, représente une avancée dans la conception des sondes. Cette caractéristique est un système fermé qui enveloppe le cathéter, ce qui permet de l'insérer sans que le patient ou le soignant n'ait à toucher directement le corps de la sonde (technique « no-touch »). L'objectif principal est d'éviter le contact et de maintenir la stérilité du cathéter tout au long du processus d'insertion, minimisant ainsi le risque de contamination bactérienne et donc d'infection.

Ces caractéristiques peuvent être bénéfiques chez les patients en ASI pour lesquelles on a un doute sur leur respect de l'hygiène et leur respect de la règle princeps du sondage à savoir une vidange régulière et complète de la vessie (au moins 4 sondages/jour) permettant d'expulser les bactéries avant qu'ils n'envahissent la muqueuse vésicale.

L'étude menée par Hudson en 2005 visait à évaluer l'efficacité de la méthode no-touch pour réduire la contamination bactérienne. La recherche a été menée de manière *in vitro*, au cours de laquelle des sondes urinaires avec gaine ont été testées dans des conditions contrôlées et comparées à des sondes nues (sans gaine). Les sondes ont été préparées et insérées selon une procédure simulant la procédure de sondage réelle, mais avec une différence essentielle : la technique "no-touch" a été employée avec certaines sondes pour éviter tout contact direct de la tubulure pendant la préparation et l'insertion [20].

Les résultats ont révélé une réduction significative du nombre de bactéries pénétrant dans l'urètre avec les sondes « no-touch », avec une moyenne de 5,4 unités formant colonie (UFC), par rapport aux sondes à revêtement hydrophile sans protection, qui présentaient une moyenne de $3,3 \times 10^2$

UFC. Cette diminution substantielle de l'entrée des bactéries dans l'urètre met en évidence l'efficacité de la gaine dans la réduction des bactéries insérées [20].

Dans la catégorie des caractéristiques permettant de diminuer l'insertion de bactéries dans l'urètre, il existe également l'embout d'insertion. La fonction première de l'embout d'insertion est de faire passer la sonde au-delà des quelques centimètres initiaux de l'urètre, une région identifiée comme pouvant abriter des populations bactériennes. L'hypothèse est donc que cette fonction réduirait le risque d'introduction de bactéries dans les voies urinaires lors du sondage. L'étude de Holland a comparé le passage de deux sondes à travers une gélose inoculée avec 10^7 UFC de *P. aeruginosa* reproduisant un méat urinaire contaminé : une sonde avec un embout d'insertion et l'autre sans embout [56]. L'intérêt était de souligner l'efficacité de l'embout à empêcher de pousser plus loin dans l'urètre les bactéries présentes dans le méat urétral [56].

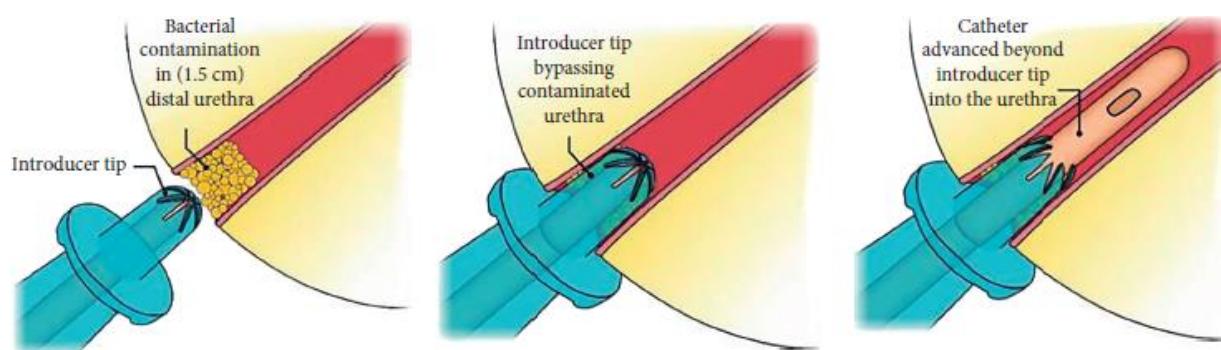


Figure 15 : Exemple d'utilisation de l'embout d'insertion présent sur certains modèles de sondes [57]

Les résultats de l'étude ont révélé que la sonde avec l'embout d'insertion réduisait la contamination bactérienne. Plus précisément, l'embout n'a transféré que 1,8 UFC à la sonde après son insertion dans la plaque de gélose tandis que la sonde sans embout a produit une moyenne de 22 UFC.

Bien que l'embout d'insertion soit conçu pour réduire la contamination bactérienne de l'urètre, des études supplémentaires sont nécessaires pour quantifier précisément cette efficacité dans différents contextes cliniques et surtout en conditions réelles en termes de réduction de l'infection urinaire symptomatique [17]. De plus l'ajout d'un embout d'insertion peut augmenter la complexité du dispositif, ce qui pourrait potentiellement entraîner des erreurs d'utilisation et de manipulation. En effet, une étude de Denys et al. en 2012 a testé une sonde avec embout d'insertion sur 106 patients (dont des blessés médullaires) pratiquants le SI. Près de la moitié (48,5%) des patient(e)s n'ont pas trouvé facile l'insertion de l'embout protecteur dans le méat. Parmi ces patients, 42,9% des patients blessés médullaires n'ont pas trouvé qu'il était simple d'insérer cet embout. Il est important d'améliorer la

prévention des risques infectieux mais pas au détriment de l'adhésion des patients au sondage intermittent et de leur confort.

L'intégration de cette technologie peut également entraîner un coût supplémentaire pour les systèmes de santé, et l'utilisation accrue de matériaux pour fabriquer l'embout d'insertion pourrait avoir un impact environnemental, notamment en termes de déchets médicaux, ce qui pourrait limiter son adoption.

Malgré une réduction du nombre d'UFC avec l'embout d'insertion par rapport à une sonde sans embout, il est important de se poser la question de la pertinence de ce test. Il est logique qu'en traversant une gélose contaminée volontairement, une sonde sans embout de protection puisse transférer une quantité non négligeable d'agent pathogènes par rapport à une sonde protégé d'un embout, mais cela ne semble pas représenter totalement la réalité clinique du sondage [56]. De plus rien ne prouve qu'un méat urinaire puisse être contaminé avec une quantité aussi importante que la gélose utilisé (10^7 UFC).

Pour rappel, les recommandations actuelles préconisent le sondage propre, avec l'utilisation d'une sonde stérile à usage unique, un lavage des mains et une simple toilette quotidienne du méat suffit. La fréquence du sondage (4 à 6 fois/jour) pour une vidange régulière et complète de la vessie prime sur la stérilité [10].

5.3. Quelles sont les sondes ayant une bonne lubrification ?

La lubrification de la sonde est essentielle pour contribuer à la sécurité et au confort du sondage. Il est globalement admis qu'une bonne lubrification diminue le frottement entre la sonde et les parois des voies urinaires (l'urothélium) lors de l'insertion et du retrait. Il permet aussi de réduire le risque de microtraumatismes et d'irritations dans l'urètre principalement mais également au niveau de la muqueuse vésicale. Ces microlésions peuvent servir de porte d'entrée aux bactéries à travers la couche de GAG abîmée, augmentant ainsi le risque d'infections urinaires. En réduisant les lésions, on peut supposer qu'on réduit également ce risque de pénétration de bactéries dans la muqueuse et de développement et propagation d'infections.

Par ailleurs, si le patient réalise des insertions douloureuses, le sondage intermittent risque de provoquer des anxiétés et un inconfort pouvant diminuer l'adhésion du patient à cette pratique. Une bonne lubrification améliore donc considérablement le bien-être du patient durant la procédure en la facilitant. Une force de friction diminuée va contribuer à réduire les forces de frottement générées par l'introduction ou le retrait de la sonde, qui peuvent être à l'origine de microtraumatismes au niveau de la muqueuse, ainsi qu'à éviter les incrustations et l'adhésion bactérienne [15]. Le lubrifiant facilite donc la pratique du sondage sur de nombreux aspects et fait de cette caractéristique des sondes un point

clef dans la prévention des risques d'infections urinaires. Mais quelle lubrification remplit le mieux ce rôle ?

Les sondes hydrophiles sont revêtues d'un polymère captant les molécules d'eau ou de sérum physiologique, formant un gel hydrophile solidaire du corps de la sonde et le recouvrant en totalité. Elles sont à privilégier dans la pratique du sondage urinaire intermittent et cela est largement confirmé par les sociétés savantes nationales et internationales. Ces sondes ont la meilleure lubrification pour permettre un sondage urinaire optimal sans inconfort et sans traumatismes pour l'urothélium.

Dans la publication Gamé et al. (2020) qui regroupe les recommandations de l'AFU, la SIFUD-PP, la GENULF et la SOFMER concernant la pratique du sondage intermittent, il est recommandé dans le choix de matériel d'utiliser les sondes hydrophiles (accord fort) que ce soit chez l'homme ou chez la femme [2]. Même chose dans les ligne directrices de l'European Association of Urology (EAU) qui recommande les sondes hydrophiles (2022), dans le guide des meilleures pratiques de l'Association Canadienne d'Urologie pour l'utilisation des sonde urinaires et enfin dans une publication de 2015 (Averch et al.) par l'American Urological Association Education and Research, Inc qui précise que ces sondes hydrophiles sont préférables pour limiter les traumatismes lors de l'insertion [21,58,59,60].

L'intérêt de cette lubrification est qu'elle est lisse et uniforme sur toute la longueur de la sonde permettant ainsi de garantir une force de friction minimale et une glisse homogène sur l'urothélium pendant toute la durée du sondage. Ces sondes sont prêtes à l'emploi avec un lubrifiant sous forme de gel hydrophile solidaire du corps de la sonde et e recourant en totalité (à la différence des sondes pré-lubrifiées, enduites d'un lubrifiant dans le conditionnement primaire). Les sondes hydrophiles prêtes à l'emploi peuvent être utilisées immédiatement dès l'ouverture du conditionnement simplifiant le geste.

En 2017, C. Rognoni et R. Tarricone ont publié une revue de la littérature sur l'intérêt des sondes hydrophiles [61].

L'objectif principal de leur étude est d'évaluer l'efficacité des sondes urinaires hydrophiles par rapport aux sondes non-hydrophiles. Elles ont aussi évalué le taux de complications (infection urinaire et traumatisme urétral avec hématurie) liées à l'utilisation des sondes hydrophiles par rapport aux autres sondes chez les patients pratiquants le SI. Au total 561 études ont été sélectionnées pour la pertinence de leurs résultats et l'intérêt pour ce sujet. Cette revue a montré que les sondes hydrophiles sont associées à un risque réduit d'infections urinaires de 16% chez les patients sous SI par rapport aux sondes non-hydrophiles [61].

En ce qui concerne le résultat secondaire sur l'hématurie, la méta-analyses n'a pas permis de valider la réduction du risque associée aux sondes hydrophiles car il n'y avait statistiquement pas de différence significative [61].

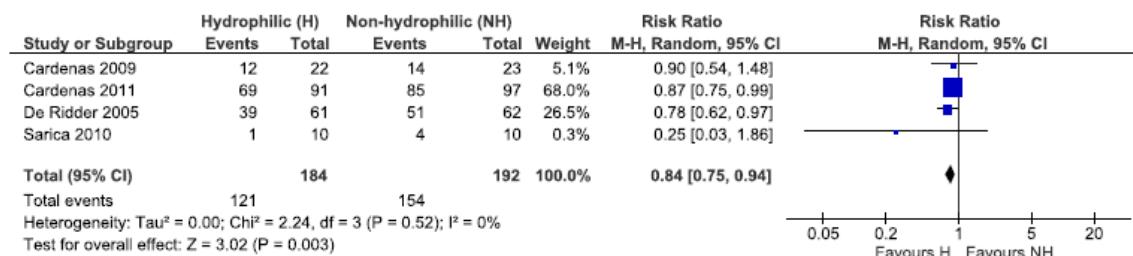


Figure 16 : Méta-analyse comparant sondes hydrophiles vs non-hydrophiles évaluant l'incidence des IU [61].

La méta-analyse de Li en 2013 a également révélé une réduction significative de l'incidence des IU chez les patients utilisant des sondes hydrophiles. Plus précisément, l'analyse groupée de cinq études portant sur 462 patients a mis en évidence une incidence nettement plus faible des infections urinaires signalées dans le groupe traité avec les sondes hydrophiles par rapport au groupe traité avec les sondes non-hydrophiles. L'odds ratio (OR) calculé pour l'incidence des infections urinaires était de 0,36, indiquant une réduction de 64 % de la probabilité de développer une IU avec les sondes hydrophiles ($p<0,0001$), ce qui signifie une différence hautement significative [54].

En ce qui concerne l'hématurie, l'analyse de Li sur 303 patients identifiés avec une hématurie a montré que les patients utilisant les sondes hydrophiles avaient une incidence plus faible d'hématurie ($p=0,001$) avec une réduction de 47 % du risque d'hématurie [54].

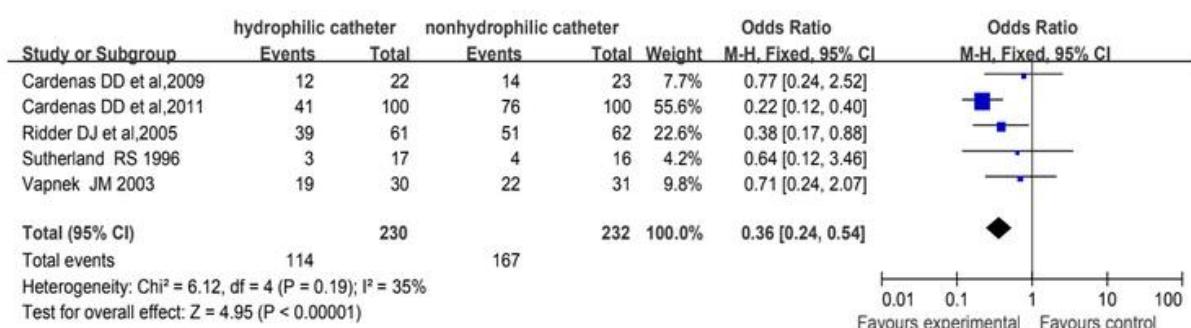


Figure 17 : Méta-analyse comparant sondes hydrophiles vs non-hydrophiles évaluant l'incidence des IU [54].

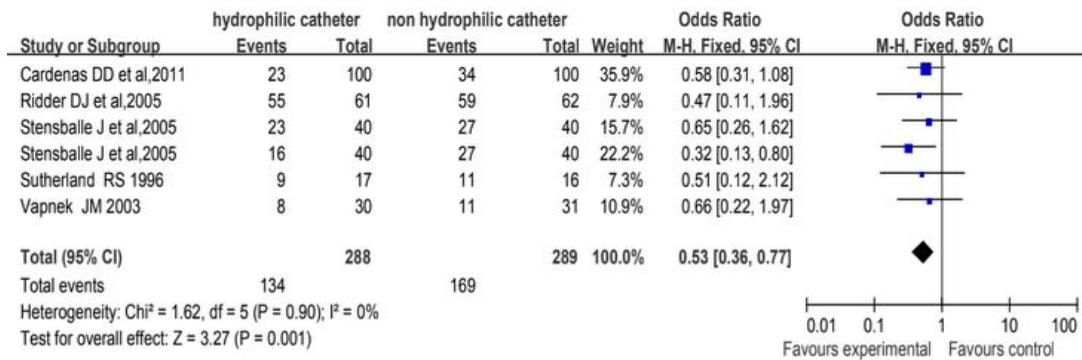


Figure 18 : Méta-analyse comparant sondes hydrophiles vs non-hydrophiles évaluant l'hématurie [54].

En conclusion nous constatons avec ces études qu'une « bonne » lubrification comme c'est le cas pour les sondes hydrophiles utilisées dans ces études diminue nettement le risque d'avoir une infection urinaire et la probabilité d'hématurie. Elles fournissent des données objectives concernant l'utilisation des sondes hydrophiles dans la pratique clinique pour réduire les infections urinaires ; de plus, l'opinion du patient est importante dans le choix du type de dispositif et doit également être pris en compte ; il doit trouver la sonde douce à insérer et retirer correspondant à ses besoins, pratique et facile à utiliser.

A noter que cette méta-analyse construite sur des preuves cliniques solides n'a pas retenu les études pouvant avoir des biais potentiels comme par exemple les études publiées qui n'avaient pas la même définition de l'IU que celle communément admise dans les Guidelines (être certains qu'il s'agit d'infections urinaires symptomatiques, non pas une simple bactériurie asymptomatique). Néanmoins, l'hématurie sur bandelette observée a-t-elle un lien avec un saignement provenant de l'urètre ou de la vessie ? Ceci est un critère à prendre en compte dans l'analyse de ce résultat.

Il est envisageable que la probabilité réduite d'IU avec les sondes hydrophiles [61] soit liée à la diminution des microtraumatismes de l'urothélium urétral et/ou vésical mais il nous faut des preuves supplémentaires pour le justifier. La seule conclusion ici est qu'utiliser une sonde qui n'a pas une lubrification dite hydrophile ou auto-lubrifiée est un risque supplémentaire d'avoir une IU pour le patient qui pratique le sondage intermittent au quotidien.

Il existe un autre biais intéressant dans cette étude car leur analyse des résultats suggère qu'il peut y avoir des différences liées aux types de revêtement hydrophiles. Il convient de noter que les sondes hydrophiles en test étaient principalement de deux marques (Coloplast et WellSpect). Or il est probable que la qualité de la lubrification diffère au sein même des différentes marques de sondes hydrophiles, et que les résultats observés avec ces deux marques ne sont pas forcément transposables à toutes les sondes hydrophiles. Il est donc légitime de se poser la question : les sondes hydrophiles se valent-elles toutes pour la qualité de la lubrification ?

5.4. Lubrification de la sonde & microtraumatismes de l'urètre

L'utilisation des sondes hydrophiles est consensuelle de nos jours pour des raisons qui ont été démontrées, notamment la prévention des sténoses urétrales et la réduction des IU [17,52]. En revanche, la lubrification de la sonde hydrophile diffère-t-elle selon la marque de sonde qui est prescrite par le professionnel de santé ou choisie par le patient ? Faut-il donner n'importe quelle sonde à son patient car après tout « une sonde hydrophile est une sonde hydrophile » ? La publication de Owen Humphrey et al. de 2020 va nous permettre d'explorer cette question [62].

Les investigateurs de cette étude ont choisi de tester 4 sondes hydrophiles de marques différentes (avec une sonde non-hydrophile comme contrôle) et de les comparer sur 4 critères définis : Etude du revêtement de la sonde, étude du coefficient de friction, étude des lésions épithéliales provoquées par la sonde et étude concernant les œils de la sonde. Le modèle employé pour tester ces 4 critères est un modèle in-vitro car la réalisation d'une telle étude sur l'homme est impossible [62].

L'étude du revêtement a été faite en étudiant le comportement des gouttelettes d'eau à la surface de la sonde. C'est en réalité la mesure de l'angle de contact de la gouttelette d'eau sur la surface de la sonde qui a été faite via la méthode de la goutte « sessile ». Avant ce test, les sondes hydrophiles ont été séchées à température ambiante pendant une nuit complète afin d'éviter l'absorption de l'eau par le revêtement de la sonde. Une fois sèche, une goutte d'eau désionisée de 5 µl est déposée sur la surface de la sonde, puis s'ensuit une photographie de cette goutte au bout de 5 secondes. 10 mesures ont été faites tout le long de la tubulure de la sonde afin de limiter au maximum les biais et cela sur 3 échantillons de sondes, ce qui fait au total 30 mesures par type de sonde. Chaque photographie de la gouttelette a ensuite été analysée en calculant l'angle formé par le bord de la goutte par rapport à la surface horizontale du cathéter [62].

Les résultats sont visibles ci-dessous :

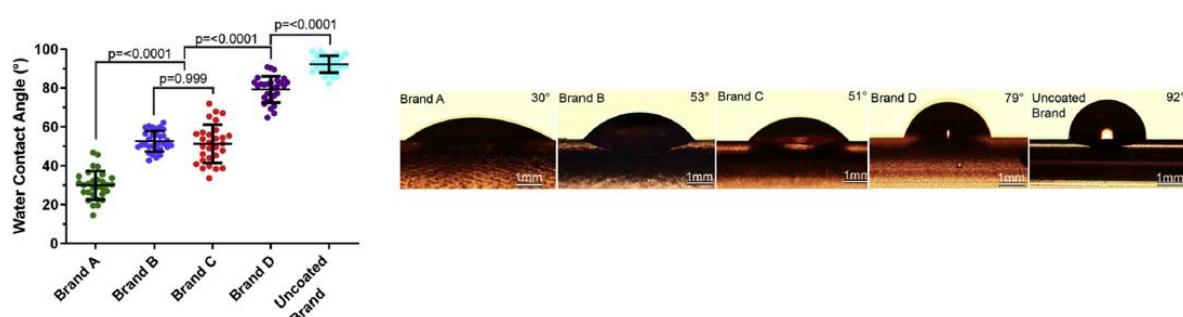


Figure 19 : a) Graphique montrant l'angle de contact à la surface des différentes sondes.

b) Photographie des gouttes d'eau sur la surface des sondes [62].

On observe donc ici un comportement différent des gouttes d'eau désionisées sur la surface des sondes. Les sondes les plus hydrophiles doivent avoir une zone de contact le plus grand possible avec la goutte, et la photographie doit montrer une goutte la plus étendue possible sur une surface hydrophile. La sonde contrôle sans revêtement (*Uncoated Brand*) démontre bien que la goutte garde sa forme ronde au contact d'une sonde non-hydrophile, et limite son contact avec la surface en gardant un angle de contact (« Water contact angle ») le plus élevé possible. Plus l'angle est aigu et proche de 0°, plus il y a de contact entre la goutte d'eau et le revêtement de la sonde. Il est clair ici que selon la marque de la sonde, la goutte d'eau ne se répand pas de la même manière au contact avec le revêtement lubrifiant : la sonde A semble avoir un lubrifiant hydrophile de meilleure qualité que les sondes B, C et D car son angle de contact est plus faible.

Ce test démontre donc que pour ces 4 sondes, toutes déterminées comme hydrophiles, le revêtement n'est pas le même et sa qualité diffère [62].

Le test suivant qui a été réalisé concerne la mesure du coefficient de friction (CoF). C'est une méthode standard pour évaluer la lubrification des sondes urinaires, bien que cette méthode ne soit pas entièrement pertinente sur le plan physiologique. La friction est un facteur important car elle peut influencer le confort du sondage et le risque de microtraumatismes de l'urothélium lors de l'utilisation. Une approche novatrice pour tester le CoF a été développée, utilisant une machine de test spécifique pour évaluer l'effet de la tubulure sur la friction totale et les lésions causées par les sondes sur 2 modèles *in vitro* : Une surface en caoutchouc sous forme de tampons siliconés et une surface composée d'une feuille de polydiméthylsiloxane ensemencée avec des cellules épithéliales urétrales humaines. Cette dernière permet d'examiner les effets biologiques du passage mécanique de la sonde sur un modèle d'épithélium urétral. La méthode a été adaptée de la norme ISO 8295:1995 avec l'application d'une force standardisée sur l'épithélium, comparant différents types de cathétér hydrophiles et un cathéter de contrôle sans lubrification.

Les résultats ont montré que le CoF de la sonde D était environ 18 fois supérieur à celui de la sonde A lorsqu'il était testé sur la surface *in-vitro* ensemencée de cellules, et environ 67 fois supérieur lorsqu'il était testé sur la surface en caoutchouc, révélant un effet saccadé ou « stick-slip » avec la sonde D [62].

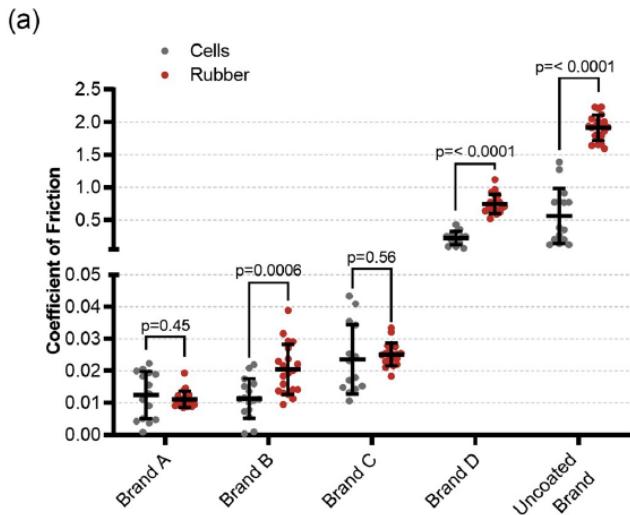


Figure 20 : Comparaison du CoF de différentes marques sondes mesuré sur un modèle urétral in-vitro [62].

Ces découvertes soulignent l'importance de développer des méthodes de test plus réalistes et physiologiquement pertinents pour évaluer la lubrification des cathéters urinaires intermittents, afin de mieux mesurer les risques de microtraumatismes et d'améliorer le confort des patients. Nous comprenons ici que l'utilisation répétée des sondes peut entraîner des irritations de l'urètre et des saignements, soulignant l'importance d'avoir une sonde correctement lubrifiée pour minimiser les lésions de la couche de GAG et le risque d'IU.

Une évaluation supplémentaire a été faite grâce au modèle ensemencé de cellules épithéliales humaines afin de quantifier les dommages à l'épithélium. Une coloration à l'hématoxyline et à l'éosine a été réalisée sur les cellules puis les feuilles ont été fixées au formaldéhyde pour être ensuite analysés sous un microscope. Après le passage de la sonde, la surface totale des cellules restantes sur la section d'épithélium a été quantifiée. Cette méthode a permis une évaluation des dégâts causés par le sondage, offrant des informations précieuses sur l'interaction mécanique entre la sonde et l'épithélium urétral [62].

Nous observons ci-dessous que les sondes A, B et C ont induit des dommages légers à l'épithélium (par rapport à l'épithélium de référence) sans toutefois surpasser la force d'adhésion des cellules à la feuille ensemencée. Ces dégâts se manifestaient par un léger « arrondissement » des cellules, entraînant une diminution de leur surface totale mesurée. En revanche, la sonde D et la sonde sans revêtement ont presque entièrement décollé les cellules, indiquant un niveau de lésion significativement plus élevé [62].

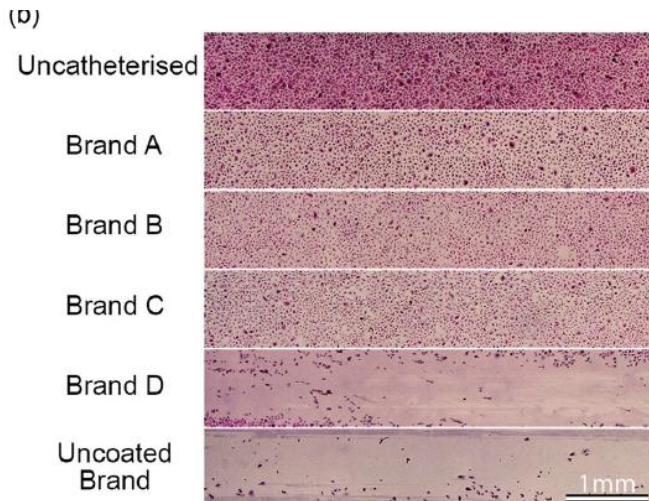


Figure 21 : Photographie au microscope des dommages causés au modèle d'épithélium in vitro post-sondage [62].

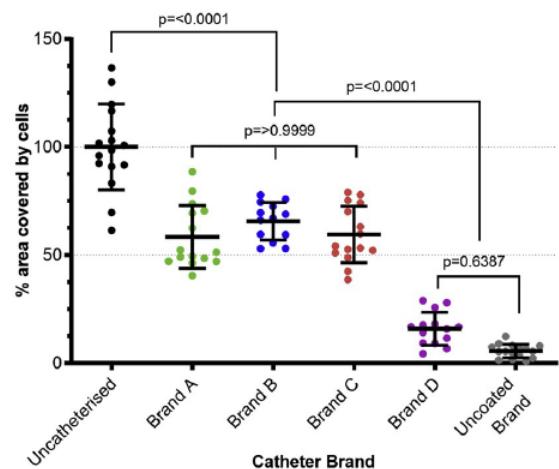


Figure 22 : Graphique montrant le pourcentage de surface du modèle d'épithélium in-vitro recouvert de cellules après passage de la sonde [62].

On peut noter que, malgré une différence significative dans le CoF entre les cathéters A, B et C par rapport au cathéter D, cette différence n'a pas entraîné de dommages plus importants à l'épithélium. Cette observation suggère que les causes des microtraumatismes urétraux sont plus complexes et ne peuvent pas simplement être attribuées à la lubrification même si elle est primordiale [62].

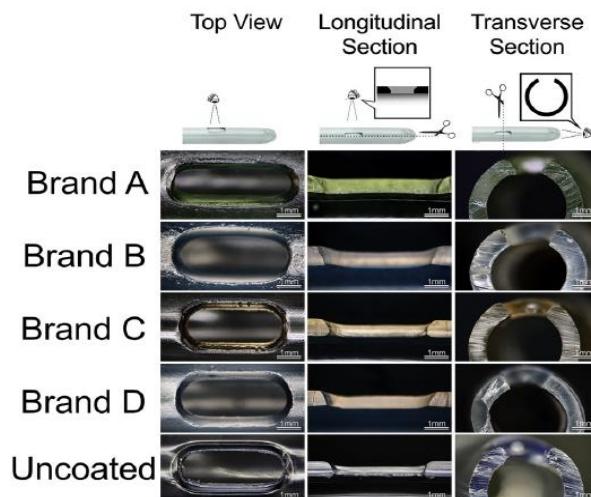


Figure 23 : Coupe et zoom sur les œils de différentes marques de sondes [62].

Dans le cadre de l'exploration des facteurs influençant la survenue de traumatismes épithéliaux lors du SI, la contribution des œils a fait l'objet d'un intérêt tout particulier des chercheurs.

L'hypothèse initiale était que les sondes avec des œils dont les rebords sont aplatis/polis infligeraient moins de dégâts à l'épithélium que celles avec des œils ayant leurs bords plus aigus (Figure 23).

Malgré l'anticipation d'une distinction claire des effets de la forme et la conception des œils sur les microlésions, l'étude a révélé que ni la position, ni la conception des œils n'avaient d'effet significatif sur les mesures du CoF ou sur le degré de lésion épithéliale sur le modèle in-vitro. Ce résultat a été obtenu grâce à une série de tests au cours desquels le modèle in-vitro a été sondé avec les œils soit en contact direct avec l'épithélium, soit tournés de 90 degrés de façon qu'ils ne soient pas en contact avec l'épithélium ensemencé [62].

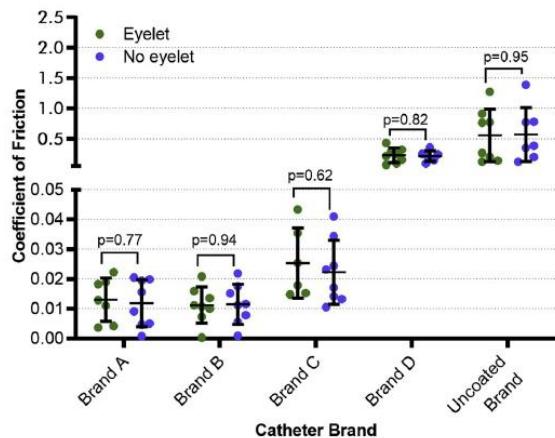


Figure 24 : Valeur de CoF après le passage des sondes sur l'épithélium avec ou sans contact des œils [62].

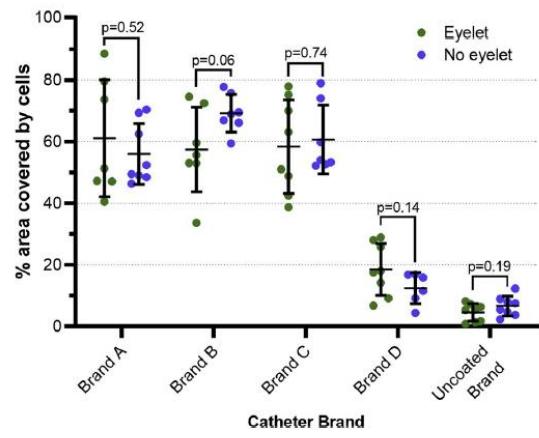


Figure 25 : Pourcentage de cellules sur le modèle in-vitro après le passage des sondes sur l'épithélium avec ou sans contact des œils [62].

Ce constat suggère que des facteurs autres que la conception en elle-même de l'œil de la sonde peuvent jouer un rôle plus important dans la présence de lésions épithéliales induites par la sonde. Les résultats de ce test viennent corroborer l'idée selon laquelle le passage des œils sur la muqueuse urinaire a un impact significatif sur les traumatismes de l'urothélium pendant le sondage. Ils mettent en évidence la complexité des facteurs influençant le traumatisme induit par la sonde et la nécessité de poursuivre les recherches pour comprendre les nuances du design des sondes et ses implications cliniques [62].

Les différents tests de cette étude soulignent l'importance d'une bonne lubrification pour éviter le traumatisme urétral lors du SI. Comme il a été dit, les traumatismes de l'épithélium vont venir créer une véritable porte d'entrée aux agents pathogènes augmentant le risque d'infection urinaire. Les résultats obtenus grâce à l'utilisation d'un modèle urétral biomimétique ensemencé de cellules épithéliales humaines ont démontré que, contrairement aux attentes initiales, ni la présence ni la conception des œils n'ont eu d'effet significatif sur le CoF ou sur le degré de lésion épithéliale dans l'urètre [62].

Il est essentiel de reconnaître qu'une lubrification efficace joue un rôle prépondérant dans la minimisation du traumatisme urétral et donc indirectement des IU. Pour rappel, certains revêtements hydrophiles ont notamment démontré une réduction significative de l'incidence des infections urinaires et de l'hématurie, soulignant l'importance de la technologie de lubrification dans l'amélioration de la sécurité et du confort du sondage [54]. Cependant, il est nécessaire de comprendre que ces conclusions ne sont pas applicables sur l'ensemble des sondes hydrophiles mises sur le marché mondial mais uniquement sur celles qui ont démontré leur intérêt par des études cliniques contrôlées, randomisées (principalement les sondes Coloplast et WellSpect).

En conclusion, cette recherche met en lumière la nécessité d'une lubrification adéquate pour prévenir le traumatisme urétral et améliorer l'expérience du patient. Elle souligne également l'importance de poursuivre les recherches pour optimiser la conception des cathéters et développer des technologies de lubrification avancées qui peuvent réduire encore davantage le risque de traumatisme et d'infections associées. La mise en œuvre de ces connaissances dans la pratique clinique pourrait conduire au développement de cathéters plus sûrs et plus confortables pour les patients nécessitant une gestion à long terme de leur vessie avec le SI [62].

Maintenant que nous savons que les sondes, avec une lubrification inadaptée, peuvent être responsables de lésions au niveau de l'épithélium, la question à se poser est de connaître l'impact des œils dans la vessie, ou plus précisément au niveau de l'épithélium vésical. Les œils peuvent-ils provoquer des lésions de l'épithélium et par conséquent être un facteur de risque d'infection urinaire ? Que se passe-t-il lors du sondage au niveau des œils de la sonde ?

5.5. Embout et risque d'infection urinaire : Quel embout pour éviter les lésions de l'urothélium ?

Les embouts jouent un rôle important aussi dans le processus de SI, car ils ont un impact significatif sur la facilité d'insertion et le confort du patient. Diverses conceptions d'embouts de cathéters ont été développées pour répondre aux besoins spécifiques des patients et aux considérations anatomiques. Explorons maintenant quels sont les embouts les plus avantageux en s'appuyant sur les directives de European Association of Urology Nurses (l'EAUN) [17].

L'embout Nelaton, caractérisé par sa forme droite, est largement recommandé pour sa simplicité et son efficacité dans les procédures de sondage de routine. Il est particulièrement adapté aux patients ne présentant pas d'obstructions urétales significatives ou de sténose de l'urètre. La conception droite du Nelaton minimise le traumatisme urétral, ce qui en fait une option sûre pour une utilisation

régulière. Sa polyvalence en fait un choix de prédilection pour les utilisateurs novices et expérimentés, car il facilite l'insertion et réduit l'inconfort [17].

Pour les patients présentant des problèmes anatomiques tels qu'une hypertrophie de la prostate ou un rétrécissement de l'urètre, l'embout de Tiemann ou Coudé, avec son extrémité courbée (sonde bêquillée), offre un avantage : L'embout angulaire forcerait la navigation dans l'urètre si obstacle ou anatomie difficile. Cette conception est particulièrement avantageuse pour les hommes avec une grosse prostate qui peuvent trouver les sondes droites difficiles à insérer. La conception de l'embout Coudé vise à faciliter un processus d'insertion plus efficace, mais avec le risque de léser l'urètre d'où son utilisation en seconde intention, lorsque les sondes droites Nelaton s'avèrent difficiles à insérer [10,17].

Les sondes droites dont l'extrémité est arrondie ou olivaire et flexible (aussi appelée Ergothon/FlexTip ou Olivaire/Sphérique) sont conçues pour faciliter l'insertion de la sonde tout en préservant le confort du patient. L'avantage majeur de cette extrémité olivaire et flexible est de réduire le risque de traumatisme lors de l'insertion et du retrait. Ce type de sonde est idéal pour les patients qui rencontrent une difficulté à insérer la sonde ou qui ont éprouvé une gêne avec d'autres types de sondes ou ayant un urètre sensible. La flexibilité de l'extrémité lui permet d'épouser les contours naturels de l'urètre, offrant ainsi une expérience de sondage urinaire plus douce même pour les anatomies plus complexes. De plus cet embout olivaire et flexible permet de réduire le risque de lésion de la vessie en cas de contact avec la paroi de la vessie [17].

En conclusion, le choix de l'embout du cathéter est un élément important d'un sondage urinaire efficace et sûre. Chaque conception d'embout offre des avantages uniques adaptés aux besoins et aux conditions spécifiques du patient, visant à faciliter l'insertion sans nuire au confort du patient en réduisant les traumatismes vésicaux et urétraux. Les professionnels de la santé doivent tenir compte de ces facteurs lorsqu'ils recommandent des types de sondes afin de garantir des soins et des résultats optimaux pour les patients. L'intégration de ces conseils sur les sondes dans la pratique clinique, étayée par des recommandations internationales et des lignes directrices récentes, souligne leur importance dans l'amélioration de l'expérience des patients en matière de SI [17].

5.6. Œils de la sonde et aspiration de la muqueuse vésicale

L'étude Tentor et al. (2022) utilisant un modèle ex-vivo & in-vivo du bas appareil urinaire porcin pour évaluer la performance des sondes urinaires, des résultats intéressants ont été observés. Ce modèle animal innovant visait à refléter la procédure de sondage urinaire chez l'homme avec plus de précision que les modèles déjà existants, en fournissant des informations précieuses en ce qui concerne la physiologie de la vidange de la vessie avec une sonde.

. L'objectif de l'étude était donc centré sur une évaluation plus précise et plus complète de multiples facteurs de risques d'IU liées à la sonde que ce qui était possible jusqu'à présent avec les modèles de laboratoire existants. La vessie porcine était placée dans un réservoir fermé et pressurisé simulant la pression abdominale humaine en position debout et assise. La vessie était remplie de sérum physiologique par les uretères, tandis que le drainage s'effectuait par l'urètre avec les 3 différentes sondes hydrophiles à 2-œils en tests [63].

Cette étude a mis en lumière plusieurs aspects clés de la performance des sondes à 2 œils, notamment en ce qui concerne le phénomène d'aspiration de la muqueuse de la vessie, également connu sous le nom de succion mucosale.

L'aspiration de la muqueuse est un événement qui se traduit par un arrêt soudain du flux urinaire, de la vessie vers la lumière de la sonde. Cet arrêt du flux entraîne une augmentation de la pression négative dans le cathéter, aspirant ainsi de manière abrupte et brutale le tissu de la muqueuse dans la lumière de la sonde au niveau des œils tout en provoquant aussi une augmentation du flux sanguin dans le tissu aspiré. Il est possible également que ce phénomène d'aspiration se produise lors du sondage sans pour autant provoquer un arrêt complet du flux d'urine, par exemple avec l'obstruction seulement d'une partie des œils. Ce phénomène soulève des préoccupations quant aux potentiels microtraumatismes de la muqueuse vésicale causés par les œils. Cette notion est importante pour la compréhension des risques associés à l'utilisation des sondes urinaires à 2 œils et souligne la nécessité de concevoir de nouvelles sondes qui minimisent ce phénomène, identifié comme un des facteurs de risques d'infections urinaires [14,33,64]. La possibilité d'induire des microtraumatismes à la paroi vésicale lors de l'aspiration de la muqueuse et du repositionnement du cathéter est d'une haute pertinence clinique et devrait faire l'objet d'une enquête plus approfondie [63].

Dans cette étude, l'aspiration de la muqueuse a été mesurée grâce à des capteurs de pression à l'intérieur de la sonde. Cette approche a permis de quantifier graphiquement le phénomène d'aspiration de la muqueuse et lorsque ce phénomène s'accompagne d'obstruction des œils il peut être également perçu par l'opérateur réalisant le sondage dans le modèle de vessie porcine ex-vivo

(Figure 24). Il est important de noter que l'aspiration de la muqueuse a été observée de manière similaire dans le modèle de vessie porcine ex-vivo et dans des porcs vivants (in-vivo), suggérant que ce modèle ex-vivo est pertinent en tant que modèle de laboratoire pour évaluer la performance des cathéters [63].

Les résultats de l'étude ex-vivo ont montré que l'intensité de l'aspiration mucosale quantifiée par des pics de pression négatives, variait non seulement entre les différents modèles de cathéters mais aussi au sein d'un même modèle de cathéter, soulignant la variabilité du phénomène et renforçant les préoccupations concernant les microtraumatismes induits par l'aspiration mucosale. Chacun des pics de pressions négatives observé correspond à un évènement d'aspiration de muqueuse vésicale dans les œils de la sonde, obstruant les œils et conduisant à un arrêt du débit [63]. Les résultats de l'étude ex-vivo ont montré que l'intensité de l'aspiration mucosale quantifiée par des pics de pression négatives, variait non seulement entre les différents modèles de cathéters mais aussi au sein d'un même modèle de cathéter, soulignant la variabilité du phénomène et renforçant les préoccupations concernant les microtraumatismes induits par l'aspiration mucosale [63].

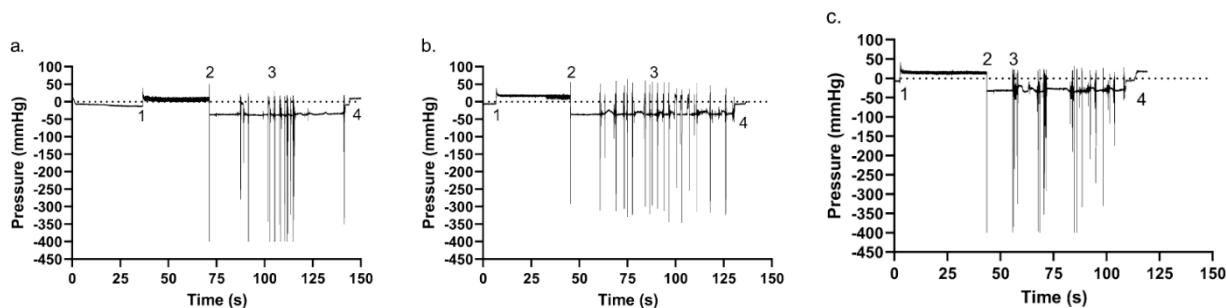


Figure 26 : Mesure des capteurs de pression intra-cathéter pour les sondes de marque a, b et c [63].

Un endoscope flexible a servi à visualiser le comportement de la muqueuse vésicale en temps réel, à la fois de l'extérieur et de l'intérieur des sondes, pendant le sondage dans le modèle in-vivo (porcs vivants anesthésiés) et ex-vivo [63].

Une micro-caméra placée dans la vessie, à l'extérieur de la sonde (a1, a2, a3 - Figure 27, 28), a permis de filmer la phase de vidange et l'on observe la muqueuse vésicale se replier autour de la sonde, au fur et à mesure que la vessie se vide, offrant une perspective unique sur la façon dont la muqueuse interagit avec la sonde pendant l'écoulement de l'urine. Ce point de vue externe a révélé la tendance de la muqueuse vésicale à s'accorder autour de la sonde, ce qui peut entraîner des phénomènes d'aspiration de la muqueuse dans la lumière de la sonde à travers les œils qui vont s'obstruer, provoquant un arrêt de débit - interprété à tort que la vessie est complètement vide conduisant le patient à retirer précocement la sonde- et des microtraumatismes de la couche

superficielle de l'urothélium (GAG layer) qui est un bouclier naturel de défense de l'organisme contre les toxiques et germes présents dans les voies urinaires.

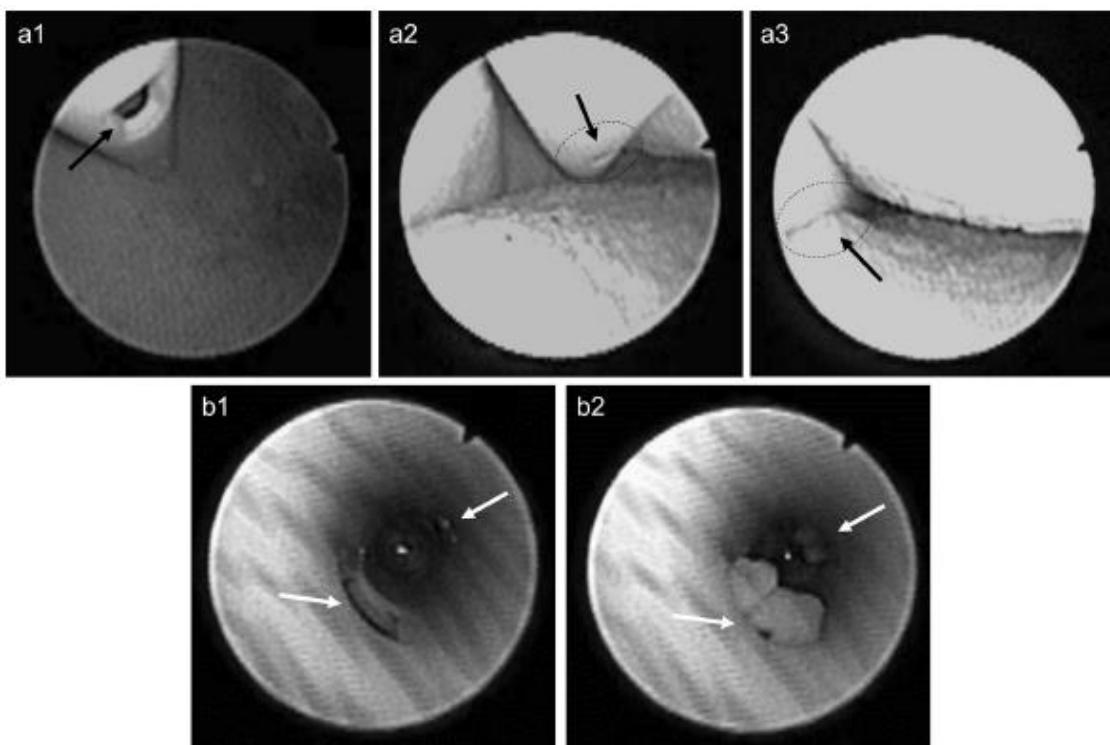


Figure 27 : Image endoscopique de l'intérieur et extérieur d'une sonde à 2 œils lors d'un sondage dans le modèle de vessie porcine ex-vivo [63].

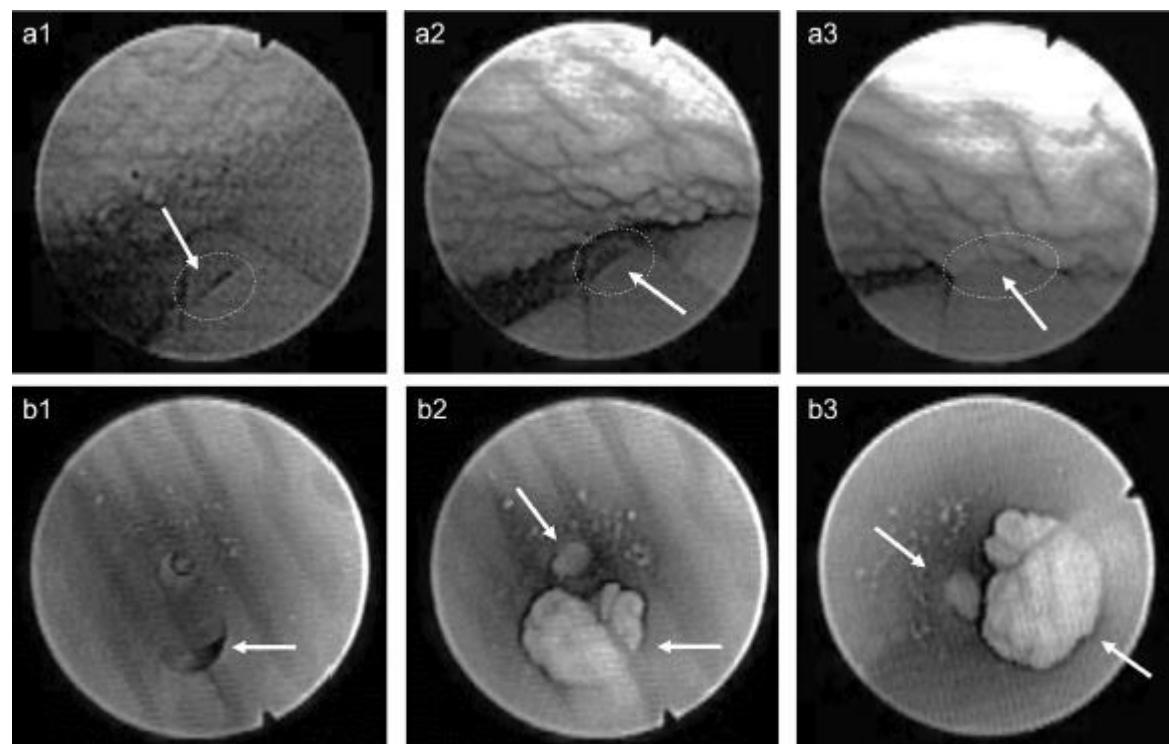


Figure 28 : Image endoscopique de l'intérieur et extérieur d'une sonde à 2 œils lors d'un sondage dans le modèle de vessie porcine ex-vivo [63].

L'insertion d'une micro-caméra dans la lumière du cathéter a permis de visualiser l'aspiration de la muqueuse au niveau des œils (b1, b2, b3 - Figure 27, 28). Cette expérience a fourni une preuve directe de l'aspiration du tissu dans la sonde, soulignant la rapidité du phénomène et sa capacité à provoquer de potentiels microtraumatismes pendant le sondage. Les résultats endoscopiques in-vivo sur des porcs vivants montrent des images similaires en couleur d'aspiration de la muqueuse dans les œils de la sonde (Figure 29) [63].

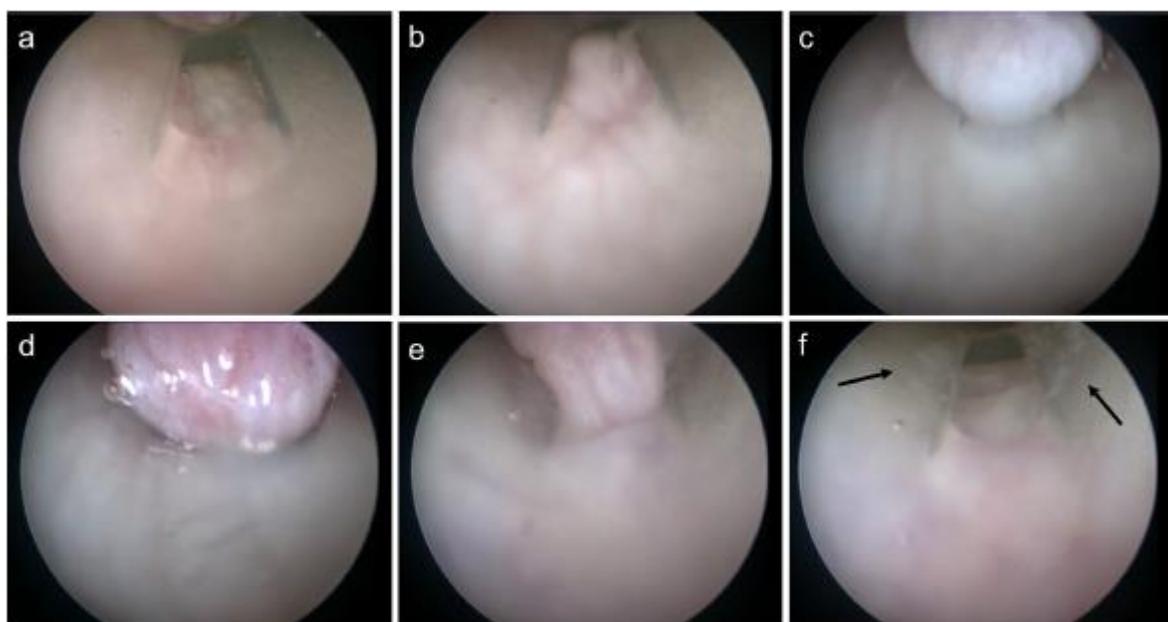


Figure 29 : Image endoscopique de l'intérieur et extérieur d'une sonde à 2 œils lors d'un sondage in-vivo [63].

Ces images ont permis de confirmer la perception de la succion de la muqueuse rapportée par les opérateurs, soulignant l'occurrence du phénomène non seulement pendant l'arrêt inopiné du débit urinaire, mais aussi pendant le repositionnement du cathéter [63].

De plus, l'utilisation dans cette étude d'un modèle ex-vivo du tractus urinaire inférieur porcin représente une avancée significative dans l'évaluation de la performance des sondes urinaires. En fournissant une simulation plus précise du processus de sondage urinaire humain, ce modèle offre des informations précieuses sur le processus de vidange de la vessie, les facteurs influençant la probabilité de résidu d'urine post-sondage et, par extension, le risque d'infection urinaire. Les résultats de cette étude serviront de base à la recherche future et à l'innovation dans la conception des sondes, dans le but d'améliorer la sécurité et l'efficacité des sondes urinaires pour les utilisateurs.

L'étude Schroder et al. de 2024 a utilisé ce même modèle ex-vivo de vessie porcine pour évaluer l'efficacité d'un nouveau prototype de sonde pour homme (la technologie nommée « Micro-Hole Zone Technology » ou MHZT), développé par Coloplast pour la réduction de l'aspiration de la muqueuse et des conséquences associées (résidu d'urine au premier arrêt de débit, repositionnement de la sonde pendant la vidange, microlésions de l'urothélium vésical). Cette technologie (MHZT) a pour particularité de posséder des micro-perforations de petite taille (0,4 mm de diamètre) et en grand nombre (au moins 80 pour une sonde homme CH12) sur une zone de plusieurs centimètres. En général, les dimensions des 2 œils ovales sur les sondes standards sont d'environ 4 mm de large et de 1,5 mm de long. Il y a donc une grande différence dans la surface totale de drainage qui est d'environ 5mm² pour les sondes homme standards et 18mm² pour les sondes avec « Micro-Hole Zone Technology » [65].

Quatre prototypes des sondes MHZT avec des diamètres d'œils variant de 0.4 mm à 0.7 mm ont d'abord été testés afin de déterminer lequel offrait les meilleures performances par rapport aux sondes standards à 2 œils en termes de réduction de l'aspiration de la muqueuse, d'arrêt inopiné de débit et de résidu d'urine à l'arrêt du débit. Chaque sonde a été testée sur 3 vessies porcines différentes pour un total de 15 sondages [65].

Concernant l'aspiration de la muqueuse, des événements de succion de la muqueuse ont été observés avec toutes les tailles de sondes MHZT, excepté celle de 0.4 mm. Les sondes standards à 2-œils (groupe contrôle) ont montré un grand nombre de succion (12 sur les 15 sondages effectués dans le modèle de vessie porcine), soulignant une différence significative d'aspiration de la muqueuse lors de la vidange de la vessie avec les sondes MHZT et les sondes à 2 œils [65].

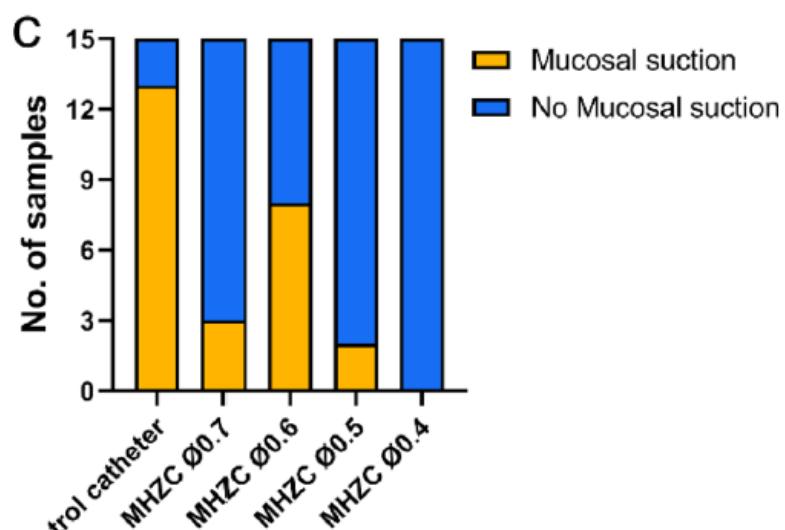


Figure 30 : Nombre d'aspiration de la muqueuse observées dans le modèle de vessie ex-vivo entre les sondes standards et les sondes MHZT [65].

Cette différence de conception entre les 2 types de sondes est essentielle pour comprendre l'amélioration de l'efficacité de la vidange vésicale avec le nouveau concept. Des œils plus petits et en plus grand nombre ont été identifiés comme permettant d'éliminer l'aspiration de la muqueuse, indépendamment de la profondeur d'insertion de la sonde dans la vessie ou de la pression intra-abdominale (sujet en position assise ou debout), ce qui suggère une réduction significative du risque de microtraumatismes et, par conséquent, du risque d'infection urinaire. Les expériences ont montré de même qu'un grand nombre de plus petits œils permettait d'éviter les arrêts de flux d'urine dus à l'obstruction par la muqueuse et réduit ainsi le besoin de repositionner la sonde sinon vidange incomplète de la vessie [65].

Nous comprenons maintenant pourquoi il est important d'effectuer le repositionnement de la sonde (comme spécifié dans les recommandations scientifiques en cas d'arrêt du flux urinaire [10,17]. Cet arrêt de l'écoulement de l'urine est causé par une aspiration de la muqueuse de la vessie dans les œils de la sonde provoquant un arrêt de débit. Le repositionnement de la sonde est un processus nécessaire pour détacher la muqueuse de la sonde et libérer les œils et ainsi permettre une reprise du flux urinaire. Le repositionnement de la sonde est un élément essentiel de l'éducation à l'ASI, jouant un rôle significatif pour assurer la vidange complète de la vessie. En comprenant et en appliquant un repositionnement efficace de la sonde lors de l'arrêt du débit d'urine, le patient permet une vidange optimale de sa vessie au prix d'inconfort lors de la vidange (pincement, douleur quand on détache la muqueuse).

Cependant une question reste en suspens : Que se passe-t-il au niveau de la muqueuse vésicale et de l'urothélium lors de l'aspiration dans les œils de la sonde ? En effet le repositionnement est une nécessité, mais est-il sain de repositionner la sonde lorsque la muqueuse vésicale est aspirée au niveau des œils ?

5.7. L'urothélium vésical après aspiration mucosale et repositionnement de la sonde

L'étude menée par Staerk en 2023 visait à relever un défi important en urologie : Evaluer la préservation d'un urothélium sain chez les patients sous sondage intermittent (SI) et les risques associés au traumatisme vésical induit par l'aspiration de la muqueuse dans les œils de la sonde. L'objectif de l'étude était de caractériser le niveau de traumatisme de la muqueuse vésicale associé

au SI avec une sonde à 2 œils (S2O) et la sonde MHZT micro-perforée développée par l'entreprise Coloplast [66].

Concernant la méthodologie employée dans l'étude, un modèle porcin *in vivo* a été utilisé afin de pratiquer les drainages avec les différentes sondes. Ce modèle a été choisi en raison des similitudes anatomiques et physiologiques entre porcs et humains comme déjà expliqué dans l'étude Tentor que nous avons décrit ci-dessus [63]. Neuf porcs vivants anesthésiés ont été drainés 20 fois de façon répétée par chaque sonde en test (6 sondes standard et 3 sondes MHZT) selon l'ordre de randomisation. Une cystoscopie a été réalisée avant et après la procédure, visualisant à l'œil nu l'impact de l'aspiration de la muqueuse (Figure 31) :

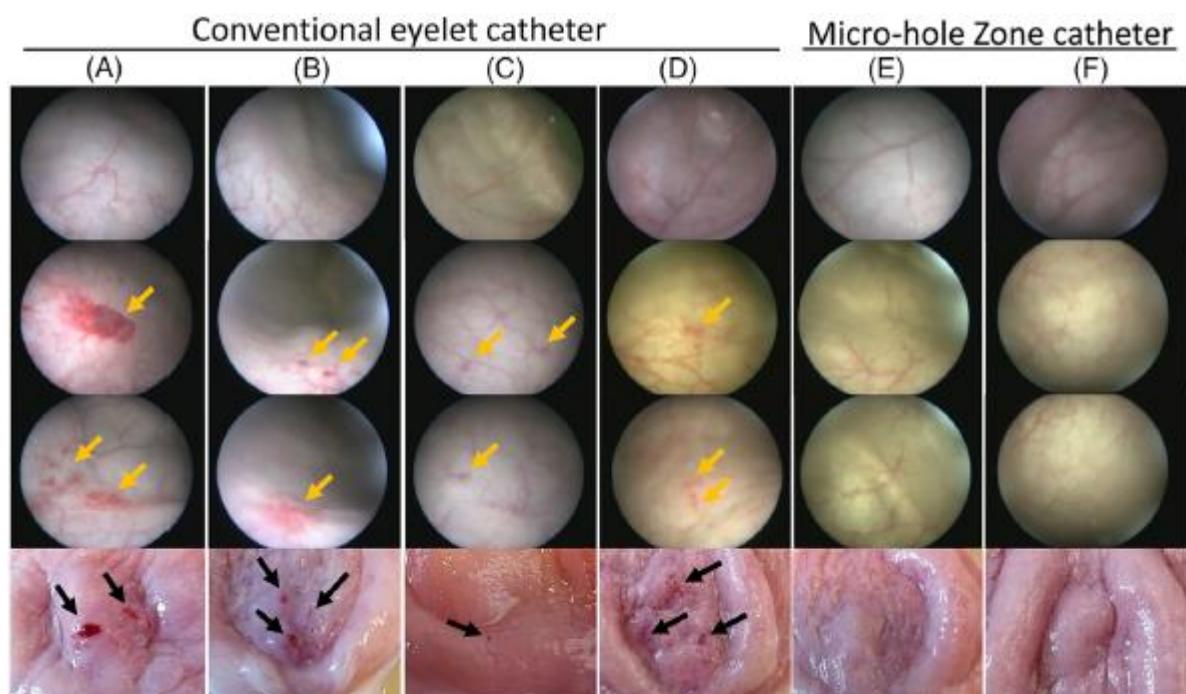


Figure 31 : Lésions de la muqueuse vésicale associées aux sondes à 2 œils (A,B,C,D) et aux sondes MHZT (E,F) observées par cystoscopie [66].

Puis les vessies ont été prélevées et analysées par histopathologie pour évaluer l'étendue du traumatisme de la muqueuse. L'analyse histopathologique permet de constater le degré d'atteinte de l'urothélium vésical [66].

Le défi que représente la préservation d'un urothélium sain est souligné par les résultats de l'étude qui ont révélé que les sondes à 2-oeils entraînaient un traumatisme de la vessie, visible à l'œil nu et confirmé par l'analyse histopathologique [66].

Les résultats histologiques et immunohistochimiques étaient particulièrement frappants, les colorations à l'hématoxyline et à l'éosine ont confirmé un œdème, une hémorragie massive de la muqueuse, ainsi qu'une infiltration de neutrophiles à travers la muqueuse à l'intérieur et extérieur des vaisseaux (Figure 32). Ces observations suggèrent que la force mécanique exercée par les sondes à 2 œils pendant le SI peut perturber de manière significative l'intégrité de l'urothélium de la vessie, entraînant des réponses inflammatoires aiguës. La présence de neutrophiles, un indicateur clé de l'inflammation, souligne encore la gravité des lésions tissulaires et la tentative de l'organisme de guérir la muqueuse lésée [66].

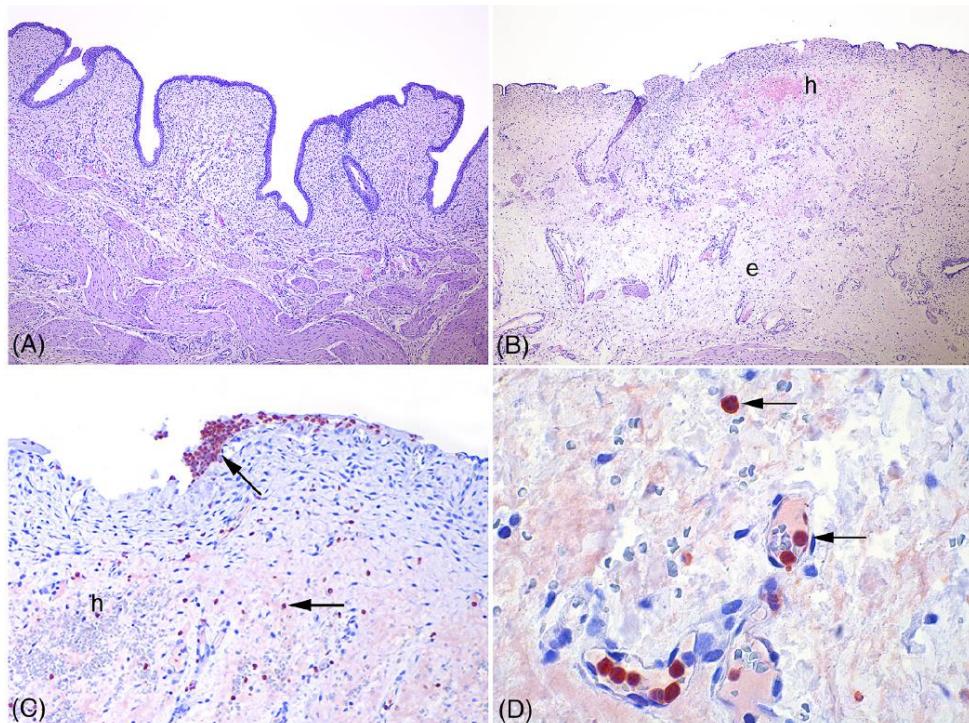


Figure 32 : Histologie et immunohistochimie du tissu vésical exposé à des sondages répétés par les S20 et les sondes MHZT [66].

La Figure 32 ci-dessus comprend quatre images, chacune décrivant un aspect distinct de la réaction de la muqueuse après le sondage [66].

L'image A montre un urothélium vésical sain d'un porc sondé, ne présentant aucune lésion apparente après sondage avec le prototype de sonde MHZT micro-perforé de Coloplast. On voit bien que la couche de cellules superficielles (GAG layer, la plus externe de l'urothélium, coloré en violet foncé) est intègre et permet encore une protection face aux agents pathogènes [66].

En revanche, l'image B montre la muqueuse vésicale d'un porc sondé, qui présente une perte d'épithélium, des hémorragies et un œdème massif de la muqueuse en (h) et (e). Ces résultats mettent en évidence l'impact traumatique des sondes sur la muqueuse de la vessie, caractérisé par

des lésions tissulaires et une inflammation importante. La perte d'épithélium indique une brèche dans le mécanisme essentiel de défense contre les pathogènes comme E. Coli [66].

L'image C, un zoom de l'image B, détaille davantage l'étendue des lésions, avec une infiltration massive de neutrophiles dans la muqueuse. Les neutrophiles, en tant qu'indicateurs d'une inflammation aiguë, signifient la réponse de l'organisme à la lésion de la muqueuse infligée par la sonde et ses 2 œils. Cette infiltration confirme non seulement la présence d'une réponse inflammatoire, mais suggère également une tentative de l'organisme de guérir le tissu endommagé [66].

Enfin, l'image D, un autre zoom, montre avec les flèches des neutrophiles à l'intérieur et à l'extérieur des vaisseaux, soulignant la nature omniprésente de la réponse inflammatoire induite par la sonde. Cette présence importante de neutrophiles souligne la gravité du traumatisme de la muqueuse et la possibilité que ces lésions prédisposent les individus aux infections urinaires en compromettant l'intégrité de la barrière urothéliale [66], une brèche qui va permettre aux bactéries de pénétrer dans la muqueuse et en quelques heures de créer un biofilm qui les met à l'abri des antibiotiques et de la réponse immunitaire de l'hôte [48,51].

En conclusion, l'étude de Staerk et al. fournit des preuves de l'impact des sondes sur la muqueuse de la vessie. À l'inverse, la conception du nouveau modèle de sonde MHZT et ses œils en grand nombre et de plus petite taille semble diminuer la lésion de la muqueuse. Cette étude souligne bien l'importance de la conception des cathéters pour préserver l'intégrité de la muqueuse vésicale et met en évidence le potentiel de nouveaux prototypes de sonde pour offrir une alternative plus sûre aux personnes pratiquant le SI. Les résultats de cette étude contribuent non seulement à notre compréhension des traumatismes vésicaux induits par les cathéters, mais soulignent également la nécessité de constamment innover en matière de technologie des sondes urinaires afin de réduire les complications et d'améliorer la qualité de vie des patients.

5.8. Le résidu urinaire post-sondage comme facteur de risque infectieux

En général, le résidu urinaire dans la vessie, également connu sous le nom de résidu post-mictionnel fait référence à la quantité d'urine qui reste dans la vessie après avoir uriné de manière spontanée. Normalement, la vessie se vide complètement lors de la miction, mais dans certains cas, une quantité significative d'urine peut y rester. Nous allons ici nous intéresser au résidu d'urine post-sondage qui se réfère à la quantité d'urine qui reste dans la vessie après l'utilisation d'une sonde pour la vidange

de la vessie. En quoi cette urine restant dans la vessie peut-elle augmenter le risque de développer une infection urinaire ? Nous pouvons constater que des volumes de résidu urinaires élevés sont notés de manière fréquente dans les publications scientifiques comme un facteur de risque significatif d'infections urinaires [67,68,69].

Lorsque l'on examine rapidement les résultats d'études spécifiques sur le sujet, plusieurs études montrent une corrélation entre la présence d'un résidu d'urine post-mictionnel et les infections urinaires avec la description de plusieurs valeurs seuils mais sans consensus car cette corrélation est multifactorielle. Au-delà de ces seuils de résidu d'urine, il y a une probabilité augmentée d'infection urinaire. Ces valeurs sont comprises entre 30ml dans l'étude Haylen (2009) et 180 ml dans l'étude Truzzi (2008) [70,71].

Une autre analyse plus spécifique de la littérature révèle la présence de résidu d'urine (RU) post-sondage et une corrélation de ce RU avec le risque d'infection urinaire chez les patients sous SI, bien que les études de résidu d'urine en fin de sondage chez les personnes pratiquant le SI restent faibles.

L'étude réalisée par Merritt et al en 1981 a joué un rôle pivot dans la compréhension de la relation entre le résidu d'urine post-sondage et le risque d'infection urinaire chez les patients pratiquant l'autosondage. Ses recherches visaient à évaluer si le volume de RU était corrélé au taux d'infection urinaire dans un cadre clinique contrôlé. La méthodologie impliquait l'analyse des données de 105 patients avec vessie neurogène, ayant recours au SI dans le cadre de leur rééducation vésicale, sur une période de 18 mois. Les données recueillies incluaient les résultats hebdomadaires de cultures d'urine, le volume de RU moyen d'urine le jour de la culture, et le nombre de sondages par jour [54]. Les résultats ont montré une augmentation progressive de la bactériurie entre les volumes de RU de 100ml et 250ml, avec une diminution inattendue pour les volumes supérieurs à 250ml. Cette découverte a suggéré l'existence d'un mécanisme antimicrobien supplémentaire au-delà de la simple corrélation entre le volume résiduel et le taux de bactériurie [72].

L'intervalle de vidange sûre est défini comme le temps nécessaire pour que les concentrations bactériennes reviennent à leur niveau initial après la vidange de la vessie. Si les urines ne sont pas entièrement évacuées une fois que l'intervalle de vidange sûre a été atteint, les concentrations bactériennes augmentent et le risque d'invasion du tissu vésical s'accroît [67,73].

Le consensus du National Institute on Disability and Rehabilitation Research (NIDRR, 1992), a souligné l'importance de la fréquence et la régularité des sondages (toutes les 3-4 heures). La question a été soulevée que les personnes incapables d'effectuer un autosondage et qui dépendent donc de l'hétérosondage courrent un plus grand risque de développer une infection urinaire,

principalement en raison de l'incapacité à respecter les horaires, fréquence et régularité des sondages [68]. Cardenas et Mayo en 1987 ont constaté que c'était le cas, les sujets qui étaient sondés par héterosondage présentaient le taux d'infection le plus élevé un an après la sortie de l'hôpital dû à une stagnation des urines dans la vessie [74]. Dès 1977, Hinman, grâce à son modèle mathématique étudiant la relation entre le résidu d'urine et la fréquence des sondages, a introduit le concept de "volume résiduel permis", qui est le volume d'urine acceptable pour maintenir des niveaux constants de bactériurie sans augmenter le risque d'IU. Il suggère que pour minimiser ce risque, il est crucial de réduire le volume résiduel d'urine, ce qui peut nécessiter une augmentation de la fréquence des sondages [59]. Cela renforce encore l'importance d'une vidange complète régulière de la vessie, pour réduire les infections urinaires et les complications du haut appareil urinaire [2,10,17,21,22]. Plusieurs auteurs ont recommandé une fréquence des sondages allant de quatre à sept fois par jour [69,75]. D'autres auteurs ont recommandé des horaires de sondage plus précis, toutes les trois à quatre heures avec pour objectif de vider le plus fréquemment et efficacement possible la vessie [67,76].

Une chose est claire, c'est qu'il n'y a pas de consensus sur les seuils de résidu d'urine, car il n'y a actuellement pas de consensus sur une valeur seuil qui prédispose à l'infection urinaire, et ce pour plusieurs raisons que nous pouvons lister :

- Le risque d'infection urinaire est multifactoriel et dépend de nombreux facteurs, y compris la population étudiée et les différentes physiopathologies sous-jacentes [33].
- La prolifération bactérienne dépend de la vitesse de production d'urine, de la quantité d'urine produite (effet dilution), de la quantité d'urine résiduelle (effet stagnation), des pressions intravésicales (effet ischémique lésant l'urothélium), des lésions de l'urothélium (effet bouclier altéré) et des caractéristiques de la vitesse de croissance et de multiplication des bactéries [10,14,33,73].
- La nécessité d'essais cliniques randomisés sur une période relativement longue, avec une définition homogène de ce qu'est une infection urinaire, sur une population homogène avec des patients ayant des profils pathologiques similaires, et la possibilité de mesurer le résidu d'urine selon la même méthode et le même moment (juste après le sondage), rendent ce type d'études très difficiles à réaliser.

En ce qui concerne les directives des différentes guidelines, le résidu d'urine et la vidange incomplète de la vessie sont décrites dans plusieurs directives pratiques, par exemple les directives cliniques françaises qui recommandent fortement aux utilisateurs de sondes pour sondage intermittent de vider complètement leur vessie et les directives de l'EAU qui mentionnent la vidange incomplète de la vessie comme un facteur de risque sérieux d'infection urinaire [2,10,21].

Rappel concernant les guidelines internationales :

- Guide des Bonnes Pratiques du sondage intermittent chez l'Adulte de l'AFU, GENULF, SOFMER, SIFUD [2]

« *Il est fortement recommandé que la vidange vésicale par cathétérisme intermittent soit complète (accord fort d'emblée)* »

« *La sonde doit permettre une vidange complète de la vessie* »

- EAU Guidelines on Neuro-Urology [21]

« *Incomplete bladder emptying is a serious risk factor for UTI* »

- SOFMER Guidelines ETP-ASI [10]

« *Il est indispensable que les urines puissent être évacuées plusieurs fois par jour et ce sans ce résidu post-mictionnel afin d'éviter des infections urinaires en raison de la stase urinaire* » (p.15)

« *Le patient doit retirer très légèrement la sonde pour permettre aux dernières gouttes restant dans le bas-fond vésical de s'éliminer* » (p.27)

« *D'une manière générale, l'apparition d'infections urinaires est statistiquement liée au jeune âge du patient, aux importants volumes évacués par sondage, aux fuites d'urine, à la faible fréquence de cathétérisation et à l'importance du résidu post-mictionnel* » (p.107)

Pour démontrer de manière simple le lien entre sondage et présence de résidu d'urine, revenons sur le modèle animal de l'étude Tentor de 2022 évoqué ci-dessus qui a également évalué les performances des sondes à 2-oeils (S2O) en termes de résidu d'urine post-sondage dans le modèle de vessie porcine ex-vivo [63].

Pour mesurer le volume de résidu d'urine dans la vessie, les chercheurs ont utilisé une méthode dans laquelle le volume vidé était progressivement recueilli dans un récipient placé sur une balance. La variation du poids a été enregistrée au fil du temps, ce qui a permis de calculer à la fois le débit et le volume de résidu d'urine au premier arrêt du débit (qui suggère que la vessie est vide). Cette approche méthodologique a permis aux chercheurs de quantifier la quantité d'urine restant dans la vessie [63]. Les résultats de ce test ont montré un résidu d'urine de 40 ± 30 ml pour la sonde A, 39 ± 38 ml pour la sonde B et 60 ± 33 ml pour la sonde C et n'ont révélé aucune différence statistiquement significative pour les volumes de résidu d'urine entre les différentes sondes à 2-oeils testées (SpeediCath de Coloplast, VaPro de Hollister, LoFric de WellSpect). Ces résultats indiquent la présence fréquente d'urine résiduelle, ce qui suggère que des facteurs tels que l'orientation, la position des œils de la sonde pendant le drainage, la technique de vidange et les mouvements de la vessie pourraient influencer la quantité d'urine laissée dans la vessie [63].

La présence de ce résidu d'urine post-sondage peut être préoccupante, étant donné qu'elle est associée à la stagnation des bactéries dans les urines pour plus de 3 heures (temps de sécurité avant

que la charge bactérienne ne soit trop importante) avec un risque accru d'infections urinaires quelle que soit la sonde à 2-oeils utilisée et dans des conditions standards d'utilisation. L'étude souligne encore une fois l'importance de minimiser ce résidu d'urine pour réduire le risque d'IU. L'étude souligne le besoin critique de concevoir des sondes qui assurent une vidange plus complète de la vessie et de prendre conscience que nos sondes actuelles à 2-oeils ne permettent pas une vidange complète en systématique. Cela est essentiel pour réduire la probabilité de développement d'infections urinaires chez les personnes qui dépendent du sondage intermittent pour la gestion de leur vessie.

C'est ici qu'intervient l'innovation « Micro-hole Zone Technology » (MHZT) que nous avons déjà vue ci-dessus dans le cadre de l'étude de Schrøder. Pour rappel, l'étude réalisée par Schrøder a apporté une contribution significative à la compréhension de l'impact des caractéristiques des sondes sur la muqueuse vésicale mais aussi sur le RU post-sondage. Cette étude a comparé les performances des sondes MHZT avec +80 micro-perforations de 0,4mm et les sondes à 2 œils dans un modèle de tractus urinaire inférieur porcin [65].

Les volumes de RU étaient significativement plus bas dans tous les scénarios testés avec les sondes MHZT par rapport aux sondes contrôles à 2 œils qui avaient des volumes résiduels de plus de 44 ± 30 mL vs $2,8 \pm 0,9$ - $4,0 \pm 1,6$ mL pour les sondes MHZT. Ces données soulignent l'efficacité supérieure de ce concept de micro-perforations en grand nombre sur une large zone de plusieurs cm dans la réduction du volume d'urine restant dans la vessie après le sondage, un élément crucial dans la prévention des infections urinaires [65].

Nous comprenons donc avec ces différents exemples identifiés dans la littérature scientifique que la conception actuelle des œils doit être améliorée grâce par exemple au nouveau concept développé par Coloplast afin de satisfaire les recommandations qui sont : pas de résidu d'urine restant dans la vessie en fin de sondage pour réduire le risque d'infection urinaire (et pour réduire la pollakiurie/urgenturie si la vessie est mal vidée, ce qui augmente la fréquence des sondages, un vrai fardeau pour le patient).

5.9. Pourquoi la sonde urinaire ne draine-t-elle pas entièrement la vessie ?

La position de la sonde urinaire joue un rôle important dans l'efficacité de la vidange de la vessie. Idéalement, la sonde doit faciliter le drainage complet de la vessie afin d'éviter la présence de résidu d'urine. Cependant, en raison à la fois des variations anatomiques, des limites inhérentes à la conception des cathéters et de la manipulation du cathéter par le patient, il peut être difficile d'obtenir une vidange complète de la vessie. Le volume d'urine laissé dans la vessie après le sondage est directement influencé par l'efficacité avec laquelle la sonde peut accéder à toutes les régions de la vessie et les drainer, sans que la muqueuse ne soit aspirée dans les œils obstruant la sonde.

L'optimisation du positionnement de la sonde et de la technique est cruciale pour réduire le volume d'urine résiduelle et, par conséquent, le risque d'infection urinaire dans cette population.

Je rappelle que les sondes modernes utilisées aujourd'hui sont dotées de 2 œils situés de chaque côté de la tubulure et à l'extrémité distale de la sonde urinaire. Voyons maintenant avec les images ci-dessous ce qu'il se passe lorsqu'un patient ou soignant insère la sonde jusque dans la vessie de manière habituelle pour évacuer l'urine.

Dans la pratique et dans l'éducation thérapeutique, il est précisé au patient d'insérer la sonde jusqu'à écoulement de l'urine sans forcer, puis en fin de vidange de retirer doucement la sonde pour permettre aux dernières gouttes restant dans le bas-fond vésical de s'éliminer. De plus, il est recommandé par la SOFMER de « [...] retirer très légèrement la sonde pour permettre aux dernières gouttes restant dans le bas-fond vésical de s'éliminer » (p.27) [10].

En effet ces manœuvres ont pour utilité de permettre à l'urine de s'écouler à nouveau dans le cas où en effet l'urine s'arrête de couler. Cela suppose donc que la vessie n'est pas complètement vide vu que la méthode de vidange dans le cadre de l'autosondage intermittent inclus un repositionnement de la sonde.

Cette manœuvre peut-être une manière de contourner la conception de la sonde, mais surtout la conception de ses œils. Si la sonde n'est pas positionnée de manière optimale pour permettre aux œils d'accéder au point le plus bas de la vessie (le bas-fond de la vessie), où l'urine s'accumule en raison de la gravité, elle risque de ne pas drainer la vessie aussi efficacement que possible car lorsque le niveau d'urine va diminuer dans la vessie, ce niveau sera inévitablement en dessous du niveau des œils dans la vessie et ne pourra donc plus être drainé le montre l'image ci-dessous (Figure 31). Il est donc évident qu'un repositionnement de la sonde est nécessaire afin que les œils soient au plus près du fond de la vessie pour la vider intégralement.

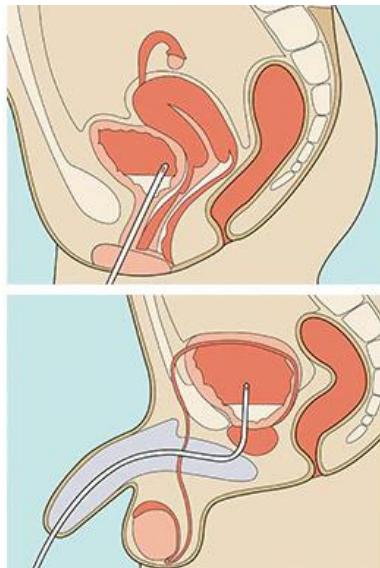


Figure 33 : Position d'une sonde et des œils de la sonde dans la vessie [77]

Cependant il est impossible pour le patient, et même pour le soignant, de savoir où sont positionnés exactement les œils de la sonde, et où se situe le niveau d'urine dans la vessie. Ces 2 paramètres étant hasardeux, il est logique que, malgré plusieurs repositionnements, un résidu d'urine post-sondage soit présent dans la vessie. Or, le rôle de la sonde est de permettre un drainage complet et total de la vessie, et les sondes actuelles à 2-oeils n'en sont pas capables sans repositionnement ou du moins pas systématiquement.

De plus, le repositionnement de la sonde peut également être nécessaire suite à une aspiration de la muqueuse vésicale entraînant une obstruction des œils et un arrêt de l'écoulement de l'urine. Il est alors obligatoire pour suivre les recommandations de repositionner la sonde ou de faire un quart de tour. En revanche ce repositionnement peut entraîner une lésion de l'urothélium par arrachement de la couche de GAG comme nous l'avons déjà évoqué. Le patient se retrouve alors face à un dilemme : Ne pas repositionner la sonde au risque d'avoir un résidu d'urine ou bien repositionner sa sonde au moins une fois (il peut y avoir plusieurs repositionnements avant la vidange complète) et risquer de lésier l'urothélium. Les 2 résultats de ce repositionnement sont des facteurs de risques avérés d'infection urinaire.

Il est donc crucial d'avoir à la fois une vidange complète de la vessie en un seul flux continu, sans besoin de repositionner ou manipuler la sonde pour permettre de réduire/ éliminer ces deux causes d'IU.

5.10. Quelle longueur de sonde pour éviter le risque de résidu d'urine ?

L'évolution progressive des sondes a conduit au développement et à l'évaluation des performances de nouvelles sondes dites « compactes », plus courtes, conçues pour offrir une alternative efficace aux sondes de longueur standard. L'impact de la longueur de la sonde sur le résidu d'urine a fait l'objet de plusieurs études. Nous allons examiner les résultats de plusieurs études concernant l'utilisation d'une sonde compacte par rapport à une sonde de longueur standard pour offrir une vue d'ensemble sur un potentiel avantage.

L'étude clinique de non-infériorité, prospective, randomisée et multicentrique menée par Domurath en 2011 a évalué l'efficacité des différentes longueurs de sondes dans le drainage complet des urines. L'objectif de cette étude était d'évaluer les performances d'une sonde pour homme compacte (Speedicath Compact Male, Coloplast) et pouvant s'agrandir de manière « télescopique » pour atteindre 33 cm de long (avec le connecteur). L'évaluation des performances de cette sonde s'est faite sur la vidange de la vessie, la sécurité d'utilisation et l'acceptation patient, par rapport à une sonde homme de longueur standard (Speedicath, Coloplast). L'importance de cette étude réside dans sa capacité à influencer les critères de sélection des sondes, avec des implications sur le risque d'infections urinaires. Les 37 hommes pratiquant le SI inclus dans l'étude ont été sondé 3 fois par la même infirmière expérimentée avec chaque type de sonde [78].

Les résultats ont montré que le volume moyen mesuré par échographie de la vessie après sondage intermittent avec la sonde courte compacte et la sonde standard était de 12,44 ml et 9,35 ml respectivement. Les valeurs extrêmes de volume de RU étaient de 0 à 62,33 ml avec la sonde compacte et de 0 à 42,89 ml avec la sonde standard, sans différence statistiquement significative. Ces résultats nous indiquent donc que le cathéter compact est statistiquement non-inférieur au cathéter standard de référence en termes de capacité à vider la vessie [78].

L'étude mené par Biering-Sorensen et al. a comparé l'efficacité des sondes pour femmes de longueur courte, spécifiquement la SpeediCath Compact de 7 cm, avec celle de longueur standard utilisées par les patientes. Le critère principal d'évaluation était le volume de résidu urinaire après 3 autosondages avec chaque sonde (évalué par échographie). La satisfaction des 24 utilisatrices concernant la manipulation et l'efficacité du cathéter SpeediCath Compact par rapport aux sondes standard a également été évalué. Les résultats ont également montré ici que le résidu d'urine après sondage était comparable entre SpeediCath Compact (résidu moyen = 13,7 ml) et les sondes de longueur

standard (résidu moyen = 24,3 ml) ($p=0,2$). De plus 96% des patientes ont noté SpeediCath Compact Femme comme Très satisfaisante/Satisfaisante [79].

Une autre étude s'est intéressée à l'impact de la longueur de la sonde dans la pratique du SI. L'étude en question de Chartier-Kastler et al. n'a pas évalué le risque d'IU associé à l'utilisation de sondes compactes versus sondes standards. Cependant, elle a mis en évidence l'amélioration de la qualité de vie des patients. L'objectif principal de l'étude était d'évaluer si le design compact et discret des sondes SpeediCath® Compact (Coloplast), pouvait améliorer la qualité de vie des patient(e)s par rapport aux sondes hydrophiles standards habituellement utilisées par les patient(e)s, à l'aide du questionnaire ISC-Q. Un total de 125 patients (hommes et femmes) souffrant de vessie neurologique, recrutés en France ont été inclus. Cet essai contrôlée, randomisé permettait aux participant(e)s d'utiliser la sonde Speedicath Compact et la sonde qu'ils utilisent habituellement sur deux périodes distinctes de l'étude. Les patients ont été randomisés pour déterminer l'ordre d'utilisation, assurant ainsi une distribution équitable et minimisant les biais potentiels [80].

L'analyse des scores ISC-Q a montré une différence moyenne de 17 points, correspondant à une amélioration de +28% de la qualité de vie en faveur de la sonde Speedicath Compact ($p<0.001$) démontrait l'intérêt du design discret des sondes compact dans l'amélioration de la qualité de vie des patients. Pour appuyer ce constat, 63% des patients ont exprimé une préférence pour la sonde compacte, soulignant également l'importance de la discréction dans leur choix. Cette préférence marque une reconnaissance claire de la valeur ajoutée par le design discret du cathéter compact [80].

Bien que le critère d'évaluation principal de l'étude ait été d'évaluer l'impact sur la qualité de vie, il est pertinent de considérer que la facilité d'utilisation et la discréction offertes par les sondes compactes pourraient influencer indirectement la réalisation du sondage en tout lieu ; ce respect de la régularité du sondage peut contribuer à la réduction du risque d'IU.

Les sondes dernièrement développées pour le sondage intermittent sont plus courtes, pour répondre aux besoins des patients, notamment pour la facilité et la discréction pour se débarrasser du matériel tel rapporté dans l'enquête Debugne en 2017. Cette enquête concernant les freins principaux à l'implémentation de l'ASI a permis de mettre en évidence des perceptions différentes entre patients et professionnels. De manière globale, le patient place les limites principalement au niveau du matériel alors que les professionnels de santé rapportent le plus souvent les facteurs liés au patient lui-même. Une différence significative entre les différents groupes a été observée pour les facteurs "Physiques", "Emballage" et "Après le sondage" ($p<0,001$), et pour les facteurs "Psycho-cognitifs" et "Acteurs des soins" ($p<0,01$). Ces facteurs ont des niveau d'importance différents pour les soignants et les patients,

soulignant la différence de point de vue. En effet l'emballage, la discrétion, et la facilité de disposer comme on le souhaite de la sonde après le sondage sont des éléments clefs permettant une bonne observance du traitement [81].

En conclusion, ces études montrent que le résidu d'urine est équivalent entre les sondes compactes et les sondes de longueur standard. Que leur design discret pourrait avoir des implications positives sur la pratique de l'autosondage : plus facile à stocker et à transporter, fermeture hermétique après usage permettant d'en disposer plus facilement. Une meilleure acceptation et une utilisation plus aisée de la sonde pourraient contribuer à la régularité des autosondages en tout lieu, réduisant le risque d'infections urinaires.

Conclusion

Avec l'ensemble de ces données, il est clair que la compréhension des caractéristiques des sondes est clefs pour identifier les facteurs de risques d'infection urinaire liés à la sonde et ainsi le minimiser. Cette notion est particulièrement importante dans le contexte du sondage intermittent et l'ensemble des patients concernés. Certes l'autosondage est considéré comme le traitement de référence dans la prise en charge de la rétention urinaire car il améliore grandement la qualité de vie des patients. Cependant, même avec cette méthode de sondage, ses bénéfices prouvés et une bonne pratique suivant les règles de l'éducation thérapeutique, certains facteurs de risques liés aux caractéristiques et au design des sondes échappent à notre contrôle et peuvent directement influencer le développement d'infections urinaires. Il est donc impératif de prendre en compte ces caractéristiques évoquées tout au long de cette thèse afin de les éviter :

Caractéristique de la sonde	Résumé des preuves
Embout d'insertion protecteur	L'embout d'insertion protecteur de certaines sondes a été pensé pour réduire le risque de contamination bactérienne lors de l'insertion dans l'urètre. Cet embout agit comme une barrière physique, permettant de passer au-delà de cette zone des 1,5 cm distaux de l'urètre, réduisant ainsi le risque de transfert de bactéries dans l'urètre et le tractus urinaire supérieur. Néanmoins, les preuves actuelles qui suggèrent que l'embout d'insertion protecteur pourrait effectivement minimiser le contact avec les bactéries du méat et la colonisation bactérienne sont principalement issues d'études in-vitro. Il est nécessaire d'avoir des preuves démontrées en clinique afin de se positionner en faveur de ce design et dans la sélection d'une sonde.
Gaine protectrice	L'utilisation de la gaine protectrice sur les sondes urinaires représente une avancée significative dans la réduction du risque de contamination bactérienne. En enveloppant la sonde, la gaine minimise le contact avec les mains du patient et limite le transfert de bactéries de l'environnement externe vers le corps de la sonde, ce qui est utile pour garantir un sondage urinaire propre tout au long de son utilisation. Cette caractéristique est particulièrement bénéfique pour les patients obnubilés par l'hygiène ou au contraire qui ont une mauvaise hygiène ainsi que les patients ayant des troubles de la préhension, ils pourront saisir la sonde par la gaine sans risquer de souiller la tubulure. En intégrant la gaine protectrice comme critère de choix d'une sonde, il est

	possible d'améliorer la sécurité et l'efficacité du sondage, réduisant ainsi le risque d'infections urinaires
Lubrification	<p>La lubrification hydrophile auto-lubrifiées est une caractéristique clef qui contribue significativement à réduire les traumatismes urétraux et à améliorer le confort pour les patients. Les sondes hydrophiles sont revêtues d'un polymère qui capte les molécules d'eau, formant un gel hydrophile entièrement solidaire au corps de la sonde. Ce revêtement offre une lubrification optimale, réduisant les frottements et les traumatismes potentiels sur l'épithélium urétral lors de l'insertion et du retrait des sondes.</p> <p>Les avantages de la lubrification hydrophile sont largement reconnus par les sociétés savantes nationales et internationales en raison de leur capacité à minimiser les traumatismes et à réduire le risque d'infections urinaires.</p> <p>De nombreuses études cliniques ont également démontré que les sondes hydrophiles réduisent le risque d'hématurie, un indicateur de traumatisme urétral, par rapport aux sondes non-hydrophiles.</p> <p>Cette caractéristique technique est à intégrer absolument dans la réflexion du choix de la sonde lorsque que l'on s'interroge sur le risque potentiel d'infection urinaire lié au matériel, tout en gardant à l'esprit que seules deux marques ont démontré ce bénéfice et que la qualité du revêtement hydrophile n'est pas le même pour toutes les sondes hydrophiles.</p>

Embout (extrémité distale)	<p>L'embout arrondi ou olivaire flexible est une innovation importante, visant à réduire les traumatismes lors de l'insertion et du retrait de la sonde. Cet embout est conçu pour s'adapter aux contours de l'urètre, permettant ainsi de passer plus facilement les obstacles anatomiques sans causer de dommages significatifs.</p> <p>Cette adaptabilité permet de minimiser les lésions urétrales, qui peuvent servir de points d'entrée pour les bactéries et augmenter le risque d'infection urinaire. En réduisant les traumatismes et en facilitant une insertion plus douce, l'embout olivaire améliore le confort du patient, ce qui peut encourager une utilisation correcte et régulière des sondes, diminuant ainsi le risque d'infections liées à une mauvaise manipulation. Cependant, des études cliniques manquent pour étayer cela.</p>
Œils	<p>Les micro-perforations ou "Micro-Hole Zone Technology" ont été pensées pour minimiser les lésions de l'urothélium vésical, un facteur critique dans la prévention des infections urinaires.</p> <p>Cette technologie de sonde permet de diminuer les traumatismes causés par l'aspiration de la muqueuse vésicale avec les sondes à 2 œils. En réduisant la taille des œils et en augmentant leur nombre, la force d'aspiration de la muqueuse vésicale dans chaque orifice est moindre. Les dommages pouvant être provoqués à la muqueuse par arrachement de l'urothélium sont diminués, ce qui est primordial pour prévenir les infections.</p> <p>De même, une amélioration de la vidange de la vessie est possible. Moins d'arrêt de flux d'urine est observé, permettant de réduire voire d'éliminer le risque de résidu d'urine post-sondage. De plus, les micro-perforations étant disposées sur une surface de plusieurs centimètres, il est presque garanti que l'urine restante dans le bas-fond de la vessie soit drainée.</p> <p>Bien que cette technologie soit très récente, ces bénéfices ont déjà été démontrés dans des études <i>in vitro</i>, <i>in-vivo</i> et cliniques et suggèrent que les sondes avec la Micro-Hole Zone Technology peuvent réduire les risques d'infection en diminuant les lésions de l'urothélium et le résidu d'urine par rapport aux sondes à 2 œils.</p>

Longueur	<p>Une sonde de longueur appropriée permet un drainage efficace de l'urine, réduisant ainsi le risque de résidu d'urine post-sondage, un facteur de risque bien connu pour les infections urinaires. L'efficacité du drainage urinaire est directement influencée par la capacité de la sonde à atteindre la vessie et à permettre une vidange complète. Or, il n'y a pas de différence significative sur la longueur, tant que la sonde peut atteindre la vessie.</p> <p>En outre, la discréption des sondes, souvent liée à un design plus compact, joue un rôle important dans l'acceptation et l'utilisation régulière par les patients. Un design discret et facile à manipuler encourage une utilisation correcte et régulière, ce qui peut indirectement réduire le risque d'infections en assurant une vidange complète et fréquente de la vessie.</p> <p>Ainsi, la sélection de la longueur adéquate de la sonde et la conception avancées des sondes compact sont des stratégies majeures pour améliorer l'acceptation et l'observance du SI et réduire ainsi le risque d'infections urinaires.</p>
----------	---

Bien qu'il n'existe pas de sonde miracle capable d'éliminer complètement le risque d'IU, en s'appuyant sur les preuves actuelles et les recommandations, les professionnels de santé peuvent faire des choix éclairés pour sélectionner les sondes les plus appropriées pour la réduction des facteurs de risques, en tenant compte des besoins spécifiques de chaque patient. L'objectif est de réduire au maximum le risque d'infection urinaire tout en améliorant la qualité de vie des patients. Les efforts continus dans le développement de nouvelles caractéristiques techniques et de nouveau design de sondes sont essentiels pour progresser dans ce domaine. Ces mesures, en optimisant le processus de sondage, contribuent à améliorer la sécurité et l'efficacité des soins aux patients.

Bibliographie

1. Gonzalez Chiappe S, Lasserre A, Chartier Kastler E, Falchi A, Blaizeau F, Blanchon T, Hanslik T, Denys P. Use of clean intermittent self-catheterization in France: A survey of patient and GP perspectives. *Neurourol Urodyn.* 2016 Apr;35(4):528-34. doi: 10.1002/nau.22752. Epub 2015 Mar 8.
2. Gamé X, Phé V, Castel-Lacanal E, Forin V, de Sèze M, LamO, et al. Intermittent catheterization: clinical practice guidelines from Association Française d'Urologie (AFU), Groupe de Neuro-uropathologie de Langue Française (GENULF), Société Française de Médecine Physique et de Réadaptation (SOFMER) and Société Interdisciplinaire Francophone d'Uro-Dynamique et de Pelvi-Périnéologie (SIFUD-PP). *Prog En Urol* 2020;30:232-51, doi.org/10.1016/j.purol.2020.02.009.
3. Averbeck MA, Kennelly M, Thiruchelvam N, Konstantinidis C, Chartier-Kastler E, Krassioukov A, Landrau M, Jacobsen L, Vaabengaard R, Islamoska S. Risk factors for urinary tract infections associated with lower quality of life among intermittent catheter users. *Br J Nurs.* 2023 Oct 12;32(18):S8-S16. doi: 10.12968/bjon.2023.32.18.S8
4. De Sèze M. Mars 2015. Troubles vésico-sphinctériens en neurologie - Physiopathologie, explorations, principes de traitement et de suivi, Diplôme universitaire d'Urodynamique CHU Bichat. Site internet urobichat.fr : Consulté le 06/11/24 Disponible sur <http://www.urobichat.fr/file/medtool/webmedtool/urobtool02/botm0092/pdf00001.pdf> [En ligne]
5. Amerman Erin C. Human anatomy & physiology, Global Edition. Pearson, 2015, Chapitre 24, Pages 941-976.
6. Perrouin-Verbe MA, Phé V. Incontinence urinaire de l'adulte et du sujet âgé. Chapitre 07. Urofrance : Consulté le 06/11/24 Disponible sur <https://www.urofrance.org/lafu-academie/formation-du-college/referentiel-du-college-durologie-5eme-edition/chapitre-07-incontinence-urinaire-de-ladulte-et-du-sujet-age/> [En ligne]
7. Pr François Haab. Rapport sur le thème de l'incontinence urinaire, Ministère de la santé et des solidarités. 2007.
8. Raibaut P, Terrier A, Jacq C, Hubeaux K, Sheikh Ismaëls, Amarenco G. Intérêt de l'autosondage en cas de rétention urinaire. *Prog En Urol - FMC* 2008;18:F29—34, [doi.org/10.1016/S1761-676X\(08\)70016-6.916](https://doi.org/10.1016/S1761-676X(08)70016-6.916)
9. Moore JV, Burns J, McClelland N, Quinn J, McCoy CP. Understanding the properties of intermittent catheters to inform future development. *Proceedings of the Institution of*

Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine. 2023;0(0). doi:[10.1177/0954411923117846](https://doi.org/10.1177/0954411923117846)

10. SOFMER. Education Thérapeutique du Patient aux Autosondages (ETP-AS). Guide méthodologique, Oct 2009.
11. X. Gamé, V. Phé, Traitement du syndrome clinique d'hyperactivité vésicale non neurologique réfractaire, Progrès en Urologie, Volume 30, Issue 14, 2020, Pages 920-930, ISSN 1166-7087 doi:[10.1016/j.purol.2020.09.004](https://doi.org/10.1016/j.purol.2020.09.004).
12. E. Bey, C. Mazeaud, Les sondes en urologie : indications et prise en charge infirmière, Progrès en Urologie, Volume 31, Issue 14, 2021, Pages 917-923, ISSN 1166-7087, doi.org/[10.1016/j.purol.2021.08.038](https://doi.org/10.1016/j.purol.2021.08.038).
13. Vigil HR, Hickling DR. Urinary tract infection in the neurogenic bladder. Transl Androl Urol. 2016 Feb;5(1):72-87.
14. Vasudeva P, Madersbacher H. Factors implicated in pathogenesis of urinary tract infections in neurogenic bladders: some revered, few forgotten, others ignored. Neurourol Urodyn. 2014 Jan;33(1):95-100. doi: 10.1002/nau.22378. Epub 2013 Mar 4. PMID: 23460489.
15. Haute Autorité de Santé. Dispositifs de drainage et de recueil des urines et des selles. Révision de catégories homogènes de dispositifs médicaux. Saint-Denis La Plaine : HAS ; 2017
16. Håkan Stripple, Robert Westman, Daniel Holm, Development and environmental improvements of plastics for hydrophilic catheters in medical care: an environmental evaluation, Journal of Cleaner Production, Volume 16, Issue 16, 2008, Pages 1764-1776, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.12.006>.
17. Evidence-based Guidelines for Best Practice in Urological Health Care, Urethral intermittent catheterization in adults (Including urethral intermittent dilatation). European Association of Urology Nurses (EAUN) 2024
18. Recommandations CODIMS AP-HP, Décembre 2009. Bon usage des dispositifs médicaux utilisés dans le drainage et le sondage vésical.
19. Böthig, Ralf & Geng, V. & Kurze, Ines. (2017). Management and implementation of intermittent catheterization in neurogenic lower urinary tract dysfunction: Guideline of the German Society of Urology. International Journal of Urological Nursing. 11. 10.1111/ijun.12145.
20. Hudson E, Murahata RI. The 'no-touch' method of intermittent urinary catheter insertion: can it reduce the risk of bacteria entering the bladder? Spinal Cord. 2005 Oct;43(10):611-4. doi: 10.1038/sj.sc.3101760.
21. Blok B et al. European Association of Urology (EAU) Guidelines on Neuro-urology 2024
22. Consortium for Spinal Cord Medicine. Bladder management for adults with spinal cord injury: a clinical practice guideline for health-care providers. J Spinal Cord Med. 2006;29(5):527-73.

23. Le Breton F, Guinet A, Verollet D, Jousse M, Amarenco G. Therapeutic education and intermittent self-catheterization: Recommendations for an educational program and a literature review. Ann Phys Rehabil Med. 2012;55(3):201-212. doi:10.1016/j.rehab.2012.01.006
24. Phé V, Denys P, Parra J, Rouprêt M, Chartier-Kastler E. L'apprentissage des autosondages propres intermittents chez l'adulte : un bon exemple d'éducation thérapeutique. Prog En Urol - FMC 2013;23:F2—6, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fpurol.2012.10.002>
25. Amarenco G, Guinet A, Jousse M, Verollet D, Ismael SS. Pencil and Paper Test (PP Test): a new tool for predicting ability of neurological patients to practice clean intermittent self-catheterization. J Urol. 2011; 185: 578–582.
26. Guinet et al. Intermittent catheterization acceptance test (I-CAT): A tool to evaluate the global acceptance to practice clean intermittent self-catheterization 2017 Sep;36(7):1846-1854. doi: 10.1002/nau.23195. Epub 2017 Jan 16.
27. T. Long Depaquit, M. Baboudjian, S. Gaillet, M. Faures, G. Karsenty, R. Boissier, Éducations aux auto-sondages : pour quels patients ? Pourquoi ? Comment ?, Progrès en Urologie, Volume 31, Issue 14, 2021, Pages 911-916, ISSN 1166-7087, doi.org/10.1016/j.purol.2021.08.032.
28. Guinet-Lacoste A, Jousse M, Verollet D, Sheikh Ismael S, Le Breton F, Tan E, Amarenco G. Validation of the InCaSaQ, a new tool for the evaluation of patient satisfaction with clean intermittent self-catheterization. Ann Phys Rehabil Med. 2014 Apr;57(3):159-68. doi: 10.1016/j.rehab.2014.02.007. Epub 2014 Mar 14.
29. Pinder B, Lloyd AJ, Elwick H, Denys P, Marley J, Bonniaud V. Development and psychometric validation of the intermittent self-catheterization questionnaire. Clin Ther. 2012 Dec;34(12):2302-13. doi: 10.1016/j.clinthera.2012.10.006. Epub 2012 Nov 22.
30. Gamé X. Les autosondages: pour quels patients? [Clean intermittent self-catheterization: which patients?]. Prog Urol. 2009 Dec;19(12):885-9. French. doi: 10.1016/j.purol.2009.10.011
31. Bakke A, Digranes A, Høisaeter PA. Physical predictors of infection in patients treated with clean intermittent catheterization: a prospective 7-year study. Br J Urol. 1997 Jan;79(1):85-90. doi: 10.1046/j.1464-410x.1997.30018.x.
32. SPLIF 2015. Diagnostic et antibiothérapie des infections urinaires bactériennes communautaires de l'adulte. Actualisation au 11 décembre 2015 des recommandations initialement mises en ligne en mai 2014
33. Kennelly M, Thiruchelvam N, Averbeck MA, Konstantinidis C, Chartier-Kastler E, Trøjgaard P, Vaabengaard R, Krassioukov A, Jakobsen BP. Adult Neurogenic Lower Urinary Tract Dysfunction and Intermittent Catheterisation in a Community Setting: Risk Factors Model for Urinary Tract Infections. Adv Urol. 2019 Apr 2;2019:2757862. doi: 10.1155/2019/2757862.

34. Mancuso G, Midiri A, Gerace E, Marra M, Zummo S, Biondo C. Urinary Tract Infections: The Current Scenario and Future Prospects. *Pathogens*. 2023 Apr 20;12(4):623. <https://doi.org/10.3390/pathogens12040623>
35. Bono MJ, Leslie SW, Reygaert WC. Uncomplicated Urinary Tract Infections. 2023 Nov 13. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan–.
36. Wyndaele JJ, Brauner A, Geerlings SE, Bela K, Peter T, Bjerklund-Johanson TE. Clean intermittent catheterization and urinary tract infection: review and guide for future research. *BJU Int*. 2012 Dec;110(11 Pt C):E910-7. doi: 10.1111/j.1464-410X.2012.11549.x. Epub 2012 Oct 4.
37. Previnaire JG, Soler JM, Chouaki L, Pawlicki L, Le Berre M, Hode E, Denys P. Validity of urine dipstick test to assess eradication of urinary tract infection in persons with spinal cord injury. *Prog Urol*. 2017 Jun;27(7):424-430. doi: 10.1016/j.purol.2017.03.009. Epub 2017 May 4.
38. Caron F, Galperine T, Flateau C, Azria R, Bonacorsi S, Bruyère F, Cariou G, Clouquer E, Cohen R, Doco-Lecompte T, Elefant E, Faure K, Gauzit R, Gavazzi G, Lemaitre L, Raymond J, Senneville E, Sotto A, Subtil D, Trivalle C, Merens A, Etienne M. Practice guidelines for the management of adult community-acquired urinary tract infections. *Med Mal Infect*. 2018 Aug;48(5):327-358. doi: 10.1016/j.medmal.2018.03.005. Epub 2018 May 16.
39. Pickard R et al. Continuous low-dose antibiotic prophylaxis to prevent urinary tract infection in adults who perform clean intermittent self-catheterisation: the AnTIC RCT. *Health Technol Assess*. 2018 May;22(24):1-102. doi: 10.3310/hta22240. PMID: 29766842
40. Véronique Bonniaud, Joël Leroy, François Kleinclauss, Pierre-Yves Look, Julien Bévalot, Bernard Parratte, Prescrire des autosondages intermittents propres, La Presse Médicale, Volume 38, Issue 3, 2009, Pages 392-396, ISSN 0755-4982, <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2008.12.011>.
41. Bonkat B et al. European Association of Urology (EAU) Guidelines on Urological Infections 2024
42. Dow G, Rao P, Harding G, Brunka J, Kennedy J, Alfa M, Nicolle LE. A prospective, randomized trial of 3 or 14 days of ciprofloxacin treatment for acute urinary tract infection in patients with spinal cord injury. *Clin Infect Dis*. 2004 Sep 1;39(5):658-64. doi: 10.1086/423000. Epub 2004 Aug 13.
43. Dinh et al. Management of febrile urinary tract infection among spinal cord injured patients. *BMC Infect Dis*. 2016 Apr 16;16:156.
44. Davison HC, Low JC, Woolhouse ME. What is antibiotic resistance and how can we measure it? *Trends Microbiol*. 2000 Dec;8(12):554-9.
45. Philippe Cavalié. « Le coût de la surconsommation d'antibiotiques en France » - Colloque sur les enjeux économiques de l'antibiorésistance et de sa maîtrise en médecine humaine,

vétérinaire, et dans l'environnement 17 Novembre 2016 : Consulté le 06/11/24 Disponible sur https://sante.gouv.fr/IMG/pdf/cout_surconsommation_d_antibiotiques_mode_de_compatibility_.pdf [En ligne]

46. Résistance aux antimicrobiens 17 novembre 2021, Site internet de l'OMS : Consulté le 06/11/24 Disponible sur <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance> [En ligne]
47. Jafari NV, Rohn JL. The urothelium: a multi-faceted barrier against a harsh environment. *Mucosal Immunol.* 2022 Jun;15(6):1127-1142.
48. Birder LA, de Groat WC. Mechanisms of disease: involvement of the urothelium in bladder dysfunction. *Nat Clin Pract Urol.* 2007 Jan;4(1):46-54. doi: 10.1038/ncpuro0672
49. Hickling DR, Sun TT, Wu XR. Anatomy and Physiology of the Urinary Tract: Relation to Host Defense and Microbial Infection. *Microbiol Spectr.* 2015 Aug;3(4):10.1128/microbiolspec.UTI-0016-2012. doi: 10.1128/microbiolspec.UTI-0016-2012.
50. Reid G, Sobel JD. Bacterial adherence in the pathogenesis of urinary tract infection: a review. *Rev Infect Dis.* 1987 May-Jun;9(3):470-87. doi: 10.1093/clinids/9.3.470. PMID: 2885910.
51. Flores-Mireles AL, Walker JN, Caparon M, Hultgren SJ. Urinary tract infections: epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. *Nat Rev Microbiol.* 2015 May;13(5):269-84. doi: 10.1038/nrmicro3432. Epub 2015 Apr 8.
52. Cardenas DD, Moore KN, Dannels-McClure A, et al. Intermittent catheterization with a hydrophilic-coated catheter delays urinary tract infections in acute spinal cord injury: a prospective, randomized, multicenter trial. *PM&R* May 2011;3(5):408–17.
53. De Ridder DJ, Everaert K, Fernandez LG, et al. Intermittent catheterisation with hydrophilic-coated catheters (SpeediCath) reduces the risk of clinical urinary tract infection in spinal cord injured patients: a prospective randomised parallel comparative trial. *Eur Urol* 2005;48(6):991–5.
54. Li L, Ye W, Ruan H, Yang B, Zhang S, Li L. Impact of hydrophilic catheters on urinary tract infections in people with spinal cord injury: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013 Apr;94(4):782-7. doi: 10.1016/j.apmr.2012.11.010.
55. Bennett CJ, Young MN, Razi SS, Adkins R, Diaz F, McCrary A. The effect of urethral introducer tip catheters on the incidence of urinary tract infection outcomes in spinal cord injured patients. *J Urol.* 1997 Aug;158(2):519-21.
56. Holland A. M., Fish D. Benefits of the Insertion Tip and Closed-System Sleeve for Intermittent Catheterization. Murray Hill, NJ, USA: C. R. Bard Inc. (2012).

57. Cortese YJ, Wagner VE, Tierney M, Devine D, Fogarty A. Review of Catheter-Associated Urinary Tract Infections and *In Vitro* Urinary Tract Models. *J Healthc Eng.* 2018 Oct 14;2018:2986742. doi: 10.1155/2018/2986742.
58. Kranz J, Bartoletti R, Bruyère F, Cai T, Geerlings S, Köves B, Schubert S, Pilatz A, Veeratterapillay R, Wagenlehner FME, Bausch K, Devlies W, Horváth J, Leitner L, Mantica G, Mezei T, Smith EJ, Bonkat G. European Association of Urology Guidelines on Urological Infections: Summary of the 2024 Guidelines. *Eur Urol.* 2024 Jul;86(1):27-41. doi: 10.1016/j.eururo.2024.03.035. Epub 2024 May 6.
59. Campeau, Lysanne & Shamout, Samer & Baverstock, Richard & Carlson, Kevin & Elterman, Dean & Hickling, Duane & Steele, Stephen & Welk, Blayne. (2020). Canadian Urological Association Best Practice Report: Catheter use. *Canadian Urological Association Journal.* 14. 10.5489/cuaj.6697.
60. Averch TD, Stoffel J, Goldman HB, Griebling TL, Lerner L, Newman DK, Peterson AC. AUA White Paper on Catheter Associated Urinary Tract Infections: Definitions and Significance in the Urological Patient. *Urol Pract.* 2015 Nov;2(6):321-328. doi: 10.1016/j.urpr.2015.01.005. Epub 2015 Sep 3.
61. Rognoni C, Tarricone R. Intermittent catheterisation with hydrophilic and non-hydrophilic urinary catheters: systematic literature review and meta-analyses. *BMC Urol.* 2017 Jan 10;17(1):4. doi: 10.1186/s12894-016-0191-1.
62. Humphreys O, Pickering M, O'Cearbhail ED, Flanagan TC. A biomimetic urethral model to evaluate urinary catheter lubricity and epithelial micro-trauma. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020 Aug;108:103792. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.103792.
63. Tentor F, Grønholt Schrøder B, Nielsen S, Schertiger L, Stærk K, Emil Andersen T, Bagi P, Feldskov Nielsen L. Development of an ex-vivo porcine lower urinary tract model to evaluate the performance of urinary catheters. *Sci Rep.* 2022 Oct 24;12(1):17818. doi: 10.1038/s41598-022-21122-6. Erratum in: *Sci Rep.* 2023 Apr 20;13(1):6443.
64. Hooton TM, Bradley SF, Cardenas DD, et al. Diagnosis, prevention, and treatment of catheter-associated urinary tract infection in adults: 2009 international clinical practice guidelines from the Infectious Disease Society of America. *Clin Infect Dis.* 2010;50(5):625-663
65. Schrøder B, Tentor F, Miclăuș T, Stærk K, Andersen TE, Spinelli M, Rendeli C, Del Popolo G, Bagi P, Nielsen LF. New micro-hole zone catheter reduces residual urine and mucosal microtrauma in a lower urinary tract model. *Sci Rep.* 2024 Jan 27;14(1):2268. doi: 10.1038/s41598-024-52505-6.
66. Stærk K, Schrøder B, Jensen LK, Petersen T, Andersen TE, Nielsen LF. Catheter-associated bladder mucosal trauma during intermittent voiding: An experimental study in pigs. *BJUI Compass.* 2023 Nov 30;5(2):217-223. doi: 10.1002/bco2.295.

67. Wu, Y., Nanninga, J., Roth, E. J., & Mervine, J. (1991). [536] Managing urinary tract infection in spinal cord injury. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 28(1), 427-428.]
68. The prevention and management of urinary tract infections among people with spinal cord injuries. National Institute on Disability and Rehabilitation Research Consensus Statement. January 27-29, 1992. *J Am Paraplegia Soc.* 1992 Jul;15(3):194-204. doi: 10.1080/01952307.1992.11735873.
69. Chua HC, Tow A, Tan ES. The neurogenic bladder in spinal cord injury--pattern and management. *Ann Acad Med Singap.* 1996 Jul;25(4):553-7.
70. Haylen BT, Lee J, Hesselbee S, Law M, Zhou J. Recurrent urinary tract infections in women with symptoms of pelvic floor dysfunction. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct.* 2009 Jul;20(7):837-42. doi: 10.1007/s00192-009-0856-3. Epub 2009 Mar 17
71. Truzzi JC, Almeida FM, Nunes EC, Sadi MV. Residual urinary volume and urinary tract infection--when are they linked? *J Urol.* 2008 Jul;180(1):182-5. doi: 10.1016/j.juro.2008.03.044. Epub 2008 May 21
72. Merritt JL. Residual urine volume: correlate of urinary tract infection in patients with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 1981 Nov;62(11):558-61.
73. Hinman F Jr. Intermittent catheterization and vesical defenses. *J Urol.* 1977 Jan;117(1):57-60. doi: 10.1016/s0022-5347(17)58336-6.
74. Cardenas DD, Mayo ME. Bacteriuria with fever after spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 1987 May;68(5 Pt 1):291-3.
75. Wyndaele JJ, Maes D. Clean intermittent self-catheterization: a 12-year followup. *J Urol.* 1990 May;143(5):906-8. doi: 10.1016/s0022-5347(17)40132-7.
76. Prieto-Fingerhut T, Banovac K, Lynne CM. A study comparing sterile and nonsterile urethral catheterization in patients with spinal cord injury. *Rehabil Nurs.* 1997 Nov-Dec;22(6):299-302. doi: 10.1002/j.2048-7940.1997.tb02122.x.
77. Qu'est-ce que l'autosondage intermittent ? 20 juin 2024, Site internet de Coloplast. Consulté le 06/11/24 Disponible sur <https://www.coloplast.fr/intestin-vessie/utilisateurs/troubles-urinaires/autosondage-intermittent/> [En ligne]
78. Domurath B, Kutzenberger J, Kurze I, Knoth HS. Clinical evaluation of a newly developed catheter (SpeediCath Compact Male) in men with spinal cord injury: residual urine and user evaluation. *Spinal Cord.* 2011 Jul;49(7):817-21. doi: 10.1038/sc.2011.14. Epub 2011 Mar 1.
79. Biering-Sørensen F, Hansen HV, Nielsen PN, Looms D. Residual urine after intermittent catheterization in females using two different catheters. *Scand J Urol Nephrol.* 2007;41(4):341-5. doi: 10.1080/00365590601068983
80. Chartier-Kastler E, Amarenco G, Lindbo L, Soljanik I, Andersen HL, Bagi P, Gjødsbøl K, Domurath B. A prospective, randomized, crossover, multicenter study comparing quality of

- life using compact versus standard catheters for intermittent self-catheterization. J Urol. 2013 Sep;190(3):942-7. doi: 10.1016/j.juro.2013.04.026. Epub 2013 Apr 12.
81. Debugne T, Foucret S, Moissenet F. Freins à l'auto-sondage intermittent en 2016 : enquête préliminaire de perception et implications [Barriers related to the use of self-catheterization : preliminary survey of perception and implications]. Rev Med Brux. 2017;38(3):136-142. French

Table des matières

.....	1
Liste des abréviations	11
Introduction	13
1. Physiopathologie de la vessie : Rappel et prise en charge	15
1.1. Rappel anatomique de l'appareil urinaire	15
1.2. Troubles urinaires : Incontinence et rétention urinaire	18
2. Le dispositif médical de vidange vésical : La sonde urinaire.....	23
2.1. Les différents types de sondes de drainage urinaire	23
2.2. Les caractéristiques d'une sonde urinaire pour sondage intermittent	24
3. Le sondage urinaire intermittent	32
3.1. Généralités.....	32
3.2. Éducation thérapeutique à l'autosondage intermittent	34
3.3. Les patients concernés par l'autosondage intermittent	37
3.4. Difficultés et obstacles à la pratique du sondage intermittent	41
4. Sondage intermittent et Infections urinaires	44
4.1. Les bases concernant les infections urinaires	44
4.2. La problématique environnementale et sociétale de l'antibiothérapie	50
4.3. Le rôle de l'urothélium vésical	51
4.4. Infection urinaire à E. Coli	55
5. Les facteurs de risques d'infection urinaire	58
5.1. Modèle des facteurs de risque	58
5.2. Diminution du risque de contamination avec embout d'insertion et gaine protectrice	61
5.3. Quelles sont les sondes ayant une bonne lubrification ?	63
5.4. Lubrification de la sonde & microtraumatismes de l'urètre	67
5.5. Embout et risque d'infection urinaire : Quel embout pour éviter les lésions de l'urothélium ?	72
5.6. Œils de la sonde et aspiration de la muqueuse vésicale	74
5.7. L'urothélium vésical après aspiration mucosale et repositionnement de la sonde	79
5.8. Le résidu urinaire post-sondage comme facteur de risque infectieux	82
5.9. Pourquoi la sonde urinaire ne draine-t-elle pas entièrement la vessie ?	87
5.10. Quelle longueur de sonde pour éviter le risque de résidu d'urine ?	89
Conclusion	92
Bibliographie	96
Table des illustrations	105

Table des illustrations

Figure 1 : Anatomie de l'appareil urinaire [4].....	15
Figure 2 : Innervation de la vessie [4]	18
Figure 3 : Sonde Micro-Hole Zone Technology de Coloplast [17]	27
Figure 4 : Schéma d'un embout de type Nelaton (a), Ergothan (b), Olivaire (sphérique) (c) et Tiemann (d) [19]	29
Figure 5 : Sonde pour homme avec gaine (Manfred Sauer) [17]	30
Figure 6 : Technique d'autosondage chez la femme [27]	36
Figure 7 : Technique d'autosondage chez l'homme [27]	36
Figure 8 : Scores moyens de qualité de vie divisés par domaines (0 à 4) (n=3464) [3]	42
Figure 9 : Algorithme et stratégie de prise en charge globale et prévention du risque infectieux [40]	48
Figure 10 : Couches cellulaires de l'urothélium vésical [47]	52
Figure 11 : Coupe histologique de l'urothélium vésical (Université médicale de Pavlov, St-Pétersbourg)	53
Figure 12 : Coupe histologique de l'urothélium vésical (Université médicale de Pavlov, St-Pétersbourg)	55
Figure 13 : Épidémiologie des uropathogènes dans les infections urinaires compliquées et non-compliquées [34]	56
Figure 14 : Modèle des facteurs de risque d'infection urinaire par Kennelly et al. [33].....	58
Figure 15 : Exemple d'utilisation de l'embout d'insertion présent sur certains modèles de sondes [57]	62
Figure 16 : Méta-analyse comparant sondes hydrophiles vs non-hydrophiles évaluant l'incidence des IU [61]	65
Figure 17 : Méta-analyse comparant sondes hydrophiles vs non-hydrophiles évaluant l'incidence des IU [54].	65
Figure 18 : Méta-analyse comparant sondes hydrophiles vs non-hydrophiles évaluant l'hématurie [54].	66
Figure 19 : a) Graphique montrant l'angle de contact à la surface des différentes sondes. b) Photographie des gouttes d'eau sur la surface des sondes [62].	67
Figure 20 : Comparaison du CoF de différentes marques sondes mesuré sur un modèle urétral in-vitro [62].	69
Figure 21 : Photographie au microscope des dommages causés au modèle d'épithélium in vitro post-sondage [62].	70

Figure 22 : Graphique montrant le pourcentage de surface du modèle d'épithélium in-vitro recouvert de cellules après passage de la sonde [62].	70
Figure 23 : Coupe et zoom sur les œils de différentes marques de sondes [62].....	70
Figure 24 : Valeur de CoF après le passage des sondes sur l'épithélium avec ou sans contact des œils [62].	71
Figure 25 : Pourcentage de cellules sur le modèle in-vitro après le passage des sondes sur l'épithélium avec ou sans contact des œils [62].	71
Figure 26 : Mesure des capteurs de pression intra-cathéter pour les sondes de marque a, b et c [63].	75
Figure 27 : Image endoscopique de l'intérieur et extérieur d'une sonde à 2 œils lors d'un sondage dans le modèle de vessie porcine ex-vivo [63].	76
Figure 28 : Image endoscopique de l'intérieur et extérieur d'une sonde à 2 œils lors d'un sondage dans le modèle de vessie porcine ex-vivo [63].	76
Figure 29 : Image endoscopique de l'intérieur et extérieur d'une sonde à 2 œils lors d'un sondage in-vivo [63].	77
Figure 30 : Nombre d'aspiration de la muqueuse observées dans le modèle de vessie ex-vivo entre les sondes standards et les sondes MHZT [65].	78
Figure 31 : Lésions de la muqueuse vésicale associées aux sondes à 2 œils (A,B,C,D) et aux sondes MHZT (E,F) observées par cystoscopie [66].....	80
Figure 32 : Histologie et immunohistochimie du tissu vésical exposé à des sondages répétés par les S20 et les sondes MHZT [66]	81
Figure 32 : Position d'une sonde et des œils de la sonde dans la vessie [77]	88

ABSTRACT

RÉSUMÉ

Bellivier Léo-Paul

Sondage urinaire intermittent : Quelles caractéristiques des sondes influencent la survenue d'infections urinaires ?

De nombreux patients atteints de pathologies vésicales ont l'obligation de pratiquer le sondage intermittent (SI) quotidiennement pour vidanger leur vessie à l'aide de sondes urinaires. Les infections urinaires (IU) sont un fardeau pour ces patients. Malgré les innovations de ces dispositifs médicaux, il est possible d'identifier des caractéristiques spécifiques qui peuvent influencer les facteurs de risque d'IU lors de la pratique du SI. Cette thèse explore les caractéristiques des sondes en les associant aux facteurs participants à la survenu des infections urinaires chez les patients pratiquants le sondage intermittent.

Tout d'abord, cette thèse comporte un rappel sur la physiopathologie de la vessie et les patients concernés par le sondage intermittent. En seconde partie, nous évoquerons les aspects qui caractérisent une sonde puis nous discuterons de la pratique du SI, ses obstacles et l'éducation thérapeutique des patients. Nous parlerons des IU chez les patients qui se sondent avec le rôle de l'urothélium dans le mécanisme d'infection en troisième partie. En dernier partie, nous explorons les caractéristiques clefs des sondes qui peuvent influencer les facteurs de risque d'IU tels que : Les œils de la sonde, la longueur, la lubrification, l'embout d'insertion, l'extrémité distale, la gaine protectrice. Nous expliquerons en quoi ces différentes caractéristiques et innovations sont des facteurs de risques et quels sont les preuves. L'enjeux est également de modifier les pratiques et avoir un regard différent sur le choix d'une sonde. En conclusion, cette thèse propose un récapitulatif des caractéristiques des sondes à identifier afin de prévenir le risque infectieux chez les patients sous SI lors du choix du matériel de sondage.

Mots-clés : Sondage urinaire ; innovation ; sonde ; cathéter ; infection urinaire

Titre en anglais

Many patients with bladder pathologies require daily intermittent catheterization (IC) to empty their bladders using urinary catheters. Urinary tract infections (UTIs) are a burden for these patients. Despite recent innovations in these medical devices, It is possible to identify specific characteristics that may influence the risk factors for UTIs when performing urinary catheters. This thesis explores the characteristics of catheters and relates them to the factors involved in urinary tract infections in patients using intermittent catheterization.

It begins with a review of bladder pathophysiology and a description of the patients concerned by intermittent catheterization. In the second part, we'll look at the aspects that define intermittent catheterization, then discuss the practice of IC, barriers to IC and patient therapeutic education. In the third part, we discuss specific aspects of UTIs in patients who do IC, and the role of the urothelium in the infection mechanism. In the final section, we explore the key features of catheters that can influence UTI risk factors, such as: catheter eyelet, length, lubrication, insertion tip, distal end, protective sleeve. We'll explain how these different features and innovations are risk factors, and what are the evidence. The objectiv of this thesis is also to change practices with IC and provide a different perspective on the choice of a urinary catheter.

In conclusion, this thesis proposes a summary of catheter characteristics to be identified in order to prevent the risk of infection in patients on IC when choosing the medical device.

Keywords : Intermittent catheterization ; innovation ; catheter ; urinary tract infection