UNIVERSITE DE NANTES

_____

FACULTE DE MEDECINE

_____

Année : 2017 N° 253

THESE

pour le

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

D.E.S de Radiodiagnostic et Imagerie Médicale

par

Arthur DAVID

né le 18 avril 1989 à Nantes

_____

Présentée et soutenue publiquement le 23 novembre 2017

_____

EVALUATION DE LA FAISABILITE ET DE LA SECURITE DU GUIDAGE ECHOGRAPHIQUE LORS DE LA CREATION D'UN SHUNT PORTOSYSTEMIQUE INTRAHEPATIQUE PAR VOIE TRANSJUGULAIRE : UNE ETUDE RETROSPECTIVE MONOCENTRIQUE.

_____

Président : Monsieur le Professeur Eric FRAMPAS

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Frédéric DOUANE

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent respectueusement :

Au président du jury, Monsieur le Professeur Éric FRAMPAS, pour avoir accepté de présider mon jury, pour ta gentillesse, et ton soutien pendant tout mon internat

A Monsieur le Professeur Christophe AUBE, pour m'avoir fait l'honneur de participer au jury de cette thèse, pour vous être déplacé depuis Angers, pour votre expertise reconnue en imagerie hépatique diagnostique et interventionnelle

A Monsieur le Professeur Emmanuel CORON, pour avoir accepté de participer au jury de cette thèse, pour votre expertise reconnue en endoscopie digestive

A Madame le Docteur Isabelle ARCHAMBEAUD, pour avoir accepté de participer au jury de cette thèse, pour votre expertise reconnue en hépatologie clinique

A mon directeur de thèse, Monsieur le Docteur Frédéric DOUANE, pour m'avoir si bien encadré, pour ta disponibilité et ton engagement professionnel, et pour m'inspirer au quotidien dans mon apprentissage de la radiologie interventionnelle

A l'équipe de radiologie interventionnelle, c'est grâce à vous que je m'épanouis dans l'apprentissage de cette spécialité :
Christophe, pour m'avoir tout de suite ouvert les portes de la radiologie interventionnelle, et pour ta bonne humeur au quotidien
Renan, pour ta disponibilité et ta gentillesse
Olivier, pour ta patience et ton calme
Franck, pour la confiance que tu m'accordes

A tous les radiologues des services de radiologie centrale et générale, de radiologie pédiatrique, de neuroradiologie et d'imagerie cardiaque, aux côtés de qui j'ai énormément appris, toujours dans la bonne humeur : Claire, Pierre-Paul, Florence, Axelle, Monsieur Lerat, Valérie, Frédérique, Emmanuelle, Anne-Sophie, Thomas, Marie-Pierre, Naïla, Hubert, Romain, Elisabeth, Alina, Cédric, Jésus, Emeline, Benjamin, Jean-Michel, Karine, Tassadit, Zakary, Pierre-Louis, Flavie

A tous les radiologues du CHD de la Roche-sur-Yon : Marie-Pierre, Philippe, Emmanuel, Audrey, Lydie, Salem, Bruno, Claire, Marion, Monique, Diana, Magda, Audrey

A tous les internes de radiologie avec qui j'ai eu le plaisir de partager des stages, même à ceux pour qui l'internat n'est plus qu'un souvenir : Jérémy, Dean, Stéphanie, Hélène, Pierre-Yves, Pierre-Marie, Cécile, Isabelle, Lili, Edouard, Nicolas, Anne-Laure, Annaël, Arnaud, Aymeric, Romain, Nicolas, Marie, Pauline, Sylvain, Paul, Alexis, William, Zoé, Valentin, Pauline, Diala, Samy, Mathilde, Charlotte, Rim

A tous les manipulateurs en électroradiologie du CHU de Nantes, du CH de Saint-Nazaire, du CHD de La Roche-sur-Yon et du Centre René Gauducheau avec qui j'ai toujours eu plaisir à travailler, en radiologie interventionnelle et diagnostique, en garde et au quotidien.

A toutes les secrétaires de radiologie, en particulier Stéphanie avec qui j'ai tissé des liens particuliers

A mes amis de toujours, Vianney et Charline, Yoann et Chloé, Quentin et Melissa, Paul, Matthieu et Emilie, Robin et Sarah, les moments que l'on passe ensemble sont toujours délicieux

A ma sœur Alice et à Eurydice, pour nos moments de complicité et de rigolade

A mon frère Victor et à Julie, qui restez proches de nous malgré l'éloignement

A mon beau-père Fred et à Rita, pour tous ces moments de partage

A ma belle-mère Marie-Bernard, pour m'avoir écouté et relu et pour ton aide au quotidien

A mes parents, pour m'avoir éduqué et aimé, et pour m'avoir toujours soutenu

A mes trois garçons Basile, Martin et Louis dont je suis si fier

A ma femme Diane, pour tout l'équilibre que tu m'apportes, pour notre complicité inchangée depuis toutes ces années et pour ces beaux moments qui nous attendent encore

ABBREVIATIONS

2D : Bidimensionnelle

3D : Tridimensionnelle

CBCT : Cone-Beam Computed Tomography

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CO_2 : Dioxyde de Carbone

DIPS : Direct Intrahepatic Portal Shunt

EH : Encéphalopathie Hépatique

ET : Ecart-Type

GPP : Gradient de Pression Portosystémique

HTP : Hypertension Portale

IC : Intervalle de Confiance

IIQ : Intervalle Inter-Quartile

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

IVUS : Intravascular Ultrasound

MELD score : Model for End-stage Liver Disease score

PDS : Produit Dose-Surface

PTFE : Polytétrafluoroéthylène

SIR-CIRSE : Society of Interventional Radiology-Cardiovascular and Intervention Radiology Society of Europe

SPS : Shunt Porto-Systémique

TIPS : Transjugular Intrahepatic Portosystemic Shunt

VCI : Veine Cave Inférieure

VSH : Veine Sus-Hépatique

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION **1**
I.1 L'hypertension portale **1**
I.2 Principes généraux du TIPS **3**
I.3 Complications de la ponction portale **7**
I.4 Anatomie vasculaire appliquée à la ponction portale **8**
I.5 Guidage de la ponction portale **11**
I.5.1 Techniques reposant sur la fluoroscopie **11**
I.5.1.1 Techniques de portographie directe **11**
I.5.1.2 Techniques de portographie indirecte par voie sus-hépatique **11**
I.5.1.3 Techniques de portographie indirecte par voie artérielle **12**
I.5.1.4 Techniques du « gunsight » **13**
I.5.1.5 Limites des techniques reposant sur la fluoroscopie **14**
I.5.2 Techniques reposant sur le scanner ou le cone-beam computed tomography **15**
I.5.2.1 Description des techniques **15**
I.5.2.2 Limites des techniques **16**
I.5.3 Techniques reposant sur l'imagerie par résonance magnétique **16**
I.5.3.1 Description des techniques **16**
I.5.3.2 Limites des techniques **17**
I.5.4 Techniques reposant sur l'échographie **18**
I.5.4.1 Méthodes nécessitant une ponction percutanée échoguidée **18**
I.5.4.2 Echographie 3D **18**
I.5.4.3 Echographie intravasculaire **19**
I.5.4.4 Echographie 2D par voie transpariétale **19**
II. MATERIELS ET METHODES **21**
II.1 Population d'étude **21**
II.2 TIPS avec échoguidage **21**
II.3 Paramètres d'évaluation et définitions **26**
III. RESULTATS **28**
IV. DISCUSSION **35**
V. CONCLUSION **41**
REFERENCES **42**
ANNEXE I : DIAGRAMME DE FLUX **48**
ANNEXE II : CRITERES DE WEST-HAVEN MODIFIES **49**
ANNEXE III : TABLE DES FIGURES **50**
ANNEXE IV : TABLE DES TABLEAUX **51**

I. INTRODUCTION

La création d'un shunt portosystémique intrahépatique par voie transjugulaire (TIPS) est une intervention radiologique de plus en plus utilisée dans le traitement des complications de l'hypertension portale (HTP). L'étape du repérage et de la ponction portale nécessite un système de guidage reposant sur l'imagerie.

I.1 L'hypertension portale

Le système veineux portal est un système circulatoire sanguin unique connectant deux lits capillaires : celui du tractus gastro-intestinal et du parenchyme splénique et celui des veines hépatiques sinusoïdes. La veine porte transporte le sang depuis les viscères abdominaux et se ramifie dans le foie pour se terminer en sinusoïdes hépatiques. La veine porte est formée de la confluence entre la veine splénique et la veine mésentérique supérieure ; la veine mésentérique inférieure se drainant le plus souvent dans la veine splénique. D'autres veines participent à la formation du tronc porte, telles que les veines gastriques droite et gauche, la veine para-ombilicale et la veine cystique (Figure 1).

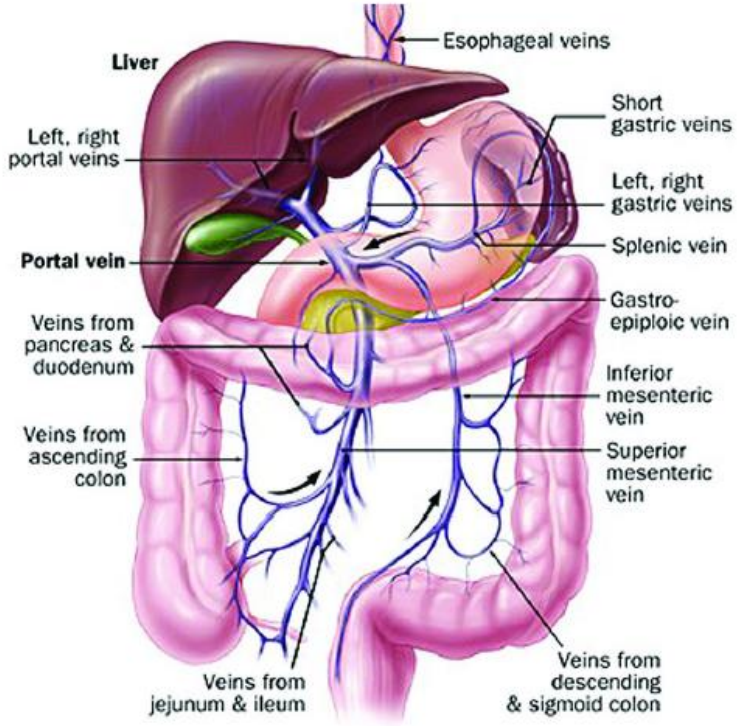


Figure 1 : Anatomie du système veineux portal, d'après [1]

La pression portale normale est comprise entre 5 et 10 mmHg, tandis que le gradient de pression entre la veine cave inférieure (VCI) et la veine porte (gradient de pression porto-systémique : GPP) est normalement compris entre 1 et 5 mmHg [2].

L'HTP est définie par l'augmentation du GPP au-delà de ces valeurs normales, avec un retentissement clinique (ascite, rupture de varices, etc.) généralement observé pour des valeurs dépassant 10 à 12 mmHg [2-5].

L'HTP peut résulter d'un blocage survenant à différents niveaux : au niveau de la veine porte ou de ses affluents (bloc infra-hépatique), au niveau des sinusoïdes (bloc intra-hépatique) ou au niveau du retour veineux sus-hépatique (bloc supra-hépatique). L'HTP sur bloc infra-hépatique est généralement secondaire à une thrombose portale aiguë ou chronique (avec ou sans cavernome organisé), ou résulte d'une compression extrinsèque du système portal. Elle est donc généralement associée à une fonction hépatique normale. L'HTP sur bloc supra-hépatique peut être causée par une thrombose des VSH (syndrome de Budd-Chiari), par une occlusion ou compression de la VCI ou par une péricardite constrictive. L'HTP sur bloc intra-hépatique peut être *périsinusoïdale* (bilharziose hépatique, granulomatoses, cirrhose biliaire primitive, HTP idiopathique), *sinusoïdale* (cirrhose et fibrose) ou *post-sinusoïdale* (maladie veino-occlusive).

En plus de cette augmentation des résistances vasculaires au flux sanguin portal, d'autres phénomènes participent à l'élévation des pressions portales, comme la vasodilatation splanchnique augmentant l'apport veineux portal, ou la dysfonction endothéliale sinusoïdale hépatique [2,6].

L'HTP peut se compliquer d'hémorragies variqueuses, d'ascite, de thrombose porte, mais aussi du syndrome hépatorénal et d'encéphalopathie hépatique (EH) sur de volumineux shunts porto-systémiques (SPS) [6-9].

La prise en charge de ces complications, médicamenteuse ou interventionnelle, s'attachera donc préférentiellement à diminuer le GPP et/ou à ligaturer ou emboliser d'éventuelles varices.

I.2 Principes généraux du TIPS

Le TIPS est une intervention radiologique, initialement décrite par *Rösch et al* dans les années 1970 [10], consistant en la création d'un shunt intra-hépatique entre une VSH et une branche portale intra-hépatique. Nous reviendrons plus en détails sur la technique de pose dans la section « Matériels et méthodes ».

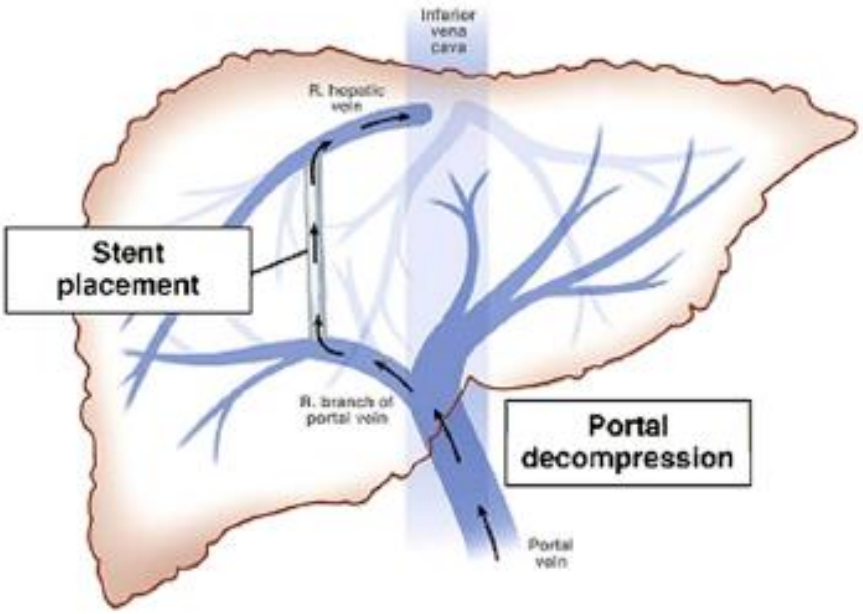


Figure 2 : Représentation schématique du placement du TIPS, d'après [11]

Le TIPS, notamment depuis l'utilisation de prothèses couvertes, a progressivement remplacé le shunt chirurgical dans la prise en charge des complications de l'HTP, avec des taux de succès équivalents et une morbi-mortalité moins importante [12,13].

Les indications communément admises du TIPS sont résumées dans le tableau 1. Les principales indications sont les hémorragies digestives d'origine variqueuse et l'ascite réfractaire.

Hémorragies digestives d'origine variqueuse. La prise en charge en première intention des saignements digestifs aigus d'origine variqueuse repose sur les traitements médicamenteux et endoscopiques puis, en cas d'échec, sur la pose d'un TIPS [14]. Des essais contrôlés ont montré la diminution significative de la mortalité à un an chez les patients ayant bénéficié de la pose d'un TIPS dans les soixante-douze heures après le contrôle du saignement (early-TIPS) [15,16]. Ceci amena les recommandations internationales basées sur la conférence de Baveno VI à considérer l'early-TIPS comme une option thérapeutique chez les patients cirrhotiques à haut risque [17]. Concernant la prévention secondaire de la rupture de varices, le TIPS est actuellement recommandé chez les patients ayant présenté plus d'une décompensation hémorragique, après échec du traitement pharmacologique et endoscopique [18]. Un essai contrôlé et une méta-analyse récente ont montré que des incidences plus faibles de resaignement étaient observées quand la pose de TIPS s'accompagnait d'une embolisation de varices [18,19].

Ascite réfractaire. Les recommandations actuelles préconisent la pose de TIPS seulement chez les patients intolérants aux paracentèses répétées à grand volume [17]. Cependant, les résultats de méta-analyses et essais contrôlés récents sont en faveur d'un élargissement des indications du TIPS aux dépens de la paracentèse, avec une efficacité clinique supérieure [20] et surtout une meilleure survie à un an [21].

Les autres indications, reposant surtout sur des séries de cas, incluent notamment l'hydrothorax hépatique [22,23], le syndrome hépatorénal [24], le syndrome de Budd-Chiari [25,26], l'occlusion portale [27], l'hémorragie sur rupture de varices ectopiques [28], le syndrome hépato-pulmonaire [29] et la maladie veino-occlusive hépatique [30].

Indications principales
Hémorragie digestive aiguë sur rupture de varices
Prévention secondaire du saignement d'origine variqueuse
Ascite réfractaire
Indications secondaires
Hydrothorax hépatique
Syndrome hépatorénal
Syndrome de Budd-Chiari
Occlusion portale
Hémorragie sur rupture de varices ectopiques
Syndrome hépato-pulmonaire
Maladie veino-occlusive hépatique

Tableau 1 : Indications du TIPS

Les effets secondaires du TIPS incluent notamment la détérioration transitoire de la fonction hépatique liée à la déportalisation, la décompensation cardiaque liée à l'augmentation de la précharge [31] et l'EH liée au passage de sang non détoxifié d'origine digestive dans la circulation systémique avec des taux d'EH réfractaire post-TIPS rapportés autour de 8 à 43% (22% en moyenne) [32-36].

Les contre-indications à la pose de TIPS sont résumées dans le tableau 2.

Contre-indications absolues	
	Insuffisance cardiaque congestive ou hypertension artérielle pulmonaire sévère
	Polykystose hépatique
	Sepsis non contrôlé
	Obstruction biliaire non traitée
Contre-indications relatives	
	Hépatocarcinome, surtout de localisation centrale
	Occlusion portale ou sus-hépatique
	Coagulopathie sévère (INR > 5, plaquettes inférieures à 20000)
	Hypertension artérielle pulmonaire modérée

Tableau 2 : Contre-indications du TIPS

Une sélection des patients en réunion de concertation pluridisciplinaire est donc indispensable. Elle repose essentiellement sur une triple évaluation hépatologique (âge, EH pré existante, MELD score), cardiologique (clinique, échographie transthoracique voire cathétérisme cardiaque droit) et radiologique (anatomie vasculaire, masses hépatiques, perméabilité portale et sus-hépatique),

I.3 Complications de la ponction portale

Les complications précoces du TIPS sont principalement liées aux accidents de ponction lors de l'accès portal ; le repérage et la ponction de la branche porte intra hépatique étant considérée comme l'étape la plus difficile. Plusieurs tentatives sont souvent nécessaires, avec un taux de complication proportionnel au nombre de ponctions.

Les complications de la ponction portale sont principalement représentées par les effractions capsulaires à risque d'hémopéritoine, les ponctions accidentelles biliaires, artérielles ou d'un organe de voisinage [11,37].

La ponction biliaire et la formation de fistule biliaire sont des complications rares, rapportées dans moins de 5% des cas [37]. La ponction accidentelle des conduits biliaires ou de la vésicule est généralement bien tolérée [11], mais des cas d'hémobilie, d'angiocholite et d'infection de stent (TIPSite) ont été rapportés [38,39]. Par ailleurs, la formation d'une fistule à la suite d'une plaie des canaux biliaires peut conduire à la survenue de thrombose aiguë de stent, en raison du caractère thrombogène de la bile [11,37,40]. L'incidence des ponctions artérielles est d'environ 6% [11,28,41], celles-ci étant cliniquement symptomatiques dans 2% des cas, quand elles occasionnent hémorragies, pseudo-anévrismes, dissections/occlusions vasculaires ou encore fistules artério-portes [37].

La plaie capsulaire était une complication commune de la pose de TIPS, survenant dans près de 30% des cas [11] lorsque la ponction portale était effectuée « à l'aveugle », reposant uniquement sur des repères anatomiques. La plaie d'organe de voisinage est une complication plus rare de la ponction transhépatique, généralement bien tolérée. Les organes à risque sont la vésicule, le rein droit, le duodénum et l'angle colique droit. La connaissance pré-thérapeutique de l'anatomie vasculaire hépatique du patient (explorable en scanner et en IRM) et l'utilisation d'un outil de guidage approprié sont essentielles pour la planification et la réalisation de la ponction portale sécurisée lors de la création d'un TIPS.

I.4 Anatomie vasculaire appliquée à la ponction portale

Il est indispensable pour les radiologues interventionnels posant des TIPS de disposer d'une connaissance approfondie de l'anatomie vasculaire du foie. La taille et la morphologie du foie sont variables d'un patient à l'autre, particulièrement en cas de dysmorphie hépatique sur cirrhose. Les rapports anatomiques entre les veines hépatiques et portales sont inconstants. Il existe trois VSH principales : la VSH droite, la VSH médiane et la VSH gauche, rejoignant la VCI à environ deux centimètres de l'oreillette droite. Dans la majorité des cas, les VSH médiane et gauche forment un tronc commun et rejoignent la VCI en avant, tandis que la VSH droite se draine postéro-latéralement et plus crânialement que la VSH médiane (Figure 3).

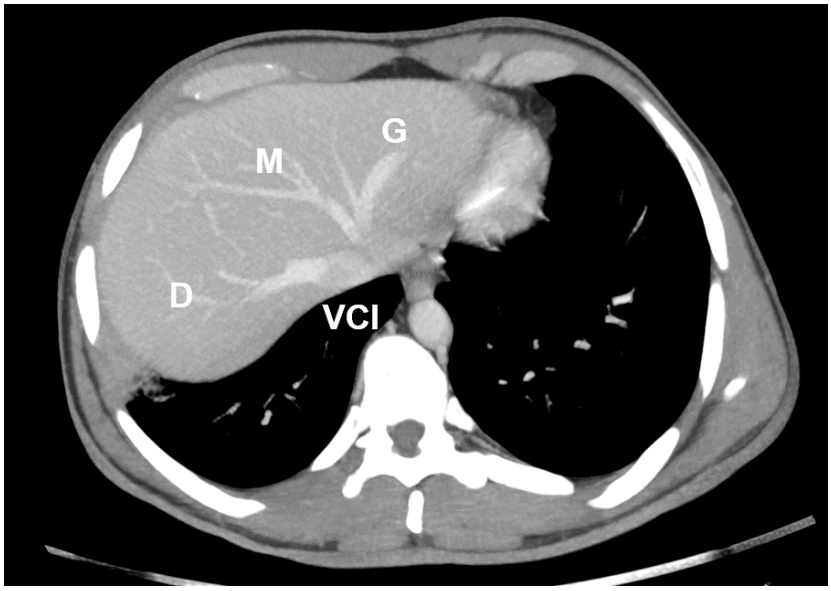


Figure 3 : Coupe axiale d'un scanner abdominal injecté au temps portal au niveau de la confluence des veines sus-hépatiques (VSH), montrant un exemple d'anatomie modale des VSH. On note un drainage postérieur de la VSH droite (D) dans la veine cave inférieure (VCI) et un tronc commun réunissant les VSH gauche (G) et médiane (M)

Les variantes anatomiques des VSH sont retrouvées chez environ 30% des patients. Une large VSH droite inférieure drainant de façon dominante le secteur postérieur du foie droit est retrouvée chez environ 3 à 5% des patients [43]. Elle rejoint alors la VCI bien en amont de l'oreillette droite. La VSH droite supérieure peut dans ce cas-là être atrésique voire absente. Dans certaines situations clinico-anatomiques, aucune des VSH n'est utilisable pour la création d'un TIPS, comme dans les syndromes de Budd-Chiari, rendant plus pertinente la création d'un shunt entre la VCI et une branche portale (DIPS = direct intrahepatic portal shunt).

Le système porte est également sujet aux variations anatomiques. Dans sa configuration modale, un tronc portal droit existe, se projetant généralement entre les dixième et douzième côtes droites (Figure 4).

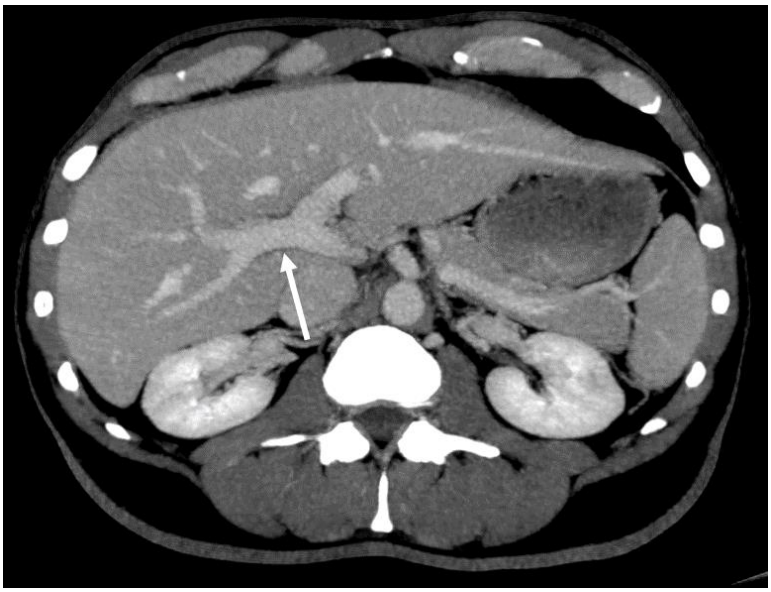


Figure 4 : Coupe axiale d'un scanner abdominal injecté au temps portal au niveau de la bifurcation portale montrant un exemple de configuration anatomique modale du système veineux portal, avec la présence d'un tronc de la branche portale droite (flèche)

Ce tronc est cependant absent chez environ 11% des patients, lesquels présentent donc une trifurcation du tronc porte en deux branches sectorielles postérieure et antérieure droites et une branche portale gauche. D'autres variantes existent, telles que la naissance de la branche sectorielle postérieure droite directement du tronc porte (5%), ou la naissance de la branche sectorielle antérieure droite au niveau de la branche portale gauche (4%) [42].

Pour la création de TIPS, il est également essentiel de connaître les rapports anatomiques classiques entre le système veineux sus-hépatique et le système portal. La VSH droite chemine entre les secteurs antérieur et postérieur du foie droit, naissant de façon crâniale et postérieure à la branche portale droite. La VSH médiane divise les foies droit et gauche, naissant en avant et en haut de la branche portale droite. Par conséquent, la ponction visant à accéder à la branche portale droite doit être dirigée en avant en cas d'utilisation de la VSH droite et en arrière en cas d'utilisation de la VSH médiane.

Par ailleurs, la ponction portale doit intéresser une branche intrahépatique, et non sa portion tronculaire, qui est parfois péritonisée (risque hémorragique).

Le passage aveugle d'une aiguille d'une VSH à une branche portale est donc parfois difficile et dangereux, particulièrement chez les patients candidats à la pose d'un TIPS, souvent cirrhotiques, avec des distorsions variables de l'anatomie hépatique. S'agissant d'une intervention radiologique, la ponction portale à l'aveugle est à proscrire et doit donc être assistée par un système de guidage reposant sur l'imagerie.

I.5 Guidage de la ponction portale

De nombreuses techniques ont été décrites (résumées dans le Tableau 3), reposant sur différentes modalités d'imagerie et présentant chacune des avantages et des inconvénients.

I.5.1 Techniques reposant sur la fluoroscopie

Majoritairement utilisées, de nombreuses techniques de guidage de la ponction portale reposent sur la fluoroscopie.

I.5.1.1 Techniques de portographie directe

Parmi les techniques de guidage initialement utilisées, le cathétérisme d'une branche portale intrahépatique pour portographie directe peut être réalisé par voie percutanée, sous contrôle fluoroscopique mais actuellement surtout échographique. La branche portale gauche est préférentiellement ponctionnée par voie sous-xyphoïdienne, mais une voie intercostale droite reste également possible [43,44]. Une fois l'injection de produit de contraste iodé réalisée pour obtenir la portographie, un guide radio opaque peut être utilisé pour faciliter le ciblage du système porte.

D'autres approches de portographie directe ont été décrites, telles que le cathétérisme de la veine paraombilicale recanalisée, par ponction directe, permettant de réaliser une portographie rétrograde [45]. Cette technique peut s'avérer difficile si la veine paraombilicale est petite ou tortueuse [46].

Enfin, la splénoportographie percutanée repose sur une ponction intrasplénique à l'aiguille fine sous contrôle échographique, suivie d'une injection de produit de contraste iodé [42].

I.5.1.2 Techniques de portographie indirecte par voie sus-hépatique

Afin d'éviter une ponction transhépatique (ou transplénique) supplémentaire, la portographie indirecte par voie sus-hépatique a été développée et largement répandue, permettant l'obtention d'une opacification indirecte du système porte via un flux trans-sinusoïdal [47-51]. Cette méthode peut être réalisée grâce à un cathéter, avec ou sans ballon d'occlusion, en situation « bloquée », c'est-à-dire obstructif de la VSH. Une injection douce de produit de contraste iodé ou de dioxyde de carbone (CO_2) est alors effectuée afin d'obtenir une opacification trans-sinusoïdale du système porte (Figure 5).

Le CO_2 semble l'agent de contraste à utiliser préférentiellement, en raison de sa faible viscosité avec reflux libre dans les sinusoïdes, de son faible coût, de son absence de toxicité et de sa disponibilité [50,51]. Par ailleurs, l'utilisation d'un ballon d'occlusion apparaît moins traumatique et plus efficace que la technique du cathéter bloqué [52].

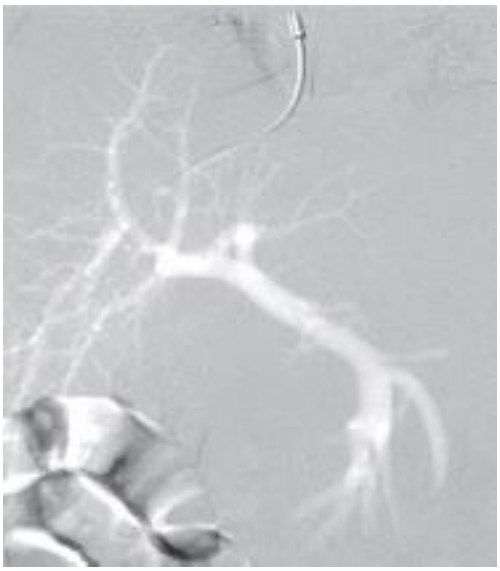


Figure 5 : Exemple de portographie indirecte par voie sus-hépatique réalisée avec injection de CO_2 et utilisation d'un ballon d'occlusion [53]

I.5.1.3 Techniques de portographie indirecte par voie artérielle

Une portographie indirecte peut également être obtenue durant la phase portale d'une artériographie mésentérique supérieure (voire splénique), après injection d'une assez grande quantité de produit de contraste (30 à 60 cc) [53]. En plus de pouvoir fournir un portogramme, la voie artérielle peut permettre la mise en place d'un guide dans l'artère hépatique droite afin de faciliter le ciblage portal [54,55]. Une technique de splénoportographie indirecte par injection de CO_2 en cathéter bloqué dans l'artère splénique a également été rapportée comme alternative à la portographie artérielle mésentérique supérieure [56].

I.5.1.4 Technique du « gunsight »

Cette technique, décrite lorsqu'aucune des VSH n'est accessible par voie jugulaire, peut être utilisée pour la création d'un DIPS, shunt direct entre la VCI et une branche portale [57]. Des lassos sont placés dans la branche portale (par voie transhépatique) et dans la VCI, puis l'arceau est orienté de façon à aligner les boucles. Une aiguille fine est alors avancée sous contrôle scopique à travers les deux boucles, permettant de placer un guide récupéré par voie jugulaire afin de compléter la pose du DIPS (Figure 6).

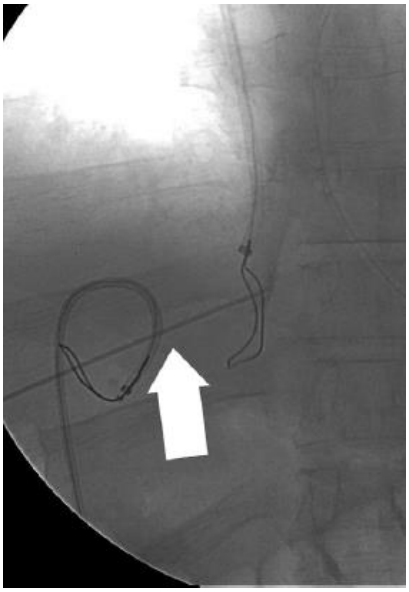


Figure 6 : Techniques du « gunsight » : une aiguille fine (flèche) est avancée sous contrôle scopique à travers deux boucles intravasculaires placées dans la veine cave inférieure et la branche portale, permettant d'attraper un guide par voie jugulaire puis d'avancer un cathéter dans la branche portale afin de compléter la pose de shunt portocave direct (DIPS) [42]

I.5.1.5 Limites des techniques reposant sur la fluoroscopie

L'utilisation d'une portographie bidimensionnelle (2D) pour guider la ponction portale constitue l'une des méthodes de guidage les plus fréquemment employées. Cependant, en dehors du cas particulier du gunsight, il ne s'agit pas d'une imagerie véritablement temps-réel du système portal, et les mouvements du patient, en particulier respiratoires, peuvent altérer les repères anatomiques fournis. De plus, s'agissant d'une imagerie bi-dimensionnelle, l'effet de parallaxe peut être à l'origine d'approximations de la trajectoire de ponction dans le plan antéro-postérieur.

Ces techniques de portographie directe ou indirecte présentent un caractère invasif :

1) les différentes techniques de portographie directe transhépatique, de splénoportographie, de ponction de veine para-ombilicale ou du gunsight, nécessitant nécessitent une ponction supplémentaire, sont associées à un risque accru d'hématome parenchymateux hépatique ou splénique, de pseudo-anévrisme artériel, de fistule artério-porte, de plaie biliaire, voire de saignement intrapéritonéal. Ce surrisque est particulièrement marqué dans la population de patients candidats à la pose d'un TIPS, qui présentent fréquemment une ascite et/ou des troubles de l'hémostase. C'est la raison pour laquelle les techniques de portographie indirecte par voie sus-hépatique ont été développées, permettant ainsi d'obtenir un remplissage rétrograde de la veine porte dans environ 76% des cas [58]. Cependant, des lacérations hépatiques ont été rapportées avec cette méthode, le risque semblant minoré par une injection douce et l'utilisation d'un ballon d'occlusion [52].

2) un surplus d'utilisation de produit de contraste est nécessaire pour obtenir la portographie, avec donc un surrisque de néphrotoxicité. La portographie indirecte au CO_2 a été décrite, avec les avantages déjà cités. Le CO_2, cependant, fournit une résolution inférieure à celle des agents iodés. Sa faible viscosité favorise le reflux trans-sinusoïdal, mais l'amène également à emprunter les voies de faibles résistances. Ceci peut entraîner une opacification préférentielle des collatérales plutôt que du tronc porte, ainsi qu'une possible sous-estimation de la taille des vaisseaux [42].

3) ces techniques basées sur l'utilisation de la fluoroscopie sont logiquement à l'origine d'une exposition majorée aux rayonnements X, à la fois pour le patient et pour l'opérateur [59].

I.5.2 Techniques reposant sur le scanner ou le cone-beam computed tomography

Si les techniques basées sur la fluoroscopie sont les plus communément utilisées pour le guidage de la ponction portale dans le TIPS, l'utilisation de l'imagerie du scanner et du cone-beam computed tomography (CBCT) ont également été décrites.

I.5.2.1 Description des techniques

Le scanner peut être utilisé pour guider une ponction transhépatique joignant une branche portale à une VSH ou à la VCI. Un guide est ensuite récupéré sous contrôle scopique afin de compléter la création d'un DIPS ou d'un TIPS [60,61]. Les données du scanner réalisé en préopératoire, notamment les reconstructions tridimensionnelles (3D) du système vasculaire, peuvent également être utilisées. La ponction portale est alors effectuée sous contrôle fluoroscopique, soit en utilisant les angles et distances mesurées sur les reconstructions 3D données pour ajuster le trajet de l'aiguille [62], soit en fusionnant la reconstruction 3D de la circulation portale avec l'imagerie 2D ou 3D per-opératoire (Figure 7) [63,64].

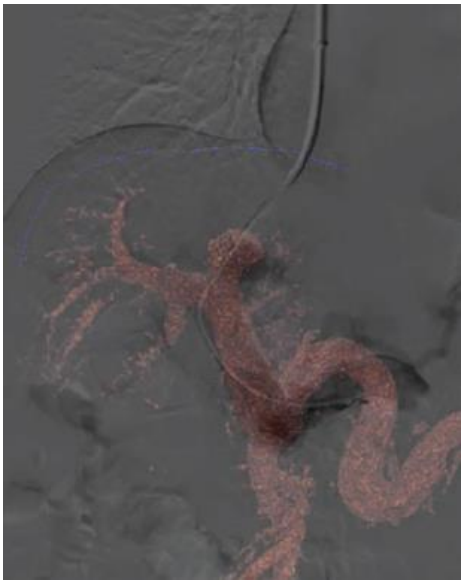


Figure 7 : Exemple d'un patient chez qui un TIPS a été posé avec guidage de la ponction portale facilité par la fusion de la fluoroscopie avec un portogramme 3D reconstruit à partir des données d'un scanner injecté préopératoire [63]

Avec l'évolution du CBCT, qui permet l'obtention d'une imagerie en coupes à partir de la reconstruction 3D d'une acquisition rotationnelle, plusieurs équipes ont rapporté l'utilisation de cette modalité pour faciliter l'accès portal lors des poses de TIPS. Le CBCT a aussi été utilisé pour générer une portographie rotationnelle 3D obtenue après injection en cathéter bloqué de CO_2, ensuite fusionnée avec l'image fluoroscopique pour guider la ponction portale [65-67].

I.5.2.2 Limites de ces techniques

Ces différentes modalités ne correspondent pas à une imagerie temps réel mais à l'utilisation, soit d'une acquisition réalisée en per-opératoire (préalablement à la ponction portale), soit d'une imagerie préopératoire. La fusion avec la fluoroscopie temps-réel est donc limitée par une modification de l'anatomie (ascite), par les mouvements respiratoires, ou par la descente du foie liée à la ponction (déformation rigide).

De plus ces techniques sont chronophages (temps de post-traitement nécessaire), par conséquent peu adaptées aux situations d'urgence.

I.5.3 Techniques reposant sur l'imagerie par résonance magnétique

Moins communément utilisée, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) peut cependant présenter une certaine utilité.

I.5.3.1 Description des techniques

L'IRM hépatique au temps portal a été utilisée par certains auteurs, en se basant sur des repères anatomiques pour la pose de TIPS [68]. Plus récemment, l'utilisation d'un appareil hybride IRM/fluoroscopie a été évaluée [69,70] (Figure 8). Cette technique, reposant sur l'association d'un appareil IRM ouvert et d'un capteur plan fluoroscopique placé à l'intérieur, nécessite l'utilisation d'instruments en nitinol IRM-compatibles.

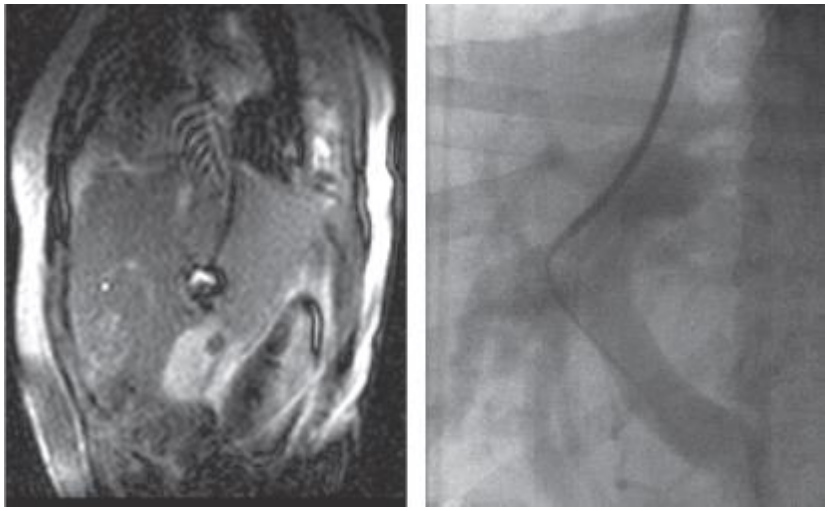


Figure 8 : Exemple de patient chez qui un TIPS a été posé avec guidage hybride IRM-fluoroscopie avec à gauche l'image d'IRM montrant l'aiguille dirigée vers la branche portale cible et à droite la fluoroscopie réalisée après ponction veineuse portale [70]

I.5.3.2 Limites des techniques

Tout d'abord, les angio-IRM portales sont susceptibles d'être altérées par les artéfacts liés aux mouvements respiratoires, aux matériels métalliques ou aux flux vasculaires. Ceci peut rendre difficile la définition des rapports anatomiques.

Ensuite, le suivi du trajet des guides et cathéters est difficile sur une imagerie en coupe [42].

Enfin, l'IRM nécessite de longs temps d'acquisition et demeure une technique peu disponible, voire anecdotique concernant le double guidage IRM/fluoroscopie.

I.5.4 Techniques reposant sur l'échographie

Plusieurs méthodes reposant sur l'échographie 2D, 3D ou intravasculaire existent.

I.5.4.1 Méthodes nécessitant une ponction percutanée

L'échographie 2D peut être utilisée pour réaliser une ponction percutanée transhépatique permettant de transfixier une branche portale et une VSH afin de passer un guide ensuite récupéré par voie transjugulaire [71].

Certains auteurs ont décrit le placement échoguidé d'un marqueur radio-opaque à proximité d'une branche portale, utilisée ensuite pour faciliter le ciblage sous contrôle fluoroscopique [72,73].

Ces différentes techniques, en nécessitant la réalisation d'une ponction supplémentaire, sont grevées d'un surrisque hémorragique.

I.5.4.2 Echographie 3D

L'échographie 3D, également été décrite pour planifier et guider la ponction portale [74], repose sur plusieurs balayages intermittents, avec reconstructions volumiques, réalisés avant et pendant l'intervention. Elle permet de faciliter les différentes étapes de création de TIPS, du choix de la VSH à la ponction portale et au contrôle du bon déploiement du stent, en facilitant la détection des variantes anatomiques et la correction des erreurs techniques. Aucune étude ne décrit l'utilisation de l'échographie 3D pour un guidage en temps réel de l'aiguille. De plus, elle semble particulièrement sensible aux artéfacts classiques retrouvés chez les patients peu échogènes (ascite, gaz digestifs, obésité).

I.5.4.3 Echographie intravasculaire

Initialement développée pour des applications cardiovasculaires, l'échographie intravasculaire (IVUS = Intravascular Ultrasound) est une des rares techniques de guidage en temps réel décrites dans la littérature [53,75].

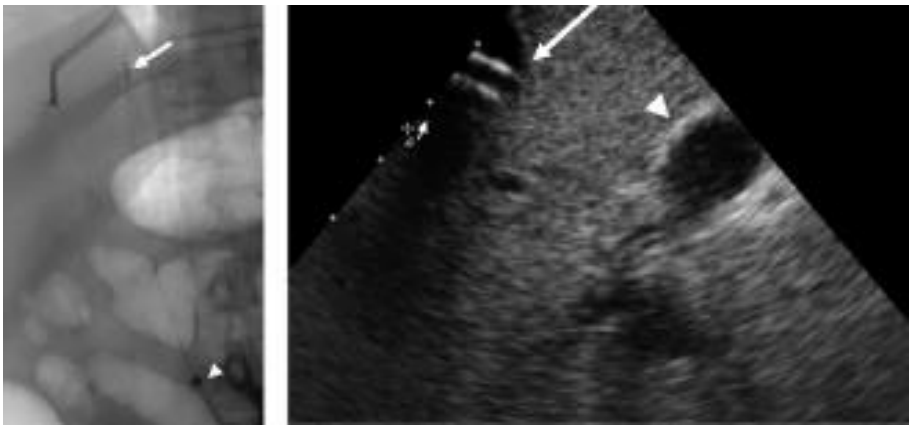


Figure 9 : Exemple de patient chez qui un TIPS a été posé avec guidage échographique intravasculaire (IVUS) de la ponction portale. A gauche, on peut voir en fluoroscopie la sonde d'IVUS visible au niveau de la veine cave inférieure rétrohépatique (flèche blanche) au travers d'un cathéter 10 Fr (tête de flèche). A droite, l'image d'IVUS montre l'introducteur dans la veine sus-hépatique droite pointant vers la branche portale droite cible [75]

Malgré le fait qu'elle permette de s'affranchir des limites de l'échographie trans-pariétale, permettant une imagerie de bonne qualité même chez les patients peu échogènes, l'IVUS nécessite une ponction veineuse supplémentaire, et surtout l'utilisation d'une sonde d'échographie endovasculaire, onéreuse et peu disponible [75].

I.5.4.4 Echographie 2D par voie transpariétale

Au sein de notre institution, nous avons favorisé l'utilisation de l'échographie 2D par voie trans-pariétale en raison de sa simplicité d'utilisation et d'apprentissage. Dans leur description initiale de cette technique en 1992, *Longo et al* ont présenté, sur une série de quatre cas, la possibilité de choisir la VSH et la branche portale, l'aide au placement et à l'orientation de l'aiguille de ponction, ainsi que la baisse de la dose et de la quantité de produit de contraste reçues par le patient [76]. Dans notre centre, les ponctions portales durant la création des TIPS sont quasi-exclusivement effectuées sous guidage échographique à deux opérateurs, ce qui nous permet de rapporter, par ce travail, une revue rétrospective avec un effectif important, de sa faisabilité et de sa sécurité.

Technique		Littérature
Fluoroscopie		
Portographie directe		
	Ponction portale directe	Richter et al, 1989, Richter et al, 1990
	Cathétérisme de la veine para-ombilicale	Wenz et al, 1992 Chin et al, 2010
	Splénoportographie percutanée	Scanlon et al, 2008
Portographie indirecte par voie sus-hépatique		Reez et al, 1994 Saxon et al, 1997 Wilhem et al, 1997 Sheppard et al, 1998 Krakina et al, 2002
Portographie indirecte par voie artérielle		Matsui et al, 1994 Yamagami et al, 2011
Technique du « gunsight »		Haskal et al, 1996
Scanner/CBCT		
Scanner		
	Guidage ponction transhépatique	Quinn et al, 1997 Bloch et al, 2001
	Planification ponction portale basée sur la reconstruction 3D	Qin JP et al, 2015
	Fusion de la reconstruction 3D avec la fluoroscopie	Rouabah et al, 2016 Luo et al, 2017
CBCT		
	Correction direction ponction portale	Sze et al, 2006
	Portographie rotationnelle 3D par injection bloquée de CO_2	Wallace et al, 2008
	Précision du site de ponction portale	Luo et al, 2015
IRM		
	Planification de la ponction portale	Müller et al, 1994
	Guidage hybride IRM/radiographie	Kee et al, 2005
Echographie		
Méthodes nécessitant une ponction percutanée		
	Ponction transhépatique	Raza et al, 2006
	Placement échoguidé d'un marqueur fiduciel	Harman et al, 1992
	Portographie directe	Richter et al, 1989, Richter et al, 1990
Echographie 3D		Rose et al, 2000
Echographie intravasculaire		Farsad et al, 2012
Echographie 2D par voie transpariétale		Longo et al, 1992

Tableau 3 : Résumé des différentes techniques de guidage de la ponction portale

II. MATERIELS ET METHODES

Ce travail a porté sur les patients ayant bénéficié de la pose d'un TIPS avec échoguidage premier de la ponction portale au Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Nantes.

II.1 Population d'étude

Entre Janvier 2011 et décembre 2016, cent soixante-et-onze poses de TIPS ont été réalisées chez des patients présentant une HTP compliquée dans le service de radiologie du CHU de Nantes. Seules trois de ces cent soixante-et-onze poses n'ont pas été effectuées avec échoguidage premier de l'accès portal : elles ont donc été exclues de l'analyse. Douze autres patients ont été exclus en raison du manque de données disponibles concernant le déroulement l'intervention. Les cent cinquante-six patients restants ont été analysés rétrospectivement (le diagramme de flux de l'étude est disponible en annexe I). Un avis favorable du Groupe Nantais d'Ethique dans le Domaine de la Santé a été obtenu, sans obligation de consentement éclairé des patients pour cette étude rétrospective.

II.2 TIPS avec échoguidage

Les interventions ont été réalisées dans une salle d'angiographie avec capteur plan (Innova 4100, General Electric Medical Systems, Waukesha, Wisconsin, USA), par cinq radiologues interventionnels, ayant au moins deux ans d'expérience en pose de TIPS. Toutes les interventions ont été réalisées sous anesthésie générale, avec le set d'accès portal de Rösch-Uchida (Cook, Bloomington, IN, USA) muni d'un introducteur 10-Fr. La veine jugulaire interne droite était ponctionnée sous contrôle échographique en coupe transversale (Figure 10).

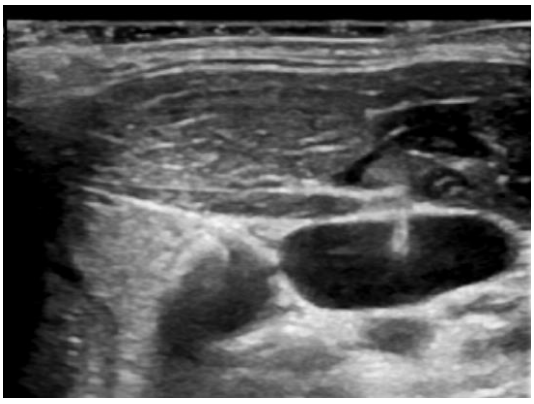


Figure 10 : Ponction de la veine jugulaire interne droite sous contrôle échographique en coupe transversale

L'évaluation du GPP était réalisée systématiquement avec prise de pression veineuse centrale en début et à la fin de l'intervention. La VSH droite (ou médiane) était cathétérisée sous double contrôle fluoroscopique et échographique.

L'aiguille de Rösch était avancée dans une branche intra-hépatique de la veine porte avec guidage échographique percutané en temps-réel réalisé par un second opérateur (voir l'installation en Figure 11). Celui-ci utilisait la sonde convexe de 5 MHz d'un appareil échographique GE LOGIQ E9 (GE Healthcare, Hatfield, Grande-Bretagne).

Figure 11 : Photographie illustrant l'installation des opérateurs lors de la ponction portale échoguidée

Deux coupes échographiques étaient principalement utilisées pour guider l'avancée de l'aiguille, la coupe *intercostale* et la coupe *récurrentielle*, permettant toutes les deux de visualiser à la fois la VSH droite dans laquelle était positionnée l'aiguille, et la branche portale droite ciblée.

La voie *intercostale* était obtenue en positionnant la sonde de façon à visualiser la VSH droite dans son grand axe, et la branche portale droite coupée transversalement (Figure 12). Sont fréquemment visibles sur cette coupe la VCI en arrière, la vésicule en bas et le cul-de-sac pleural droit en haut.

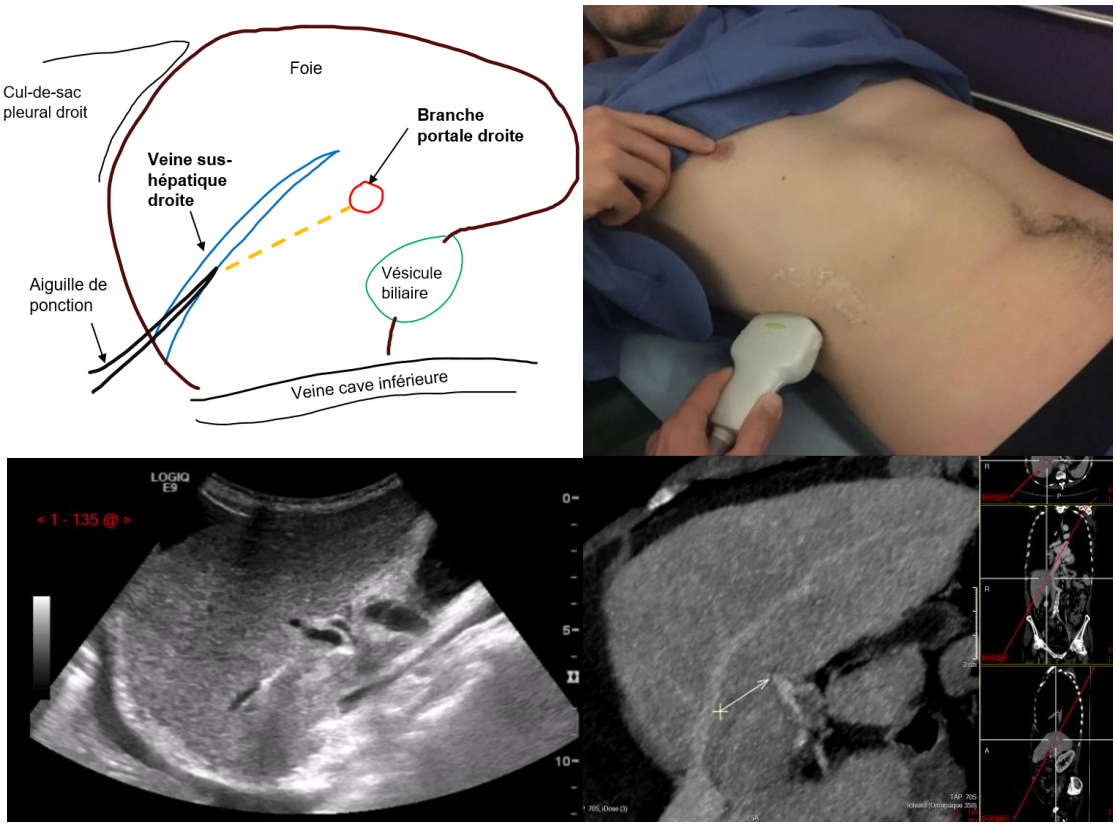


Figure 12 : Illustration d'une voie *intercostale droite*. En haut à gauche, représentation schématique de la coupe à obtenir ; en haut à droite : photographie de la position habituelle de la sonde permettant l'obtention de cette coupe ; en bas à gauche : coupe échographique chez une patiente ; en bas à droite : corrélation scanographique chez cette même patiente

La voie *récurrentielle* était obtenue en positionnant la sonde au niveau épigastrique et en l'inclinant crânialement et à droite afin de visualiser à la fois, la VSH droite dans son grand axe et la bifurcation portale droite en avant (Figure 13).

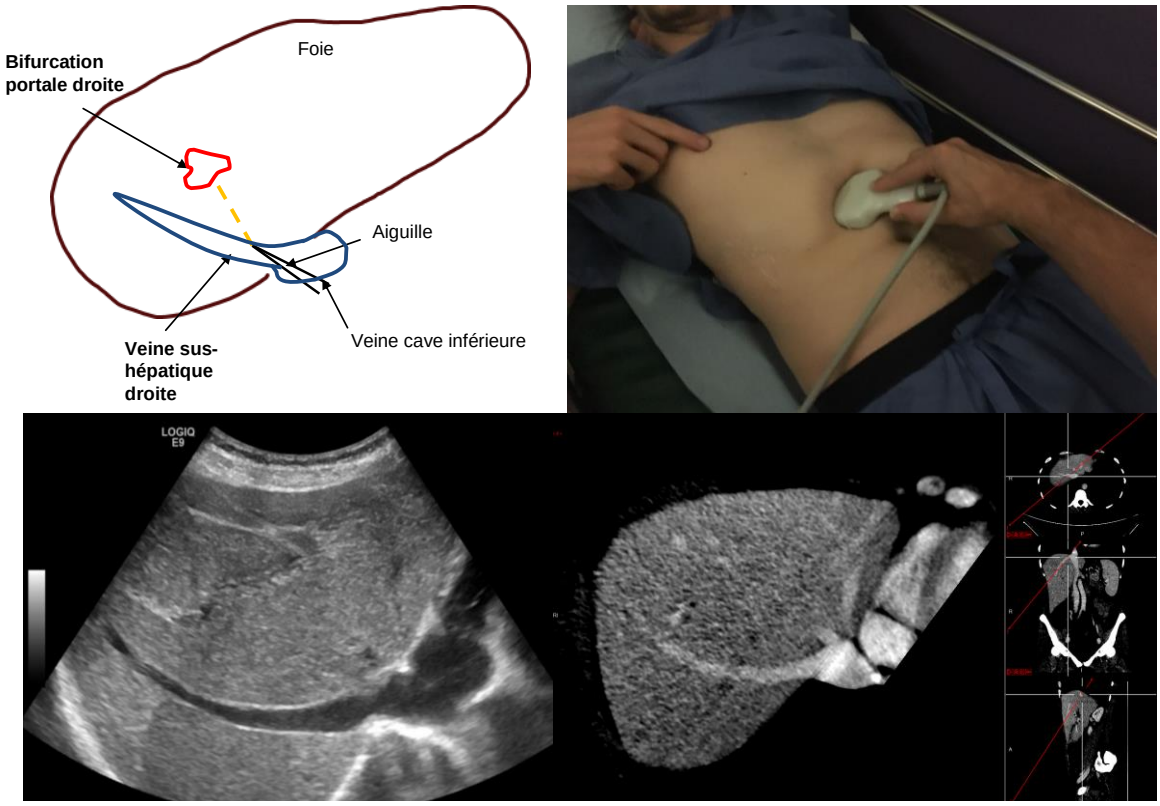


Figure 13 : Illustration d'une voie *récurrentielle*. En haut à gauche, représentation schématique de la coupe à obtenir ; en haut à droite : photographie de la position habituelle de la sonde permettant l'obtention de cette coupe ; en bas à gauche : coupe échographique chez une patiente ; en bas à droite : corrélation scanographique chez cette même patiente

Une fois la coupe de repérage optimale obtenue, l'échographiste la maintenait afin de permettre à l'opérateur principal d'avancer l'aiguille en temps réel vers sa cible portale. Le bon positionnement du cathéter était vérifié à l'aide d'un test du retour veineux et d'une opacification. Après avoir passé le guide dans le système porte, l'introducteur pouvait être descendu en intra-portal. Une portographie directe et une mesure de pression étaient réalisées pour établir le GPP pré-TIPS. L'embolisation de varices ou de SPS pouvait être réalisée à la discrétion de l'opérateur en fonction des données angiographiques, essentiellement par injection de colle cyanoacrylate (Glubran2®, GEM, Viareggio, Italie), précédée ou non de ligatures aux coils ou plug. Le trajet intra-hépatique était pré-dilaté au ballon de 8 ou de 10 mm puis la prothèse auto-expansible couverte au polytétrafluoroéthylène (PTFE) Viatorr® (Gore® Flagstaff, Arizona, USA) était déployée et enfin post-dilatée. Une nouvelle prise de pression portale était réalisée après la pose de TIPS, ainsi qu'une portographie finale. La bonne couverture de la jonction cavo-sus-hépatique était vérifiée par un contrôle angiographique, voire échographique (Figure 14). En cas de défaut de couverture, une extension prothétique était effectuée à l'aide d'une prothèse couverte auto-expansible en nitinol (Fluency®, Bard International, USA). Une embolisation complémentaire de varices ou de SPS, s'ils persistaient après la pose du stent, était systématiquement réalisée, suivie d'une dernière portographie avec prise de pression portale finale. Une prise de pression veineuse centrale permettait de déterminer le GPP final avant le retrait de l'introducteur et la compression jugulaire manuelle.

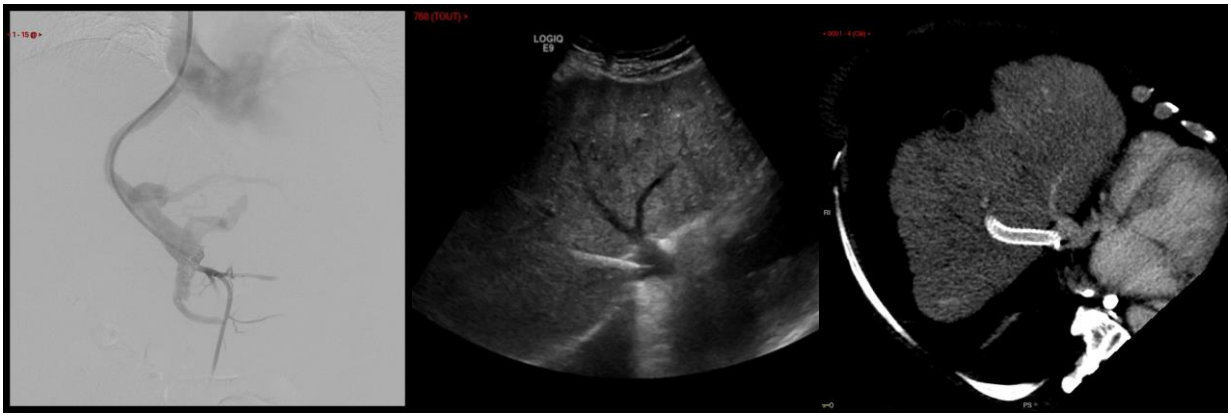


Figure 14 : exemple de vérification de la couverture de la jonction cavo-sus-hépatique, semblant insuffisante en angiographie (à gauche) mais très satisfaisante en échographie (au milieu) avec un débord centimétrique dans la veine cave inférieure, confirmée sur un contrôle scanner ultérieur (à droite)

II.3 Paramètres d'évaluation et définitions

Pour chaque intervention, le succès technique, le succès de l'échoguidage premier, le GPP pré et post-TIPS, les complications per-procédurales, le produit dose-surface (PDS), le temps de scopie et les taux de mortalité et de morbidité à trente jours ont été recueillis pour l'analyse de données.

Le succès technique était défini par la possibilité de mise en place d'un stent entre une VSH et une branche portale. Le succès de l'échoguidage premier était défini par la réussite de la ponction portale sous contrôle échographique percutané en temps réel. Les GPP pré- et post-TIPS étaient mesurés pendant la procédure. La dose reçue par le patient était estimée grâce au PDS, comme le recommande l'International Commission on Radiation Units [77]. Le temps de fluoroscopie était également recueilli rétrospectivement (uniquement pour les TIPS créés après juillet 2015, date d'introduction du fichier dosimétrique personnalisé). Il en était de même pour le temps d'intervention. Les complications per-opératoires comprenaient la brèche capsulaire, la ponction artérielle hépatique, la ponction biliaire et la ponction d'organe de voisinage. Les taux de complications per-opératoires constatées par les opérateurs et de complications per-opératoires cliniques ; c'est-à-dire ayant nécessité une prise en charge spécifique, étaient calculés. Les taux de mortalité et de morbidité (EH et hémorragie digestive sur rupture variqueuse) à trente jours du TIPS furent recueillis. Un échodoppler était réalisé à un mois de la pose de TIPS, à la recherche de signes de dysfonction du TIPS, définie par la survenue d'une thrombose ou d'une sténose.

Trois comparaisons de sous-groupes furent effectuées, avec des seuils de significativité fixés à 0.01 :

- Une première des moyennes des temps de procédure et PDS entre les sous-groupes de patients ayant eu ou non une embolisation de varices ou de SPS, selon un test de Student
- Une deuxième des moyennes des temps de procédure entre les soixante-dix-huit premiers et les soixante-dix-huit derniers patients, selon un test de Student
- Enfin, une dernière des taux de mortalité entre les sous-groupes de patients traités ou non dans un contexte d'urgence, selon un test exact de Fisher

Ces données furent saisies dans une feuille de calcul Excel 2013 (Microsoft, Richmond, WA, USA), Les variables qualitatives étant exprimées sous la forme de nombres (avec pourcentages) et les variables quantitatives sous la forme d'une moyenne ± écart-type (ET), ou d'une médiane avec intervalle interquartile (IIQ). Les estimations ont été accompagnées d'un intervalle de confiance (IC) à 95%.

III. RESULTATS

Les caractéristiques démographiques et cliniques de notre cohorte de cent cinquante-six patients sont rapportées dans les Tableau 4. L'alcool était la cause la plus fréquemment mise en cause dans le développement de la cirrhose (82.7% des patients).

Caractéristiques		
Genre	Homme/Femme	124/32
Age (ans)	Médiane [IIQ]	59.0 [51.8-64.0]
Cause de la cirrhose	Alcool	129 (82.7%)
	Hépatite B	2 (1.3%)
	Hépatite C	11 (7.1%)
	Dysmétabolique	20 (12.8%)
	Budd-Chiari	3 (1.9%)
	Autre	15 (9.6%)
Diabète		50 (32.1%)
Child-Pugh score	Moyenne (±ET)	8.3 (± 1.9)
Child-Pugh classification	A/B/C	22/100/34
MELD	Moyenne (±ET)	14.4 (± 6.1)

IIQ = Intervalle Interquartile ; ET = Ecart-Type ; HTP = Hypertension Portale

Tableau 4 : Caractéristiques démographiques et cliniques de la population

Le tableau 5 rapporte les indications et le degré d'urgence des TIPS. Chez 65.4% des patients, le TIPS était indiqué en prévention secondaire de l'hémorragie d'origine variqueuse ou pour traiter un saignement aigu sur rupture variqueuse. L'ascite réfractaire était l'indication du TIPS dans 41.7% des patients. Les autres indications moins fréquemment retrouvées étaient l'hydrothorax et la thrombose portale récidivante. Cinquante-trois TIPS (34.0%) furent posés dans une situation d'urgence absolue ou relative.

Indication	Ascite réfractaire	65 (41.7%)
	Prévention secondaire du saignement d'origine variqueuse	49 (31.41%)
	Hémorragie sur rupture de varices	53 (34.0%)
	Autre	2 (1.3%)
Degré d'urgence	Programmé/Urgent	103/53

Tableau 5 : Indications et degré d'urgence des TIPS

Les caractéristiques techniques des poses de TIPS sont rapportées dans le tableau 6. Le taux de succès technique était de 100%. Le taux de succès de l'échoguidage était de 98.1% (IC 95% 95.9-100.0). Le repérage et l'accès porte, du fait d'un échec de l'échoguidage premier, furent réalisés à l'aide d'une portographie indirecte trans-sinusoïdale chez un patient et sous guidage fluoroscopique seul chez deux patients. La durée moyenne de la pose complète était de 92.5 ± 42.4 minutes. Le GPP post-TIPS moyen était de 6.8 ± 3.4 mmHg et cent cinq patients (67.3%) avaient un GPP inférieur ou égal à 8 mmHg en fin de TIPS. Le déploiement d'une seule prothèse a été suffisant chez cent trente-cinq patients (86.5%). Une insuffisance de couverture sur le versant sus-hépatique et/ou portal a conduit au déploiement supplémentaire d'une prothèse chez dix-huit patients (11.5%) et de deux prothèses chez trois patients (1.9%).

Huit complications per-opératoires (5.2%) ont été constatées par les opérateurs, dont six ponctions artérielles (3.9%) et deux ponctions biliaires (1.3%). Trois de ces complications ont nécessité une prise en charge spécifique, soit un taux de complications cliniques de 1.9%. Une des deux ponctions biliaires fut à l'origine d'une hémobilie sans retentissement hémodynamique. Une ponction artérielle fut à l'origine d'un hématome sous-capsulaire avec fuite active qui fut embolisée quatre jours plus tard. Une autre ponction artérielle se compliqua d'une fistule artério-porte, laquelle fut embolisée dix jours après la pose de TIPS.

Concernant l'exposition aux rayonnements ionisants, le PDS moyen était de 61.0 ± 52.9 Gy.cm² tandis que le temps de fluoroscopie moyen (relevé chez cinquante-sept patients) était de 20.6 ± 15.7 minutes.

Dans l'analyse de sous-groupes avec ou sans embolisation de varices/SPS, le temps d'intervention et le PDS étaient significativement plus élevés chez les patients ayant eu une embolisation complémentaire, avec un temps d'intervention de 106.2 minutes versus 77.8 minutes ($p<0.001$) et PDS de 77.1 Gy.cm² versus 45.8 Gy.cm² ($p<0.001$).

Le temps d'intervention moyen pour les soixante-dix-huit premiers patients (108.7 minutes) était significativement plus élevé que pour les soixante-dix-huit derniers patients (76.3 minutes) ($p<0.001$).

GPP pré-TIPS (mmHg)	Moyenne (± ET)	16.6 (± 5.3)
GPP post-TIPS (mmHg)	Moyenne (± ET)	6.8 (± 3.4)
Nombre de stent	1/2/3	135/18/3
Veine sus-hépatique	D/M/G	118/37/1
Branche portale	D/G/T	139/11/6
Trajet de ponction	DD/MD/MG/MT/DT/GG	117/22/10/5/1/1
Embolisation de varices	Oui	79 (50.6%)
Taux de succès technique		156 (100.0%)
Taux de succès de l'échoguidage		153 (98.1%)
Durée de la procédure (minutes)	Moyenne (± ET)	92.5 (± 42.4)
Produit dose-surface ($Gy.cm^2$)	Moyenne (± ET)	61.0 (± 52.9)
Temps de fluoroscopie (minutes)	Moyenne (± ET)	20.6 (± 15.7)
Complications constatées		8 (5.2%)
	Ponction artérielle	6 (3.9%)
	Ponction biliaire	2 (1.3%)
Complications cliniques		3 (1.9%)

ET = Ecart-Type ; D = Droite ; G = Gauche ; M = Médiane ; T = Tronc

Tableau 6 : Caractéristiques per-procédurales

Les taux de mortalité et de morbidité à trente jours post-TIPS sont rapportés dans le tableau 7.

Mortalité à 30 jours		14 (9.0%)
Morbidité à 30 jours	Encéphalopathie hépatique[1]	47 (30.1%)
	- Grade I	14 (9.0%)
	- Grade II	22 (14.1%)
	- Grade III	3 (1.9%)
	- Grade IV	8 (5.1%)
	Dysfonction de shunt	11 (7.1%)
	Récidive hémorragique	7(4.5%)

[1]*Encéphalopathie hépatique gradée selon la classification de West-Haven (annexe II)*

Tableau 7 : Taux de morbi-mortalité à trente jours

Quatorze patients sont décédés dans les trente jours suivant la pose du TIPS, soit un taux de mortalité précoce de 9.0%. Le taux de mortalité était de 7.8% pour les TIPS programmés et 11.3% pour les TIPS posés en urgence, sans différence statistiquement significative (p=0.56). Les causes de décès sont présentées dans le tableau 8.

Patient	Degré d'urgence	MELD score pré-TIPS	Indication TIPS	Cause du décès
10	Programmé	27	Ascite réfractaire	Décompensation hépatique
11	Urgent	45	Hémorragie digestive	Récidive hémorragique, EH grade IV
19	Programmé	15	Prévention secondaire de rupture de varices	Pneumopathie d'inhalation
28	Programmé	20	Ascite réfractaire, syndrome hépatorénal	EH grade IV
35	Urgent	20	Hémorragie digestive	Récidive hémorragique, EH grade IV
46	Programmé	9	Ascite réfractaire	Choc hémorragique sur ulcère duodénal
51	Urgent	24	Hémorragie digestive	Récidive hémorragique, EH grade II
101	Urgent	28	Hémorragie digestive	EH grade III, syndrome hépatorénal
103	Programmé	12	Ascite réfractaire	EH grade IV
106	Programmé	16	Prévention secondaire de rupture de varices	Défaillance cardiaque post-opératoire (cure d'éventration)
113	Urgent	8	Hémorragie digestive	Défaillance multi-viscérale
120	Urgent	30	Hémorragie digestive	Défaillance multi-viscérale
151	Urgent	23	Hémorragie digestive	Récidive hémorragique, EH grade IV
155	Urgent	27	Hémorragie digestive	EH grade IV

Tableau 8 : Caractéristiques des patients et causes des décès précoces

Au total, quarante-sept épisodes d'EH (30.1%) ont été rapportés durant cette période de trente jours. Parmi les épisodes d'EH, quatorze ont été classés stade I de la classification de West-Haven [32] (voir annexe II), vingt-deux stade II, trois stade III et huit stade IV.

Sept patients (4.5%) ont présenté une récidive d'hémorragie digestive d'origine variqueuse dans les trente jours suivant la pose de TIPS. Parmi ces patients, cinq avaient eu une embolisation de varices pendant la pose de TIPS. Aucun de ces patients ne présentait de signe précoce de dysfonction de TIPS en échodoppler.

L'échodoppler à un mois a révélé onze thromboses précoces (7.1%) : une découverte pendant l'intervention et ayant conduit à une thrombectomie immédiate et efficace, deux ayant été levées par un traitement anticoagulant efficace seul et six ayant nécessité une reprise pour recanalisation, avec une perméabilité secondaire à un mois de 100%. Deux thromboses précoces ne furent pas traitées : une chez un patient pour lequel le TIPS avait été posé pour thrombose portale, et une révélée par un scanner réalisé chez un patient la veille de son décès sur choc hémorragique d'origine ulcéreuse. Aucune sténose ne fut documentée dans cette période de trente jours.

IV. DISCUSSION

La ponction portale « à l'aveugle » faisait du TIPS une des interventions radiologiques les plus risquées, le repérage et l'accès portal en étant l'étape limitante. Plusieurs approches ont été développées pour localiser la veine porte, utilisant différentes modalités d'imagerie. L'échographie 2D nous semble essentielle : elle est disponible et non-invasive, offre un vrai guidage temps-réel, est peu coûteuse et non irradiante. Diverses utilisations de l'échographie ont déjà été décrites dans cette indication. Nous rapportons dans ce travail notre expérience du guidage échographique 2D percutané utilisé en première intention pour l'accès portal. Cette étude rétrospective est une des rares à en décrire la faisabilité et la sécurité chez un grand nombre de patients.

L'échoguidage est un outil fiable avec un taux de réussite de 98.1% dans cette application. Seuls trois TIPS furent effectués sous guidage fluoroscopique, permettant d'obtenir un taux de succès technique de 100%, soulignant que l'échec de l'échoguidage ne nuit pas à l'utilisation secondaire du guidage fluoroscopique. A contrario, l'échec du guidage fluoroscopique réalisé en première intention peut altérer la faisabilité du guidage échographique second en raison des artéfacts liés aux ponctions itératives (injections multiples, bulles d'air). Ce taux de succès technique élevé reste comparable à ceux rapportés dans la littérature avec d'autres modalités de guidage.

Du fait du caractère rétrospectif de notre étude utilisant l'échoguidage en première intention, aucune sélection des patients n'était réalisée en fonction de leurs données morphologiques, anatomiques ni cliniques. Ceci démontre que cette modalité, bien que réputée pour être limitée par l'obésité, par l'ascite ou par les modifications anatomiques, est utilisable dans la majorité des cas.

Comparativement à la littérature, notre taux de complications cliniques liées à la ponction portale était particulièrement bas (1.9% des patients), se distinguant des taux s'élevant à 6% de ponctions artérielles, 5% de ponction biliaire, 30% d'effraction capsulaire [11], et 1 à 6% d'hémopéritoine [78-80]. L'intérêt de l'échoguidage pour sécuriser la ponction portale a déjà été suggéré par *Bettinger et al* [81] et par *Rössle* [82], qui notaient une nette diminution des complications liées à la ponction portale dans les centres utilisant cette technique, avec des taux n'excédant pas 3.4% [81].

Ces résultats soulignent l'importance cruciale d'un guidage par imagerie pour sécuriser l'accès portal. Les techniques de guidage non échographiques reposent toutes sur une visualisation indirecte du système porte : par portographie (fluoroscopie) ou par fusion d'une cartographie portale à la fluoroscopie (scanner, IRM, CBCT).
Le guidage échographique 2D trans-pariétal décrit dans notre étude présente donc selon nous au moins trois avantages techniques :
1) il permet une visualisation en temps-réel de l'avancée de l'aiguille et de son rapport à la cible portale, s'affranchissant des décalages anatomiques liés entre autres aux mouvements respiratoires et à l'apparition d'une ascite.
2) il permet le repérage direct de l'environnement hépatique péri-portal à éviter (artère, voie biliaire, vésicule, capsule).
3) il permet un guidage fiable chez les patients présentant des variantes anatomiques congénitales ou modifications acquises (Budd-Chiari, thrombose portale, dysmorphie sévère).

Dans notre étude, le taux de mortalité à trente jours était de 9%. Les principales causes observées étaient la survenue d'une EH grade IV, d'une défaillance multiviscérale ou d'une récidive hémorragique. Aucun décès ne fut associé à une complication technique de l'intervention. Par comparaison, la littérature rapporte des taux de mortalité à trente jours de 7 à 20%, et des taux de mortalité lié à la technique de 1.3 à 4.7% [11]. *Bettinger et al,* utilisant l'échoguidage, rapportait un taux de mortalité à trente jours de 2.3% et de mortalité d'origine technique de 0.5% [81].

Dans notre cohorte, la mortalité au décours du TIPS tendait à être plus importante chez les patients traités en contexte d'urgence, comme rapporté dans plusieurs autres études [79,83], toutefois sans différence significative. L'épisode hémorragique est un facteur prédictif connu de mortalité précoce du patient cirrhotique [83].

L'incidence de l'EH à trente jours s'élevait à 30.1%, pour des taux publiés dans la littérature compris entre 22 et 50% [84]. Le taux de récidive hémorragique précoce était de 4.5%, proche du taux de 2.8% rapporté par *Kim et al* en 2014 [85]. Chez ces patients, aucune dysfonction précoce du shunt n'était associée à la récidive hémorragique alors qu'elle apparaît comme un facteur de risque connu de récurrence du saignement [83]. Notre taux de dysfonction précoce de TIPS était de 7.1%, équivalent à celui rapporté par *Maaleux et al* en 2004 (7%), série comparable par l'utilisation exclusive de stents couverts au PTFE [86].

Le PDS moyen mesuré était de 61 Gy.cm², ce qui est bien en deçà du niveau de référence proposé de 525 Gy.cm² [92], tout en étant cohérent avec les résultats décrits par d'autres équipes utilisant l'échoguidage. *Livingston et al* rapportaient un PDS moyen de 63 Gy.cm² chez dix-neuf patients [93]. *Miraglia et al* rapportaient deux études sur l'exposition aux rayonnements ionisants pendant la pose de TIPS en utilisant un capteur plan et un guidage échographique. Ils décrivaient un PDS moyen de 129 Gy.cm² dans une étude rétrospective intéressant deux cent onze procédures [94] et un PDS moyen de 59 Gy.cm² dans une étude prospective à propos de quarante-cinq patients [95]. A partir de ces résultats, ils ont proposé un nouveau niveau de référence de dose de 150 Gy.cm² pour la procédure de TIPS [94]. Malgré la difficulté qui existe à comparer des résultats dosimétriques entre différentes études, notre cohorte de TIPS, réalisés sur un système de capteur plan avec un guidage échographique en temps-réel, a montré un PDS moyen inférieur de 88% au niveau de dose initialement proposé par *Miller et al* [92] et de 59% inférieur au niveau récemment proposé par *Miraglia et al* [94]. L'utilisation du guidage échographique semble donc permettre une réduction significative de la dose reçue à la fois pour le patient et pour l'opérateur [95].

La durée moyenne de la procédure était de 92.5 minutes dans notre centre. Cette donnée est particulièrement difficile à comparer, en raison de la grande variabilité procédurale et de la pauvreté des résultats publiés [96,97]. La courbe d'apprentissage de cette technique peut influencer la durée moyenne de procédure, comme en témoigne la différence significative de durée entre les soixante-dix-huit premiers et les soixante-dix-huit derniers patients de notre étude (108.7 versus 76.3 minutes, $p<0.001$).

Le report du temps de fluoroscopie n'est pas préconisé dans les recommandations internationales (SIR-CIRSE) pour la surveillance de l'exposition des patients aux rayonnements ionisants en radiologie interventionnelle. Il peut cependant rendre compte de la complexité de la procédure [98]. Avec une durée moyenne de 20.6 minutes, le temps de fluoroscopie moyen, relevé chez cinquante-sept de nos patients, restait à la limite inférieure des données publiées [94,95,97,98], et sous les niveaux de références proposés [96,98].

De plus, le taux d'embolisations complémentaires de varices ou SPS était légèrement supérieur à 50% dans notre cohorte, soit nettement plus important que dans la plupart des autres études. *Miraglia et al* rapportaient par exemple une seule embolisation complémentaire sur les quarante-cinq patients inclus [95]. Dans notre étude, les temps de procédure et PDS étaient significativement plus bas en l'absence d'embolisation, ce qui renforce l'hypothèse selon laquelle l'échoguidage réduirait le temps d'intervention et l'irradiation.

L'échographie est une modalité d'imagerie disponible dans tous les centres de radiologie interventionnelle. Contrairement à l'échographie 3D ou à l'IVUS, l'échographie 2D ne nécessite aucun dispositif médical ou logiciel supplémentaire coûteux, ni de formation particulière préalable, étant réalisable par tout radiologue formé à l'échographie hépatique.

De plus l'échoguidage est utile à d'autres étapes du TIPS. Il est recommandé notamment pour sécuriser l'abord veineux jugulaire, en permettant une ponction plus sûre qu'avec les repères anatomiques [99,100]. Il permet aussi de choisir la VSH souhaitée par repérage du guide ou de l'introducteur (bien visible en échographie) [76] ; la distinction entre les VSH droite et médiane étant souvent difficile en fluoroscopie.

L'échoguidage peut enfin être utile à la vérification de la bonne couverture sus-hépatique du stent, fondamentale au bon fonctionnement du shunt au long court. Il est en effet recommandé de positionner l'extrémité distale du stent de manière à couvrir la jonction cavo-sus-hépatique, réduisant ainsi le taux de sténose/thrombose du TIPS (corrélé à une morbi-mortalité plus élevée) [101,102]. Cependant, l'analyse doppler reste limitée le jour de la pose, en raison des artéfacts liés à la présence d'air entre les deux couches de PTFE du stent [103].

Les indications du TIPS se sont élargies ces vingt dernières années, avec des recommandations robustes validant cette technique dans la prise en charge des complications de l'HTP [16,17,21]. Ceci implique une formation plus diffuse des radiologues interventionnels, afin de réduire les inégalités territoriales actuelles d'accès au TIPS en France. *Thabut et al* rapportaient ainsi récemment que, chez les patients cirrhotiques admis en France pour hémorragie variqueuse et éligibles à un early-TIPS, l'intervention n'était réalisée que chez 6.8% d'entre eux, principalement par manque de disponibilité ou de formation suffisante des radiologues [104]. A ce titre, l'échographie nous semble un outil particulièrement utile aux radiologues pour la démocratisation de cette technique.

Toutefois, l'échoguidage présente quelques inconvénients. Dans notre centre, il nécessite notamment un deuxième opérateur, facteur cependant peu limitant dans la plupart des centres hospitaliers universitaires. De plus, il existe un risque théorique d'exposer l'échographiste aux rayons X, de par sa proximité avec le patient. En pratique, le radiologue travaillant en position jugulaire, s'il veille à ne pas utiliser la fluoroscopie en présence de l'échographiste, peut réduire son exposition.

Notre travail présente plusieurs limites méthodologiques. En raison de son caractère rétrospectif, le nombre de ponctions et le temps nécessaires à l'accès portal n'ont pu être documentés. Il est bien connu que le taux de complications liées à la ponction est corrélé au nombre de passages de l'aiguille [12]. Par conséquent, eu égard à notre faible taux de complications, on peut raisonnablement supposer que le nombre moyen de ponctions dans notre cohorte soit bas. De futures études prospectives pourraient être menées pour évaluer plus précisément la durée, l'exposition aux rayonnements et le nombre de ponction nécessaire pour accéder au système portal sous guidage échographique.

Enfin, du fait du caractère observationnel de cette étude, nous n'avons pas pu comparer directement les résultats de notre méthode à ceux d'une autre technique, mais seulement à ceux rapportés dans la littérature.

V. CONCLUSION

L'échoguidage percutané temps-réel pour l'accès portal pendant la pose d'un TIPS est une technique faisable et sûre. Il s'agit d'une modalité d'imagerie non irradiante et simple d'utilisation pour repérer efficacement la veine porte. Avec un faible taux de complications liées aux ponctions, cette méthode non-invasive et largement disponible permettrait de réduire l'exposition aux rayonnements, du patient et de l'opérateur.

REFERENCES

1. Cichoz-Lach H, Celinski K, Slomka M, et al. Pathophysiology of portal hypertension. J Physiol Pharmacol 2008;59 Suppl 2:231-8
2. Bosch J, Groszmann RJ, Shah VH. Evolution in the understanding of the pathophysiological basis of portal hypertension: How changes in paradigm are leading to successful new treatments. J Hepatol 2015;62:S121-S130
3. Groszmann RJ, Garcia-Tsao G, Bosch J, et al. Beta-blockers to prevent gastroesophageal varices in patients with cirrhosis. N Engl J Med 2005:353:2254-61
4. Sanyal AJ, Bosch J, Blei A, et al. Portal hypertension and its complications. Gastroenterology 2008;134:1715-28
5. Garcia-Tsao G, Sanyal AJ, Grace ND, et al. Prevention and management of gastroesophageal varices and variceal hemorrhage in cirrhosis. Hepatology 2007;46:922-38
6. Bosch J, Abraldes JC, Fernández M, et al. Hepatic endothelial dysfunction and abnormal angiogenesis: new targets in the treatment of portal hypertension. J Hepatol 2010;53:558-67
7. Bosch J, Navasa M, García-Pagán JC, et al. Portal hypertension. Med Clin North Am 1989 ;73 :931-53
8. De Franchis R, Primignani M. Natural history of portal hypertension in patients with cirrhosis. Clin Liver Dis 2001;5:645-63
9. O'Brien J, Triantos C, Burroughs AK. Management of varices in patients with cirrhosis. Nat Rev Gastroenterol Hepatol 2013;10:402-12
10. Rösch J, Hanafee W, Snow H, et al. Transjugular intrahepatic portacaval shunt. An experimental work. Am J Surg. 1971; 121(5):588–592
11. Bhogal HK, Sanyal AJ. Using transjugular intrahepatic portosystemic shunts for complication of cirrhosis. Clin Gastroenterol Hepatol 2011;9:936-46
12. Freedman AR, Sanyal AJ, Tisnado J, et al. Complications of transjugular intrahepatic portosystemic shunt: a comprehensive review. Radiographics 1993 ;16 :1185-210
13. Shah RP, Sze DY. Complications during transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation. Tech Vasc Interv Radiol 2016;19:61-73
14. Boyer TD, Haskal ZJ. American Association for the Study of Liver Diseases. The role of transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS) in the management of portal hypertension: update 2009. Hepatology 2010;51:306
15. Monescillo A, Martínez-Lagares F, Ruiz-del-Arbol L, et al. Influence of portal hypertension and its early decompression by TIPS placement on the outcome of variceal bleeding. Hepatology 2004;40:793-801
16. García-Pagàn JC, Caca K, Bureau C, et al. Early use of TIPS in patients with cirrhosis and variceal bleeding. N Eng J Med 2010;362:2370-9
17. De Franchis R. Expanding consensus in portal hypertension: report of the Baveno VI consensus workshop: stratifying risk and individualizing care for portal hypertension. J Hepatol 2015;63:743-52
18. Chen S, Li X, Wei B, et al. Recurrent variceal bleeding and shunt patency: prospective randomized controlled trial of transjugular intrahepatic portosystemic shunt alone or combined with coronary vein embolization. Radiology 2013;268:900-6
19. Qi X, Liu L, Bai M, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt in combination with or without variceal embolization for the prevention of variceal rebleeding: a meta-analysis. J Gastroenterol Hepatol 2014;29:688-96
20. Salerno F, Cammà C, Enea M, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt for refractory ascites: a meta-analysis of individual patient data. Gastroenterology 2007;133:825-34

21. Bureau C, Thabut D, Oberti F, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunts with covered stents increase transplant-free survival of patients with cirrhosis and recurrent ascites. Gastroenterology 2017;152:157-63
22. Dhanasekaran R, West JK, Gonzales PC, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt for symptomatic refractory hepatic hydrothorax in patients with cirrhosis. Am J Gastroenterol 2010;105:635-41
23. Siegerstetter V, Deibert P, Ochs A, et al. Treatment of refractory hepatic hydrothorax with transjugular intrahepatic portosystemic shunt: long-term results in 40 patients. Eur J Gastroenterol Hepatol 2001;13:529-34
24. Brensing KA, Textor J, Perz J, et al. Long term outcome after transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt in non-transplant cirrhotics with hepatorenal syndrome: a phase II study. Gut 2000;47:166-7
25. Ryu RK, Durham JD, Krysl J, et al. Role of TIPS as a bridge to hepatic transplantation in Budd-Chiari syndrome. J Vasc Interv Radiol 1999;10:799-805
26. Garcia-Pagàn JC, Heydtmann M, Raffa S, et al. TIPS for Budd-Chiari syndrome: long-term results and prognostics factors in 124 patients. Gastroenterology 2008;135:808-15
27. Wils A, van der Lindern E, van Hoek B, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt in patients with chronic portal vein occlusion and cavernous transformation. Clin Gastroenterol 2009;43:982-4
28. Vidal V, Joly L, Perrealt P, et al. Usefulness of transjugular intrahepatic portosystemic shunt in the management of bleeding ectopic varices in cirrhotic patients. Cardiovasc Interv Radio 2006;29:216-9
29. Tsauo J, Weng N, Ma H, et al. Role of transjugular intrahepatic portosystemic shunts in the management of hepatopulmonary syndrome: a systemic literature review. J Vasc Interv Radiol 2015;26:1266-71
30. Campos-Varela I, Castells L, Dopazo C, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt for the treatment of sinusoidal obstruction syndrome in a liver transplant recipient and review of the literature. Liver Transpl 2012;18:201-5
31. Cazzaninga M, Salerno F, Pagnozzi G, et al. Diastolic dysfunction is associated with poor survival in patients with cirrhosis with transjugular intrahepatic portosystemic shunt. Gut 2007;56:869-75
32. Angeloni S, merli M, Salvatori FM, et al. Polytetrafluoroethylene-covered stent grafts for TIPS procedure: 1-year patency and clinical results. Am J Gastroenterol 2004;99:280-5
33. Barrio J, Ripoll C, Bañares R, et al. Comparison of transjugular intrahepatic portosystemic shunt dysfunction in PTFE-covered stent-grafts versus bare stents. Eur J Radiol 2005;55:120-4
34. Bureau C, Garcia-Pagàn JC, Otal P, et al. Improved clinical outcome using polytetrafluoroethylene-coated stents for TIPS: results of a randomized study. Gastroenterology 2004;126:469-75
35. Sommer CM, Gockener TL, Stampfl U, et al. Technical and clinical outcome of transjugular intrahepatic portosystemic stent shunt: bare metal stents (BMS) versus viatorr stent-grafts (VSG). Eur J Radiol 2012;81:2273-80
36. Peter P, Andrej Z, Katarina SP, et al. Hepatic encephalopathy after transjugular intrahepatic portosystemic shunt in patients with recurrent variceal hemorrhage. Gastroenterol Res Pract 2013;2013:398172
37. Gaba RC, Khiatani VL, Knuttinen MG, et al. Comprehensive review of TIPS technical complications and how to avoid them. AJR Am J Roentgenol 2011;196:675-85
38. LaBerge JM, Ring EJ, Gordon RL, et al. Creation of the transjugular intrahepatic shunts with the wallstent endoprosthesis: results in 100 patients. Radiology 1993;187:413-20
39. Rösch J, Antononovic R, Ditter CT. Transjugular approach to the liver, biliary system and portal circulation. Radiology 1975;125:602-8

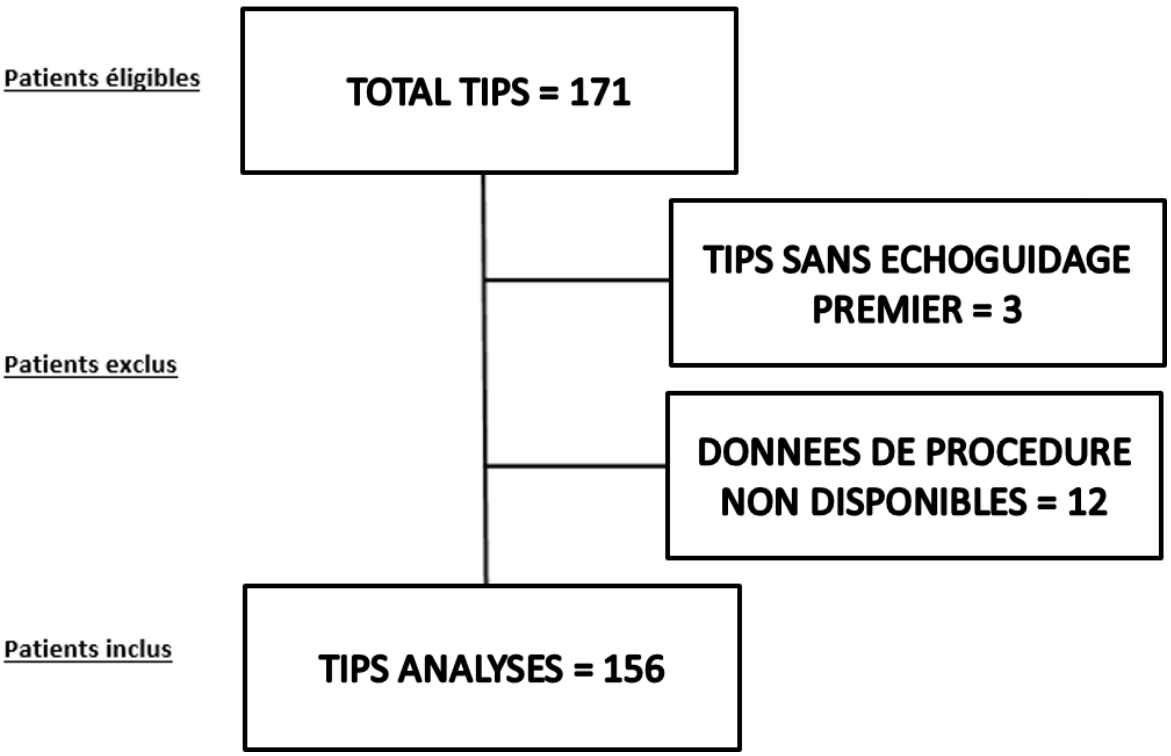
40. Saxon RR, Mendel-Hartvig J, Corless CL, et al. Bile duct injury as a major cause of stenosis and occlusion in transjugular intrahepatic portosystemic shunts: comparative histopathologic analysis in humans and swine. J Vasc Interv Radiol 1996;7:487-97
41. Haskal ZJ, Cope C, Schlansky-Goldberg RD, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt-related arterial injuries: prospective comparison of large- and small-gauge needle systems. J VascIntervRadiol1995;6:911-5
42. Scanlon T, Ryu RK. Portal vein imaging and access for transjugular intrahepatic portosystemic shunts. Tech Vasc Interv Radiol 2008;11:217-24.
43. Richter GM, Palmaz JC, Noldge G, et al. The transjugular intrahepatic portosystemic stent-shunt. A new nonsurgical percutaneous method. Radiologe 1989;29;406-11
44. Richter GM, Noldge G, Palmaz JC, et al. Transjugular intrahepatic portocaval stent shunt. Preliminary clinical results. Radiology 1990;174:1027-30
45. Wenz F, Nemcek AA Jr, Tischler HA, et al. US-guided paraumbilical vein puncture: an adjunct to transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPS) placement. J Vasc Interv Radiol 1992;3:549-51
46. Chin MS, Stavas JM, Burke CT, et al. Direct puncture of the recanalized paraumbilical vein for portal vein targeting during transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures: assessment of technical success and safety. J Vasc Interv Radiol 2010;21:671-6
47. Reez CR, Niblett RL, Lee SP, et al. Use of carbon dioxide as a contrast medium for transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures. J Vasc Interv Radiol 1994;5:383-6
48. Saxon RR, Lemmer FS. Technical aspects of accessing the portal vein during the TIPS procedure. J Vasc Interv Radiol 1997;8:733-44
49. Wilhelm K, Textor J, Strunk H, et al. Carbon dioxide (CO_2) as contrast medium for the new installation and follow-up of a TIPS. Rofo 1997;166:238-42
50. Sheppard DG, Moss J, Miller M. Imaging of the portal vein during transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures: a comparison of carbon dioxide and iodinated contrast. Clin Radiol 1998;53:448-50
51. Krakina A, Lojik M, Chovanec V, et al. Wedged hepatic venography for targeting the portal vein during TIPS: comparison of carbon dioxide and iodinated contrast agents. Cardiovasc Intervent Radiol 2002;25:171-5
52. Caporossi JM, Vidal V, Jacquier A, et al. Balloon occlusion versus wedged hepatic venography using iodinated contrast for targeting the portal vein during TIPS. Diagn Interv Imaging 2015;96:357-63
53. Farsad K, Kaufman JA. Novel image guidance techniques for portal vein targeting during transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation. Tech Vasc Interv Radiol 2016;19:10-20
54. Matsui O, Kadoya M, Yoshikawa J, et al. A new coaxial needle system hepatic artery targeting wire, and biplane fluoroscopy to increase safety and efficacy of TIPS. Cardiovasc Intervent Radiol 1994;17:343-6
55. Yamagami T, Tanaka O, Yoshimatsu R, et al. Hepatic artery-targeting guidewire technique during transjugular intrahepatic portosystemic shunt. Br J Radiol 2011;84:315-8
56. Yu SC, Cho KJ. Carbon dioxide wedged arterial splenoportography: a new technique – A case report and an experimental study. Acta Radiol 2009;50:265-9
57. Haskal ZJ, Duszak R, Furth E. Transjugular intrahepatic transcaval portosystemic shunt: the gun-sight approach. J Virol 1196;7:139-42
58. Colapinto RF, Stronell RD, Gildiner M, et al. Formation of intrahepatic portosystemic shunts using a balloon dilatation catheter: preliminary clinical experience. AJR Am J Roentgenol 1983;140:709-14
59. Persliden J. Patient and staff doses in interventional X-ray procedures in Sweden. Radiat Prot Dosimetry 2005;114:150-7
60. Quinn SF, Sheley RC, Semonsen KG. Creation of a portal vein to inferior vena cava shunt using CT guidance and a covered endo-vascular stent. Am J Roentgenol 1997;169:1159-60

61. Bloch R, Fontaine A, Borsa J, et al. CT-guided transfemoral portocaval shunt creation. Cardiovasc Intervent Radiol 2001;106-10
62. Qin JP, Tang SH, Jiang MD, et al. Contrast enhanced computed tomography and reconstruction of hepatic vascular system for transjugular intrahepatic portal systemic shunt puncture path planning. World J Gastroenterol 2015;21:9623-9
63. Rouabah K, Varoquaux A, Caporossi JM, et al. Image fusion-guided portal vein puncture during transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement. Diagn Interv Imaging 2016;97:1095-102
64. Luo X, Wang X, Zhao Y, et al. Real-time 3D CT image guidance for transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation using preoperative CT: a prospective feasibility study of 20 patients. AJR Am J Roentgenol 2017;208:W11-W16
65. Sze DY, Strobel N, Fahrig R, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation in a polycystic liver facilitated by hybrid cross-sectional/angiographic imaging. J Vasc Interv Radiol 2006;17:711-5
66. Wallace MJ, Kuo MD, Glaiberman C, et al. Three-dimensional C-arm cone-beam CT: applications in the interventional suite. J Vasc Interv Radiol 2008;19:799-813
67. Luo X, Ye L, Zhou X, et al. C-arm cone-beam volume CT in transjugular intrahepatic portosystemic shunt: initial clinical experience. Cardiovasc Intervent Radiol 2015;38:1627-31
68. Müller MF, Siewert B, Stokes KR, et al. MR angiographic guidance for transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures. J Magn Reson Imaging 1994;4:145-50
69. Kee ST, Rhee JS, Butts K, et al. MR-guided transjugular portosystemic shunt placement in a swine model. J Vasc Interv Radiol 1999;10:529-35
70. Kee ST, Ganguly A, Daniel BL, et al. MR-guided transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation with use of a hybrid radiography/MR system. J Vasc Interv Radiol 2005;16:227-34
71. Raza SA, Walser E, Hernandez A, et al. Transhepatic puncture of portal and hepatic veins for TIPS using a single-needle pass under sonographic guidance. Am J Roentgenol 2006;187:W87-W91
72. Harman JT, Reed JD, Kopecky KK, et al. Localization of the portal vein for transjugular catheterization: percutaneous placement of a metallic marker with real-time US guidance. J Vasc Interv Radiol 1992;3:545-7
73. Roizental M, Kane RA, Takahashi J, et al. Portal vein: US-guided localization prior to transjugular intrahepatic portosystemic shunt placement. Radiology 1995;196:868-70
74. Rose SC, Pretorius DH, Nelson TR, et al. Adjunctive 3D US for achieving portal vein access during transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures. J Vasc Interv Radiol 2000;11:611-21
75. Farsad K, Fuss C, Kolbeck KJ, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation using intravascular ultrasound guidance. J Vasc Interv Radiol 2012;23:1594-602
76. Longo JM, Bilbao JI, Rousseau HP, et al. Color Doppler-US guidance in transjugular placement of intrahepatic portosystemic shunts. Radiology 1992;184:281-4
77. Wambersie A. International Commission on Radiological Units and measurements. Patient dosimetry for X-rays used in medical imaging. ICRU Report. JICRU 2005;5:iv-vi
78. Haskal ZJ, Rees CR, Ring EJ, et al. Reporting standard for transjugular intrahepatic porosystemic shunts. Technology Assessment Committee of the SCVRI. J Vasc Interv Radiol 1997;8:289-97
79. Helton WS, Belshaw A, Althaus, et al. Critical appraisal of the angiographic portocaval shunt (TIPS). Am J Surg 1993;165:566-71
80. Canizares RB, Rodriguez-Laiz JM, Martin MC, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt with the Strecker stent for control of refractory acute and chronic variceal bleeding. Scand J Gastroenterol 1996;31:285-93
81. Bettinger D, Schultheiss M, Boettler T, et al. Procedural and shunt-related complications and mortality of the transjugular intrahepatic portosystemic shunt (TIPSS). Aliment Pharmacol Ther 2016;44:1051-61

82. Rössle M. TIPS: 25 years later. J Hepatol 2013;59:1081-93
83. Rajan DK, Haskal ZJ, Clark TW. Serum bilirubin and early mortality after transjugular intrahepatic portosystemic shunts: results of a multivariate analysis. J Vasc Interv Radiol 2002;13:155-61
84. Casadaban LC, Parvinian A, Minocha J, et al. Clearing the confusion over hepatic encephalopathy after TIPS creation: incidence, prognostic factors, and clinical outcomes. Dig Dis Sci 2015;60:1059-66
85. Kim HK, Kim YJ, Chung WJ, et al. Clinical outcomes of transjugular intrahepatic portosystemic shunt for portal hypertension: Korean multicenter real-practice data. Clin Mol Hepatol 2014;20:18-27
86. Maaleux G, Nevens F, Wilmer A, et al. Early and long-term clinical and radiological follow-up results of expanded-polytetrafluoroethylene-covered stent-grafts for transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures. Eur Radiol 24;14:1842-50
87. Kerlan RK Jr, LaBerge JM, Gordon RL, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunts: current status. AJR Am J Roetngenol 1995;164:1059-66
88. Han G, Qi X, He C, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt for portal vein thrombosis with symptomatic portal hypertension in liver cirrhosis. J Hepatol 2011;54:78-88
89. Perarnau JM, Baju A, D'alteroche L, et al. Feasibility and long-term evolution of TIPS in cirrhotic patients with portal thrombosis. Eur J Gastroenterol Hepatol 2010;22:1093-8
90. Fanelli F, Angeloni S, Salvatori FM, et al. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt with expanded-polytetrafluoroethylene-covered stents in non-cirrhotic patients with portal cavernoma. Dig Liver Dis 2011;43:78-84
91. Madoff DC, Gaba RC, Weber CN, et a. Portal venous interventions: state of art. Radiology 2016;278:333-53
92. Miller DL, Balter S, Cole PE, et al. Radiation doses in interventional radiology procedures: the RAD-IR study: part I: overall measures of dose. J Vasc Interv Radiol 2003;14:711-27
93. Livingstone RS, Keshava SN. Technical note: reduction of radiation dose using ultrasound guidance during transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedure. Indian J Radiol Imaging. 2011;21:13-4
94. Miraglia R, Maruzelli L, Cortis K, et al. Radiation exposure in transjugular intrahepatic portosystemic shunt creation. Cardiovasc Interv Radiol 2016;39:210-7
95. Miraglia R, Gerasia R, Maruzelli L, et al. Radiation doses to operators performing transjugular intrahepatic portosystemic shunt using a flat-panel detector-based system and ultrasound guidance for portal vein targeting. Eur Radiol 2017;27:1783-6
96. Marquardt S, Rodt T, Rosenthal H, et al. Impact of anatomical, procedural, and operator skill factors on the success and duration of fluoroscopy-guided transjugular intrahepatic portosystemic shunt. Cardiovasc Intervent Radiol 2015;38:903-12
97. Zweers D, Geleijns J, Aarts NJ, et al. Patient and staff radiation dose in fluoroscopy-guided TIPS procedures and dose reduction, using dedicated fluoroscopy exposure settings. Br J Radiol 71;672-6
98. Miller DL, Balter S, Wagner LK, et al. Quality improvement guidelines for recording patient radiation dose in the medical record. J Vasc Interv Radiol 2004;15:423-9
99. Brass P, Hellmich M, Lolodziej L, et al. Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization. Cochrane Database Syst Rev 2015;1:CD006962
100. Shrestha GS, Gurung A, Koirala S. Comparison between long- and short-axis techniques for ultrasound-guided cannulation of internal jugular vein. Ann Card Anaesth 2016;19:288-92
101. Clark TW, Agarwal R, Haskal ZJ, et al. The effect of initial shunt outflow position on patency of transjugular intrahepatic portosystemic shunts. J Vasc Interv Radiol 2004;15:147-52
102. Haskal ZJ, Carroll JW, Jacobs JE, et al. Sonography of transjugular intrahepatic portosystemic shunts: detection of elevated portosystemic gradients and loss of shunt function. J Vasc Interv Radiol 1997;8:549-56

103. Angermayr B, Cejna M, Koenig F, et al. Survival in patients undergoing transjugular intrahepatic portosystemic shunt: ePTFE-covered stentgrafts versus bare stents. Hepatology 2003;38:1043-50
104. Thabut D, Pauwels A, Carbonell N, et al. Cirrhotic patients with portal hypertension-related bleeding and an indication for early-TIPS: a large multicenter audit with real-life results. J Hepatol 2017 [Epub ahead of print]

ANNEXE I : DIAGRAMME DE FLUX



ANNEXE II: CRITERES DE WEST-HAVEN MODIFIES

Stade	Conscience	Comportement	Examen neurologique
0	Normale	Normal	Normal
1	Normale	Tests psychométriques anormaux	Normal
2	Discrets troubles de conscience	Désorientation modérée	Astérixis
3	Somnolence	Désorientation majeure	Hypertonie extrapyramidale, hyperréflexie
4	Coma	Coma	Posture de décérébration

ANNEXE III: TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Anatomie du système veineux portal, d'après [1]

Figure 2 : Représentation schématique du placement du TIPS, d'après [11]

Figure 3 : Coupe axiale d'un scanner abdominal injecté au temps portal au niveau de la confluence des veines sus-hépatiques (VSH), montrant un exemple d'anatomie modale des VSH. On note un drainage postérieur de la VSH droite (D) dans la veine cave inférieure (VSI) et un tronc commun réunissant les VSH gauche (G) et médiane (M)

Figure 4 : Coupe axiale d'un scanner abdominal injecté au temps portal au niveau de la bifurcation portale montrant un exemple de configuration anatomique modale du système veineux portal, avec la présence d'un tronc de la branche portale droite (T)

Figure 5 : Exemple de portographie indirecte par voie sus-hépatique réalisée avec injection de CO_2 et utilisation d'un ballon d'occlusion [53]

Figure 6 : Techniques du « gunsight » : une aiguille fine (flèche) est avancée sous contrôle scopique à travers deux boucles intravasculaires placées dans la veine cave inférieure et la branche portale, permettant d'attraper un guide par voie jugulaire puis d'avancer un cathéter dans la branche portale afin de compléter la pose de shunt portocave direct (DIPS) [42]

Figure 7 : Exemple d'un patient chez qui un TIPS a été posé avec guidage de la ponction portale facilité par la fusion de la fluoroscopie avec une reconstruction 3D du système portal basée sur les données d'un scanner injecté préopératoire [63]

Figure 8 : Exemple de patient chez qui un TIPS a été posé avec guidage hybride IRM-fluoroscopie avec à gauche l'image d'IRM montrant l'aiguille dirigée vers la branche portale cible et à droite la fluoroscopie réalisée après ponction veineuse portale [70]

Figure 9 : Exemple de patient chez qui un TIPS a été posé avec guidage échographique intravasculaire de la ponction portale. A gauche, on peut voir en fluoroscopie la sonde d' IVUS visible au niveau de la veine cave inférieure rétrohépatique (flèche blanche) au travers d'un cathéter 10 Fr (tête de flèche). A droite, l'image d'IVUS montre l'introducteur dans la veine sus-hépatique droite pointant vers la branche portale droite cible [75]

Figure 10 : Ponction de la veine jugulaire interne droite sous contrôle échographique en coupe transversale

Figure 11: Photographie illustrant l'installation des opérateurs lors de la ponction portale échoguidée

Figure 12 : Illustration d'une voie *intercostale droite*. En haut à gauche, représentation schématique de la coupe à obtenir ; en haut à droite : photographie de la position habituelle de la sonde permettant l'obtention de cette coupe ; en bas à gauche : coupe échographique chez une patiente ; en bas à droite : corrélation scanographique chez cette même patiente

Figure 13 : Illustration d'une voie *récurrentielle*. En haut à gauche, représentation schématique de la coupe à obtenir ; en haut à droite : photographie de la position habituelle de la sonde permettant l'obtention de cette coupe ; en bas à gauche : coupe échographique chez un patient ; en bas à droite : corrélation scanographique chez ce même patient

Figure 14 : exemple de vérification de la couverture de la jonction cavo-sus-hépatique, semblant insuffisante en angiographie (à gauche) mais très satisfaisante en échographie (au milieu) avec un débord centimétrique dans la veine cave inférieure, confirmée sur un contrôle scanner ultérieur (à droite)

ANNEXE IV : TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Indications du TIPS

Tableau 2 : Contre-indications du TIPS

Tableau 3 : Résumé des différentes techniques de guidage de la ponction portale

Tableau 4 : Caractéristiques démographiques et cliniques de la population

Tableau 5 : Indications et degré d'urgence des TIPS

Tableau 6 : Caractéristiques per-procédurales

Tableau 7 : Taux de morbi-mortalité à 30 jours

Tableau 8 : Caractéristiques des patients et causes des décès précoces

Vu, le Président du Jury,
(tampon et signature)

Professeur Eric FRAMPAS

Vu, le Directeur de Thèse,
(tampon et signature)

Docteur Frédéric DOUANE

Vu, le Doyen de la Faculté,

Professeur Pascal JOLLIET

NOM : DAVID PRENOM : Arthur

Titre de Thèse : EVALUATION DE LA FAISABILITE ET DE LA SECURITE DU GUIDAGE ECHOGRAPHIQUE LORS DE LA CREATION D'UN SHUNT PORTOSYSTEMIQUE INTRAHEPATIQUE PAR VOIE TRANSJUGULAIRE : UNE ETUDE RETROSPECTIVE MONOCENTRIQUE

RESUME

Introduction : La pose de shunt portosystémique intrahépatique par voie transjugulaire (TIPS) est utilisée dans le traitement des complications de l'hypertension portale. L'étape de ponction portale est la plus difficile, nécessitant un guidage par l'imagerie. De nombreuses méthodes ont été décrites, dont le guidage par échographie transpariétale, simple et facilement disponible. Le but de cette étude rétrospective monocentrique était d'évaluer la faisabilité et la sécurité de l'échoguidage de la ponction portale lors de la pose de TIPS.
Matériel et méthodes : Entre janvier 2011 et décembre 2016, cent cinquante-six patients chez qui un TIPS a été posé avec échoguidage premier de la ponction portale ont été inclus. Le succès technique de la pose de TIPS, le succès de l'échoguidage premier, les complications per-procédurales, le gradient portosystémique, l'exposition aux rayonnements et le taux de morbidité et de mortalité à trente jours post-procédure ont été recueillis et analysés rétrospectivement.
Résultats : Le succès technique était de 100% avec un taux de succès de l'échoguidage premier de 98.1%. La durée moyenne de la procédure était de 92.5 minutes avec un produit dose-surface moyen de 61.0 Gy.cm. Le taux de complications cliniquement significatives était de 1.9%. Le taux de mortalité à 30 jours était de 9.0%.
Conclusion : Le guidage échographique transpariétal en temps-réel apparaît être une méthode faisable et sûre pour faciliter l'accès portal lors de la pose de TIPS.

MOTS-CLES

SHUNT PORTOSYSTEMIQUE INTRAHEPATIQUE PAR VOIE TRANSJUGULAIRE ; ECHOGUIDAGE ; PONCTION PORTALE ; HYPERTENSION PORTALE