



**HAL**  
open science

## Comparaison du repérage anatomique traditionnel et du repérage échographique du site de ponction lombaire

Batistin Martinon, Line Dussourd

► **To cite this version:**

Batistin Martinon, Line Dussourd. Comparaison du repérage anatomique traditionnel et du repérage échographique du site de ponction lombaire. Médecine humaine et pathologie. 2016. dumas-01300444

**HAL Id: dumas-01300444**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01300444>**

Submitted on 20 Jun 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SID de Grenoble : **thesebum@ujf-grenoble.fr**

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITÉ GRENOBLE ALPES  
FACULTÉ DE MÉDECINE DE GRENOBLE

Année 2016

**COMPARAISON DU REPÉRAGE ANATOMIQUE TRADITIONNEL  
ET DU REPÉRAGE ÉCHOGRAPHIQUE DU SITE DE PONCTION LOMBAIRE**

THÈSE  
PRÉSENTÉE POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE  
DIPLOME D'ÉTAT

**Batistin MARTINON**

né le 12 juin 1987

à La Seyne/mer (83)

**&**

**Line DUSSOURD**

née le 9 juin 1988

à Sélestat (67)

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT A LA FACULTÉ DE MEDECINE DE  
GRENOBLE\*

Le : 1er avril 2016

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE

Président du jury : Mme le Professeur Françoise CARPENTIER

Membres :

Mme le Professeur Laurence BOUILLET

Mr le Docteur Maxime MAIGNAN

Mme le Docteur Clara CANDILLE

Mr le Docteur Emmanuel BRIOT

*\*La Faculté de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.*

Doyen de la Faculté : M. le Pr. Jean Paul ROMANET

Année 2015-2016

**ENSEIGNANTS A L'UFR DE MEDECINE**

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie réanimation
PU-PH	APEL Florent	Ophthalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	Chirurgie générale
PU-PH	BALOSSO Jacques	Radiothérapie
PU-PH	BARONE-ROCHETTE Gilles	Cardiologie
PU-PH	BARRET Luc	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	BENHAMOU Pierre Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Agents infectieux
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie
PU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne
MCU-PH	BOUZAT Pierre	Réanimation
PU-PH	BRAMBILLA Christian	Pneumologie
PU-PH	BRAMBILLA Elisabeth	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardio- vasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	CAHN Jean-Yves	Hématologie
MCU-PH	CALLANAN-WILSON Mary	Hématologie, transfusion
PU-PH	CARPENTIER Françoise	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie
PU-PH	CHARLES Julie	Dermatologie

PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardio- vasculaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	COHEN Olivier	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	COUTURIER Pascal	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PU-PH	CURE Hervé	Oncologie
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
PU-PH	DECAENS Thomas	Gastro-entérologie, Hépatologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Addictologie
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
MCU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique et procréation
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies Infectieuses et Tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Hélène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAGRET Daniel	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	Chirurgie générale
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie, transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaétan	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
PU-PH	GUEBRE-EGZLABHER Fitsum	Néphrologie
MCU-PH	GUZUN Rita	Endocrinologie, diabétologie, nutrition, éducation thérapeutique
PU-PH	HAINAUT Pierre	Biochimie, biologie moléculaire
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Génétique et procréation
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie obstétrique
PU-PH	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-PH	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	JUVIN Robert	Rhumatologie
PU-PH	KAHANE Philippe	Physiologie
PU-PH	KRACK Paul	Neurologie
PU-PH	KRAINIK Alexandre	Radiologie et imagerie médicale

PU-PH	LABARERE José	Epidémiologie ; Eco. de la Santé
PU-PH	LANTUEJOUL Sylvie	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	LAPORTE François	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	LARDY Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	LARRAT Sylvie	Bactériologie, virologie
PU-PH	LECCIA Marie-Thérèse	Dermato-vénérologie
PU-PH	LEROUX Dominique	Génétique
PU-PH	LEROY Vincent	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie
PU-PH	LETOUBLON Christian	Chirurgie générale
PU-PH	LEVY Patrick	Physiologie
MCU-PH	LONG Jean-Alexandre	Urologie
PU-PH	MACHECOURT Jacques	Cardiologie
PU-PH	MAGNE Jean-Luc	Chirurgie vasculaire
MCU-PH	MAIGNAN Maxime	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	MAITRE Anne	Médecine et santé au travail
MCU-PH	MALLARET Marie-Reine	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	MARLU Raphaël	Hématologie, transfusion
MCU-PH	MAUBON Danièle	Parasitologie et mycologie
PU-PH	MAURIN Max	Bactériologie - virologie
MCU-PH	MCLEER Anne	Cytologie et histologie
PU-PH	MERLOZ Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	MORAND Patrice	Bactériologie - virologie
PU-PH	MOREAU-GAUDRY Alexandre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	MORO Elena	Neurologie
PU-PH	MORO-SIBILOT Denis	Pneumologie
MCU-PH	MOUCHET Patrick	Physiologie
PU-PH	MOUSSEAU Mireille	Cancérologie
PU-PH	MOUTET François	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brûlogie
MCU-PH	PACLET Marie-Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	PALOMBI Olivier	Anatomie
PU-PH	PARK Sophie	Hémato - transfusion
PU-PH	PASSAGLIA Jean-Guy	Anatomie
PU-PH	PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François	Anesthésiologie réanimation
MCU-PH	PAYSANT François	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	PELLETIER Laurent	Biologie cellulaire
PU-PH	PELLOUX Hervé	Parasitologie et mycologie
PU-PH	PEPIN Jean-Louis	Physiologie
PU-PH	PERENNOU Dominique	Médecine physique et de réadaptation
PU-PH	PERNOD Gilles	Médecine vasculaire
PU-PH	PIOLAT Christian	Chirurgie infantile
PU-PH	PISON Christophe	Pneumologie
PU-PH	PLANTAZ Dominique	Pédiatrie
PU-PH	POIGNARD Pascal	Virologie
PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie

PU-PH	<b>POLOSAN Mircea</b>	<b>Psychiatrie d'adultes</b>
PU-PH	<b>PONS Jean-Claude</b>	<b>Gynécologie obstétrique</b>
PU-PH	<b>RAMBEAUD Jacques</b>	<b>Urologie</b>
MCU-PH	<b>RAY Pierre</b>	<b>Génétique</b>
PU-PH	<b>REYT Émile</b>	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
MCU-PH	<b>RIALLE Vincent</b>	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
PU-PH	<b>RIGHINI Christian</b>	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
PU-PH	<b>ROMANET J. Paul</b>	<b>Ophthalmologie</b>
MCU-PH	<b>ROUSTIT Matthieu</b>	<b>Pharmacologie fondamentale, pharmaco clinique, addictologie</b>
MCU-PH	<b>ROUX-BUISSON Nathalie</b>	<b>Biochimie, toxicologie et pharmacologie</b>
PU-PH	<b>SARAGAGLIA Dominique</b>	<b>Chirurgie orthopédique et traumatologie</b>
MCU-PH	<b>SATRE Véronique</b>	<b>Génétique</b>
PU-PH	<b>SAUDOU Frédéric</b>	<b>Biologie Cellulaire</b>
PU-PH	<b>SCHMERBER Sébastien</b>	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
PU-PH	<b>SCHWEBEL-CANALI Carole</b>	<b>Réanimation médicale</b>
PU-PH	<b>SCOLAN Virginie</b>	<b>Médecine légale et droit de la santé</b>
MCU-PH	<b>SEIGNEURIN Arnaud</b>	<b>Epidémiologie, économie de la santé et prévention</b>
PU-PH	<b>STAHL Jean-Paul</b>	<b>Maladies infectieuses, maladies tropicales</b>
PU-PH	<b>STANKE Françoise</b>	<b>Pharmacologie fondamentale</b>
MCU-PH	<b>STASIA Marie-José</b>	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
PU-PH	<b>TAMISIER Renaud</b>	<b>Physiologie</b>
PU-PH	<b>TERZI Nicolas</b>	<b>Réanimation</b>
PU-PH	<b>TONETTI Jérôme</b>	<b>Chirurgie orthopédique et traumatologie</b>
PU-PH	<b>TOUSSAINT Bertrand</b>	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
PU-PH	<b>VANZETTO Gérald</b>	<b>Cardiologie</b>
PU-PH	<b>VUILLEZ Jean-Philippe</b>	<b>Biophysique et médecine nucléaire</b>
PU-PH	<b>WEIL Georges</b>	<b>Epidémiologie, économie de la santé et prévention</b>
PU-PH	<b>ZAOUI Philippe</b>	<b>Néphrologie</b>
PU-PH	<b>ZARSKI Jean-Pierre</b>	<b>Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie</b>

**PU-PH** : Professeur des Universités et Praticiens Hospitaliers

**MCU-PH** : Maître de Conférences des Universités et Praticiens Hospitaliers

Mis à jour le 16 octobre 2015

## REMERCIEMENTS

À,

Mme le Professeur Françoise CARPENTIER

C'est un honneur de vous avoir à la présidence de notre jury de thèse. Que ce travail soit l'expression de notre profond respect à votre égard.

Mme le Professeur Laurence BOUILLET

Nous vous exprimons notre plus grande reconnaissance pour avoir accepté d'être membre de notre jury ainsi que pour l'intérêt que vous avez porté à notre sujet.

M. le Docteur Maxime MAIGNAN

Nous te remercions pour ton investissement soutenu et tes conseils avisés, qui nous ont permis de guider et mener à bien notre travail. Nous t'en sommes immensément reconnaissants.

Mme le Docteur Clara CANDILLE

Pour ton soutien dans ce travail, qui n'aurait pas vu le jour sans ton appui.

Mr le Docteur Emmanuel BRIOT

Pour l'intérêt que vous avez porté à notre sujet, votre disponibilité, et votre enseignement pédagogique, passionné et passionnant. Soyez assuré de notre profonde reconnaissance.

Dr Damien VIGLINO,

Pour ta disponibilité et ta motivation, ainsi que tes conseils précieux.

Dr Samuel BAILLON, Dr Benoit BESSE

Pour votre aide volontaire et spontanée, ainsi que votre soutien dans ce projet.



## REMERCIEMENTS LINE

À Batistin, pour notre entre-aide dans cette course exigeante et engagée. Merci d'avoir tenu bon sans lâcher prise, pour passer tous les crux de stress, de fatigue et d'imprévus. Rési et conti, tu as carrément assuré. D'un camarade de DESC, tu es devenu un co-thésard, un co-interne et maintenant, un Ami. Reste plus qu'à ce qu'on se retrouve collègue... Ou compagnon de cordée. Ou les deux. Garde ta motivation à déplacer des montagnes, ça te gagne.

À mes parents, MERCI d'avoir tout fait pour me donner les armes nécessaires pour ce travail, et pour tellement plus dans ma vie. Pour tout votre soutien moral, physique, motivationnel, financier, matériel, culinaire, logistique et j'en-oublie-surement, durant toutes ces années. Pour m'avoir poussée, petit à petit à devenir moins petit. Et enfin pour vos bras à chacun de mes ~~trois, non cinq~~, non SIX déménagements ! (pardon enfait).

À mon frère, pour m'avoir appris à pousser la barre bien haut, et à regarder droit au loin, là où l'on veut aller. Malgré ton cube, tu es un modèle de volonté et d'exigence.

À mes quatre Grands-Parents, fan-club infatigable pendant ces longues (trop courtes ?), années, merci pour tout votre soutien et votre confiance sans limite et sans égal. C'est une chance incroyable de vous avoir avec moi depuis...vingt sept ans ! (trois quart même).

À mes relecteurs avisés : Julie, Thibaut, Marie, Joan, Moune, Claire et Yves : merci de votre réactivité et vos conseils pertinents !

À tous les médecins de Strasbourg, Thonon, Sallanches, Grenoble, Chambéry, Ugine, Huez (et d'ailleurs !) qui m'ont inspirée, et m'ont donné le goût de ce métier, source infinie de découverte et d'apprentissage. J'espère sincèrement réussir à être à la hauteur.

À mes nombreux colocataires : Adeline, Lucile, Claire, Monchu, Monprat, Tami, Christine, Iris, et Tami encore ! Pour m'avoir accompagnée (supportée ?) au quotidien, pour l'avoir rendu tellement plus fun et chaleureux.

Aux copains « Alsaciens » qui sont là, toujours : Delin : tellement-plus-que-Coloc, Bérengère : petite (ou grande?) sœur d'esprit, Céline et Caroline : Coupines Vancelloises de/pour toujours, Thibaud, presque-frère de mes toutes petites années, Marine : Bergère-aventurière préférée, Christian : c'est Christian. Pour tellement de choses, Merci Vielmols et bis ball !

Aux copains « Grenoblois » : Julie, Nad, Elsa, Jo, Blandine, Jenny, Lara, Caro, la famille Thonon, les Sallanchois, les cointernes de Ped, les néphrons de Réa, la fine équipe du DESC, les copains de la grimpe, ceux de montagne, le GFHM : Merci, merci et merci encore pour toutes ces aventures passées... et à venir !

## REMERCIEMENTS BATISTIN

À Line, merci pour ta bonne humeur, ton travail, ton optimisme et ton soutien sur ce projet mené ensemble. Tu m'as épaulé à une période où le sol s'écroulait sous mes pieds. Ce sera un plaisir d'exercer à tes côtés.

À mes parents, merci pour votre amour et soutien sans failles tout au long de ces longues années d'études. Sans vous je ne serais pas là.

À mes sœurs, mes « pitchounes », dont l'aide et le cœur sont si grands.

À mes frères de cordée, tous ces moments passés en montagne, ces instants magiques et de partages m'ont permis de tenir le cap.

À mon Guigui, tu es le frère que j'ai toujours voulu avoir. Notre amitié inconditionnelle me porte toujours plus haut.

À Pedro, merci pour tout, les années de collocation, nos moments de fous rires, les heures et les heures de travail à tes côtés toujours l'un pour soutenir l'autre, les sous-colles avec Ben Nataf, ton soutien depuis mon départ de Marseille.

À toute la bande de la Fac, je vous aime.

À Romain, nos sorties ski de randonnée, nos Preslades, nos soirées musiques à refaire le monde, je te serais à jamais reconnaissant pour ton accueil dans les moments difficiles.

À Sophie, Nandi, Jean Baptiste, Kevin, Roxane, Hugo, Amandine et leur moitié vous êtes toujours là quand il le faut.

À Mélodie, tu as rendu ma vie merveilleuse pendant cet internat, on s'est porté mutuellement vers le haut, on s'est aimé, nos chemins se sont séparés récemment, je te souhaite réussite et bonheur pour ta vie future.

À Maxime Ronflé,

je te dédie cette thèse. Tu étais un roc, un pilier de promo de la Fac. La médecine, les études, t'ont emporté trop tôt. Tu resteras à jamais dans nos cœurs. Repose en paix mon ami...

## SOMMAIRE

<b>ABRÉVIATIONS</b> .....	12
<b>RÉSUMÉ</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>INTRODUCTION</b> .....	15
<b>MATÉRIEL ET MÉTHODE</b> .....	16
Population étudiée .....	16
Description de l'étude .....	17
Paramètres recueillis .....	18
Analyse statistique .....	18
<b>RÉSULTATS</b> .....	20
<b>DISCUSSION</b> .....	23
Limites.....	24
Perspectives .....	25
<b>CONCLUSION</b> .....	26
<b>RÉFÉRENCES</b> .....	28
<b>ANNEXES</b> .....	31
<b>SERMENT D'HIPPOCRATE</b> .....	32

## **ABRÉVIATIONS**

**CHU** : Centre Hospitalier Universitaire

**CRF** : Case Report Form = cahier d'observation

**DMU** : Dossier Médical des Urgences

**IC** : Intervalle de Confiance

**IHS** : International Headache Society

**IMC** : Indice de Masse Corporelle

**LCS** : Liquide Cérébro-Spinal

**PL** : Ponction Lombar

**SAU** : Service d'Accueil des Urgences

**SPPL** : Syndrome Post-Ponction Lombar

**UPU** : Unité Post-Urgences

## RÉSUMÉ

*Introduction* : Les repères anatomiques pour déterminer le bon espace intervertébral de site de Ponction Lombaire (PL) sont trompeurs dans 30% des cas. L'échorepérage est un outil facile à l'apprentissage et à l'usage. Nous avons comparé le repérage du site de ponction lombaire choisi par repérage anatomique classique et par échorepérage.

*Méthodes* : étude observationnelle prospective monocentrique dans les services d'Urgences et de Médecine Aiguë du CHU de Grenoble. Le critère de jugement principal était la distance moyenne en millimètres entre le site de ponction choisi après repérage anatomique et après échorepérage. Les patients admis du 02/02/2016 au 04/03/2016, présentant une indication potentielle de PL étaient inclus. La distance observée a été exprimée en termes de moyenne avec intervalle de confiance à 95% après vérification de la normalité de la distribution.

*Résultats* : Le repérage échographique différait du repérage anatomique classique, avec une distance moyenne de 32 mm (IC95 % 27 – 37). La distance verticale moyenne était de 29 mm (IC95 % 24 – 34). La distance horizontale moyenne était de 8 mm (IC95 % 6 – 10). Il y avait un taux de changement d'espace intervertébral de 63 %.

*Conclusion* : Le repérage échographique du site de ponction lombaire diffère du repérage anatomique. La distance moyenne séparant les deux modes de repérage est d'un ordre de grandeur égal à un espace intervertébral. Il existe principalement une variation verticale du point de ponction selon le mode de repérage utilisé. Ces résultats pourraient expliquer au moins en partie le faible taux d'échec de ponction lombaire lorsqu'elle est réalisée après échorepérage.

## **ABSTRACT**

*Introduction:* Anatomical landmarks used to determine intervertebral space for lumbar puncture are false in 30% of the cases. Ultrasound guidance is a suitable tool for learning and routine practice. We evaluated the difference between classical anatomical landmarks (CAL) and ultrasound location puncture (ULP).

*Methods:* This observational monocentric prospective study was settled in the Emergency Department of the University hospital of Grenoble. The main judgement criteria was the mean distance in millimeters between the puncture site chosen by CAL and by ULP method. The patients with a potential indication of lumbar puncture were included between 02/02/2016 and 03/04/2016. Mean distance difference was reported with confidence interval of 95% after verification of normal statistical distribution.

*Results:* ULP was different from CAL with a mean distance difference of 32mm, CI95% (27 – 37). The mean vertical distance was 29 mm, CI95% (24 – 34). The mean horizontal difference was 8mm, CI95 % (6 – 10). The rate of change of intervertebral landmarks was 63%.

*Summary:* ULP is different from CAL. The distance between these two methods is at least equal to one intervertebral space. There is a vertical and horizontal variation between ULP and CAL. These results could explain at least partially the low rate of failure of lumbar puncture when realized by ULP method.



## INTRODUCTION

La ponction lombaire est un geste de pratique courante dans un service d'Urgence. Pour exemple, aux Urgences du CHU de Grenoble il est réalisé quasiment une ponction lombaire par jour (344 en 2014). C'est un outil de diagnostic important dans de nombreuses situations critiques (1,2) telles que les infections du système nerveux central, ou les hémorragies sous-arachnoïdiennes. Elle peut également être thérapeutique, lorsque réalisée pour le traitement de l'hypertension intracrânienne bénigne (hypertension intracrânienne idiopathique, hydrocéphalie à pression normale) (2,3). Le cathétérisme épidural est un geste réalisé de manière régulière en anesthésie pour l'injection d'anesthésique ou d'antalgique (4).

L'échographie a pris une place importante en anesthésie et notamment pour le repérage du bon espace intervertébral à cathétériser (5–7). La ponction lombaire peut être compliquée du syndrome post ponction lombaire(8–10) ou d'atteinte traumatique du cône terminal de la moelle spinale par une ponction réalisée trop haut(1,11,12).

L'échorepérage permet de réduire le nombre d'échecs ou de ponctions lombaires traumatiques (13), ainsi que le nombre d'insertions et de redirections de l'aiguille (13,14). Il permet de plus, un repérage précis du site de ponction (6,15). Son utilisation dans le contexte des services d'Urgences et de médecine aiguë a été très peu évaluée bien qu'elle pourrait permettre d'améliorer ce geste de pratique courante (16,17). Les repères anatomiques classiques semblent trompeurs dans 30% des cas (18) pour repérer le bon espace intervertébral de site de ponction. L'échorepérage est un outil à l'apprentissage et à l'usage faciles (13,17,19), qui devrait permettre d'améliorer la précision du site de ponction.

L'objectif de cette étude, purement observationnelle, était de comparer le résultat d'un repérage du site de ponction lombaire par palpation anatomique à celui estimé par échographie.

## **MATÉRIEL ET MÉTHODE**

Nous avons réalisé une étude observationnelle prospective monocentrique dans les services d'Urgences et de Médecine Aiguë, du Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble afin d'évaluer le repérage du site de ponction lombaire choisi par repérage anatomique classique et par échorepérage. Aucun acte invasif ou de biologie n'a été réalisé.

Les patients inclus dans l'étude étaient ceux ayant une indication de PL, hospitalisés aux urgences et/ou dans un service de médecine aiguë. Le critère de jugement principal était la distance moyenne en millimètres entre le site de ponction choisi après repérage anatomique traditionnel et le site choisi après échorepérage, au niveau de la peau.

Les critères de jugement secondaires étaient :

1. la distance horizontale moyenne en millimètres entre le site de ponction choisi après repérage anatomique traditionnel et le site choisi après échorepérage
2. la distance verticale moyenne en millimètres entre le site de ponction choisi après repérage anatomique traditionnel et le site choisi après échorepérage
3. le taux de changement d'espace intervertébral choisi pour la ponction entre les deux techniques de repérage (anatomique et échographique).
4. la comparaison de la distance moyenne entre les deux techniques de repérage (anatomique et échographique) entre deux groupes : les patients en position assise et les patients en décubitus latéral.

### **Population étudiée**

Était inclus tout patient admis aux urgences du CHU de Grenoble ou hospitalisé dans un service de médecine aiguë, présentant une indication potentielle de ponction lombaire, après obtention de son consentement. Les indications retenues étaient : tout syndrome méningé, ainsi que toute céphalée aiguë et/ou brutale et/ou inhabituelle.

Étaient exclus de l'étude, les personnes privées de liberté par décision judiciaire ou administrative, les personnes faisant l'objet d'une mesure de protection légale, les patientes enceintes ou allaitantes, les patients déments ou non communicants, les patients non affiliés à la Sécurité Sociale ou à un régime d'assurance médicale équivalent.

## Description de l'étude

Le patient pouvait être inclus par un des médecins seniors d'un des services participants à l'étude, à savoir :

- le Service d'Accueil des Urgences (SAU)
- l'Unité Post-Urgence (UPU)
- le Service de Médecine Interne (3eA)

En présence des critères d'inclusion et en l'absence de critère d'exclusion, le patient était inclus dans l'étude s'il ne s'opposait pas à sa participation après information par le médecin investigateur. Les inclusions étaient réparties entre différents médecins seniors avec la moitié des inclusions réalisées en position assise et la moitié en décubitus latéral. Ces positions étaient déterminées à l'avance et inscrites sur chaque pochette d'inclusion individuelle.

Le patient était installé sur un brancard ou sur un lit, dans une chambre ou un box d'examen individuel, en position assise ou décubitus latéral, le dos nu.

Un calque pré-troué (4 trous formant un rectangle) était disposé sur le dos du patient, afin de réaliser quatre repères (croix) avec un crayon dermographique (dispositif médical CE hypoallergénique). Ce processus permettait de positionner le calque de manière reproductible. Le médecin réalisait un repérage anatomique du site de ponction, et reportait sa localisation uniquement sur le calque. Le médecin réalisait ensuite un repérage échographique sans la présence du calque, définissait le site choisi en le marquant sur la peau à l'aide du crayon dermographique puis le reportait secondairement sur le calque.

Il repérait ensuite échographiquement l'espace inter-épineux choisi initialement par repérage anatomique afin de savoir si cet espace était différent de l'espace choisi par échorepérage. L'appareil d'échographie utilisé était un Philips® Pure Wave CX50 avec une sonde abdominale. Tous les médecins réalisant l'étude se sont formés précédemment sur le plan théorique et pratique à l'aide de la littérature et d'un anesthésiste du bloc opératoire d'obstétrique expérimenté dans sa réalisation.

Le calque était gardé dans le cahier de recueil formalisé, afin d'effectuer, a posteriori, la mesure de distance entre les deux points.

Les distances verticale et horizontale étaient reportées sur un axe dont le zéro était le repérage échographique (E). L'axe des abscisses et des ordonnées étant les côtés du rectangle dont la diagonale était le segment [EA] reliant le repérage échographique (E) au repérage anatomique (A).

## **Paramètres recueillis**

Dans cette étude, les données recueillies étaient toutes issues des dossiers médicaux des urgences et de l'hospitalisation.

L'âge, le sexe, la taille, le poids, l'IMC étaient recueillis, ainsi que l'existence d'arthrose ou déformation anatomique de la colonne lombaire (cyphoscoliose, hyperlordose), la date d'admission aux Urgences ou en Service de Médecine Aiguë, le motif de consultation aux Urgences ou d'hospitalisation en Service de Médecine Aiguë et enfin le diagnostic à la sortie des Urgences ou du Service de Médecine Aiguë.

Un fichier d'inclusion des patients comportant la date de naissance, et le numéro de dossier DMU des patients a été créé. Il était aussi reporté une note de facilité de réalisation de l'échorepérage, attribuée par le médecin réalisateur de l'échorepérage.

Ces données ont été tenues à part du cahier de recueil des données propres de l'étude. Ce fichier tenu à part du CRF était nécessaire afin que d'éventuelles données supplémentaires demandées à posteriori par des relecteurs puissent être recueillies.

## **Analyse statistique**

### *Analyse principale*

L'analyse du critère de jugement principal n'a pas fait l'objet d'un traitement statistique. La distance observée a été exprimée en termes de moyenne avec intervalle de confiance à 95% après vérification de la normalité de la distribution.

Nous avons défini avant le début de l'étude la distance considérée cliniquement significative entre deux points de ponction par la méthode suivante : une mesure des espaces inter-épineux a été réalisée à partir d'un échantillon de 10 radiographies du rachis lombaire, effectuées dans le service des urgences du CHU de Grenoble. La distance inter-épineuse moyenne était de 31 mm pour une déviation standard de la mesure de 6 millimètres. A partir de ces données, nous avons estimé qu'une distance de 15 millimètres entre les deux sites de ponction choisis est cliniquement significative, correspondant à une demi distance intervertébrale moyenne.

### *Analyses secondaires*

Les critères de jugement secondaires : distance horizontale moyenne, distance verticale moyenne et taux de changement d'espace intervertébral entre les deux repérages (anatomique et échographique), n'ont pas fait l'objet d'un traitement statistique. Les distances horizontales et verticales ont été exprimées en termes de moyenne avec intervalle de confiance à 95% après vérification de la normalité de la distribution. Le taux de changement d'espace inter-épineux observé a été exprimé en pourcentage.

Pour le dernier critère de jugement secondaire : la distance moyenne entre les deux méthodes a été comparée entre les deux groupes (assis et décubitus latéral) par un test « t de student » après vérification de la normalité de la distribution. Les taux de changement d'espace interépineux entre les deux groupes (assis et décubitus latéral) ont été comparés par un test « exact de Fisher » du fait d'échantillon de faible taille.

Le calcul du nombre de sujets nécessaires à partir du critère de jugement principal n'était pas possible. Afin de montrer une différence de distance entre les groupes (assis et décubitus latéral) de 10 millimètres avec une déviation standard de 10 millimètres et une puissance de 90% (risque alpha 0.05), le nombre de sujets nécessaires a été estimé à 23 par groupe. Le nombre de sujets nécessaires au critère de jugement secondaire N°2 (test t de student) a donc été fixé à 46. Néanmoins afin de répondre au critère de jugement principal avec précision, et de prendre en compte la variabilité inter-opérateur bien démontrée en échographie, huit médecins ont inclus un total de 52 patients.

## RÉSULTATS

De février à mars 2016, 52 patients ont été inclus. Les caractéristiques de la population sont décrites ci-dessous (**Tableau 1**).

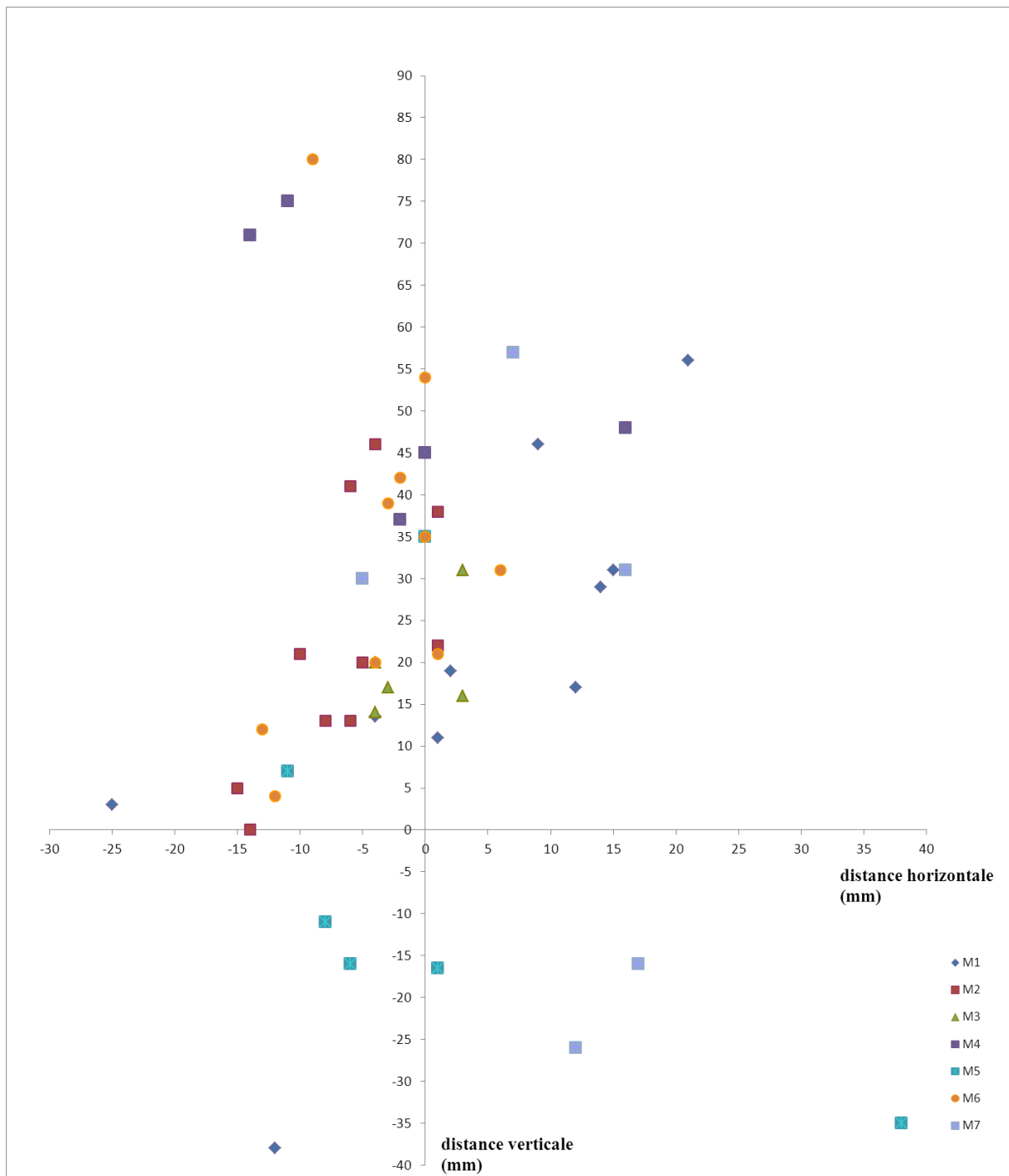
L'âge moyen était de 45,5 ans, IC95% (18 – 84). 33% étaient des hommes. L'IMC moyen était de 25,04 kg/m<sup>2</sup>, IC95% (17,24 – 40,48). 21 % présentaient une déformation déclarée ou observée de la colonne lombaire (cyphoscoliose : 11%, hyperlordose : 4 %, autres : 6%) et 13% de l'arthrose. Les patients étaient admis aux Urgences pour syndrome méningé (17%), céphalée brutale (4%), céphalée inhabituelle (52%), céphalée fébrile (27%).

**Tableau 1** : Caractéristiques de la population

	Total n=52	Assis n=28	Décubitus Latéral n=24	p valeur*
Âge moyen (ans)	45,5 (18 ; 84)	47,1 (24 ; 84)	43,7 (18 ; 79)	0,54
Poids moyen (Kg)	72,62 (47 ; 118)	69,8 (48 ; 118)	75,9 (47 ; 108)	0,23
Taille moyen (m)	1,70 (1,52 ; 1,94)	1,71 (1,52 ; 1,94)	1,69 (1,52 ; 1,84)	0,45
IMC moyen (Kg/m <sup>2</sup> )	25,04 (17,24 ; 40,48)	23,77 (17,24 ; 40,38)	26,53 (18,36 ; 36,51)	0,05
Motif de consultation				
Syndrome méningé	9 (17%)	5 (18%)	4 (17%)	1
Céphalée inhabituelle	27 (52%)	12 (43%)	15 (62,5%)	0.17
Céphalée brutale	3 (6%)	1 (3%)	2 (8%)	0.58
Céphalée fébrile	13 (25%)	10 (36%)	3 (12,5%)	0.06
Sexe				
Homme	17 (33%)	9 (32%)	8 (33%)	1
Pathologies				
Arthrose	7 (13%)	4 (14%)	3 (12,5%)	1
Cyphoscoliose	6 (11%)	4 (14%)	2 (8%)	0.67
Hyperlordose	2 (4%)	1 (3%)	1 (4%)	1
Autre	3 (6%)	1 (3%)	2 (8%)	0.58

\* comparaison des groupes Assis et Décubitus latéral

Le repérage échographique différait du repérage anatomique classique de manière significative, avec une distance absolue moyenne de 32mm, IC95% (27 – 37), 46 (88%) distances absolues étaient supérieures à 15 mm, ce qui correspond à 24 (46%) en position assise et 22 (42%) en position décubitus latéral. La distance verticale moyenne était de 29mm, IC95% (24 – 34). La distance horizontale moyenne était de 8mm, IC95% (6 – 10). Il y avait un taux de changement d'espace intervertébral entre les deux techniques de repérage de 63%. (**Figure 1**)



**Figure1** : représentation des repères anatomiques en fonction du repère échographique

Mx : Médecin réalisant le repérage série 1 à 7

La distance moyenne entre les deux techniques de repérage différait de 1.8mm ( $p = 0.7$ ) entre le groupe en position assise et le groupe en position décubitus latéral : distance moyenne dans le groupe Assis de 33.1mm, IC95% (25.7 – 40.5) et distance moyenne dans le groupe Décubitus latéral de 31.3mm, IC95% (26 – 36.6). Enfin, le taux de changement d'espace intervertébral était de 68 % dans le groupe Assis et de 67 % le groupe Décubitus latéral. (**Tableau 2**)

**Tableau 2 : comparaison des distances en fonction des deux positions**

	Total n=52	Assis n=28	Décubitus latéral n=24	p valeur
distance absolue moyenne (mm)	32,3 [27-37]	33,1 [25,7 ; 40,5]	31,3 [26 ; 36,6]	0,71
distance verticale moyenne (mm)	29,2 [24-34]	31,2 [23,6 ; 38,8]	26,9 [21,1 ; 32,7]	0,4
distance horizontale moyenne (mm)	8 [6-10]	6,6 [4,6 ; 8,6]	9,8 [6,5 ; 13,1]	0,14
changement d'espace intervertébral n (%)	35 (67%)	19 (68%)	16 (67%)	1

En analysant la sous population des personnes présentant des anomalies de rachis, la distance horizontale moyenne était significativement différente entre les deux sous-groupes : avec anomalie rachidienne 12.4mm, IC95% (7.27 – 17.53) et sans anomalie rachidienne 6.4mm, IC95% (4.63 – 8.17) ( $p < 0,05$ ). (**Tableau 3**)

**Tableau 3 : comparaison des distances en fonction d'anomalies rachidiennes**

	Total n=52	Avec anomalie rachidienne n=14	Sans anomalie rachidienne n=38	p valeur
distance absolue moyenne (mm)	32,3 [27-37]	31,2 [21.82 ; 40.58]	32,7 [27.16 ; 38.24]	0.79
distance verticale moyenne (mm)	29,2 [24-34]	25,4 [14.89 ; 35.92]	30,7 [25 ; 36.4]	0.39
distance horizontale moyenne (mm)	8 [6-10]	12,4 [7.27 ; 17.53]	6,4 [4.63 ; 8.17]	<0.05
changement d'espace intervertébral n (%)	35 (67%)	7 (50%)	28 (74%)	0.61

La facilité de réalisation moyenne de l'échorepérage, évaluée par note subjective, attribuée par le médecin réalisateur du repérage, était de 7.8/10 (4 – 10), il n'y a pas de différence significative entre la note attribuée que l'échorepérage soit fait en position assise (8.1/10 IC95% 7,58 – 8,62) ou en position décubitus latéral (7.4/10 IC95% 6,6 – 8,2) ( $p = 0.19$ ).



## DISCUSSION

Dans cette étude, le repérage échographique diffère du repérage anatomique classique de manière significative 32mm, IC95% (27 – 37). La différence verticale entre les deux repères est plus importante que la différence horizontale, et un changement d'espace intervertébral est fréquent, puisqu'il intervient dans 63% des cas. Ces résultats sont similaires, que le repérage soit réalisé en position assise ou en décubitus latéral.

La distance absolue mesurée entre les deux repérages est non négligeable, représentant l'équivalent de la distance entre deux épines vertébrales mesurée sur 10 radiographies des urgences. Dans notre population, 88% des distances absolues mesurées entre les deux types de repérage étaient supérieures à un demi espace inter-épineux.

La distance verticale est du même ordre de grandeur que la distance absolue. Dans notre étude, si l'on s'intéresse au sous-groupe présentant une anomalie rachidienne lombaire, on remarque une distance horizontale entre les deux types de repérages supérieure à celle mesurée dans le groupe indemne d'anomalie. Cette tendance reste à confirmer, mais permettrait d'envisager l'échorepérage comme un apport pertinent dans cette situation.

Outre la distance absolue, le repérage échographique diffère du repère anatomique classique par un changement d'espace intervertébral très fréquent. Ces résultats sont en accord avec les données de la littérature (15,20), avec un décalage céphalique du repérage anatomique par rapport au repérage échographique.

Dans notre étude, le repérage échographique était majoritairement situé en dessous du repérage réalisé par palpation anatomique, en accord avec la littérature (20,22,23). Pourtant, Whitty et Al. remarquent dans leur étude (24) réalisée chez des femmes en post-partum, que le point de ponction écho-repéré se situe plus haut que celui par palpation anatomique. Ces divergences pourraient faire l'objet d'autres études, avec comparaison de ces deux techniques de repérage avec un *gold standard*.

Les repérages comparés, qu'ils soient anatomiques ou échographiques, ne cherchaient pas à identifier l'espace inter-épineux L3-L4, mais bien l'espace intervertébral semblant le plus propice à l'introduction d'une aiguille de ponction lombaire. Ce choix était volontaire afin d'être au plus près de la réalisation de ce geste en pratique courante aux Urgences. Le cône médullaire se termine dans la plupart des cas dans l'espace intervertébral L1-L2 (1). Cependant dans 2 à 5% des cas il descend jusqu'en dessous du corps vertébral de L2 (15,24).

Dans la littérature il était anciennement recommandé de réaliser la ponction le plus bas possible, au niveau L4-L5 voire L5-S1 afin de limiter le risque d'atteinte traumatique du cône terminal. Cependant d'autres études se sont intéressées à l'anatomie du fourreau dural. Dans le plan axial, celui-ci est de forme ovale en L3-L4 puis devient triangulaire en L4-L5. Ces modifications pouvant expliquer un taux d'échec plus important lorsque la ponction est réalisée plus basse que l'espace inter-épineux L3-L4 (25). Dans notre étude était ainsi marqué l'espace L3-L4 ou L4-L5 selon la meilleure appréciation échographique obtenue. L'échographie représente ici un potentiel intéressant afin de trouver le meilleur espace intervertébral qui réalise le meilleur compromis entre une ponction trop haute, à risque traumatique, et une ponction trop basse, à risque d'échec.

La facilité de réalisation du repérage échographique est acceptable, et en concordance avec les données de la littérature existantes (13,17,19,21). Des études remettent en question l'intérêt de l'écho-repérage, mais elles concernent des médecins anesthésistes expérimentés qui réalisent le cathétérisme épidural de manière pluriquotidienne (15). En revanche la PL, bien qu'étant un geste courant en médecine aiguë, n'est réalisée qu'une fois par jour en moyenne dans une structure telle que le service d'Urgences du CHU. Les praticiens urgentistes ne peuvent donc prétendre à un niveau d'expertise équivalent. Ainsi la réalisation de l'écho-repérage semblerait adaptée à l'amélioration de la réalisation des PL aux urgences.

### ***Limites***

Nos mesures étaient exprimées en millimètres, cependant la précision du report de nos repérages sur le calque était critiquable. En effet ce dernier était très fin et ductile, son application devait être minutieuse et le patient devait être parfaitement immobile. La précision espérée ainsi au millimètre près était probablement surestimée. Cependant la différence entre les deux modes de repérage est franche, avec une distance moyenne absolue supra centimétrique, ce qui rend la précision des mesures acceptable. Notre étude comprenait un nombre de sujets suffisant pour la puissance souhaitée, notre échantillon reste cependant modeste, et ne permet pas d'appliquer des tests statistiques de forte puissance.

La variabilité inter-individuelle dans tout type d'échographie est opérateur-dépendant. Nous avons cherché à limiter ce biais de mesure en réalisant les écho-repérages par huit médecins différents, du même niveau d'expérience en échographie rachidienne. Cela permettait également une meilleure représentation des conditions réelles d'exercice en médecine aiguë.

### *Perspectives*

La ponction lombaire est souvent responsable d'un effet indésirable invalidant : le syndrome post-ponction lombaire (SPPL).

La manifestation principale du SPPL est une céphalée inhabituelle qui apparaît dans les 5 jours qui suivent une ponction durale. Le tableau clinique s'accompagne également de troubles digestifs (nausées, vomissements), de troubles visuels ou auditifs (8–10,26). Malgré les techniques permettant de réduire l'incidence du SPPL, elle reste importante allant de 30 à 32 % pour les ponctions à visée diagnostique (27–30). La physiopathologie du SPPL est expliquée par la brèche durale laissée par l'aiguille qui persisterait au lieu de cicatriser rapidement. Le liquide cérébro spinal (LCS) fuirait ainsi dans l'espace épidural (10). Cette fuite romprait l'équilibre entre le volume produit et le volume perdu de LCS, entraînant une hypovolémie avec hypotension intracrânienne. L'échorepérage pourrait diminuer le nombre d'essais et le nombre d'échecs des PL réalisées aux urgences et en médecine aiguë. En réduisant le nombre de brèches de la dure-mère, l'échorepérage pourrait donc être une option prometteuse à envisager afin de réduire l'incidence du SPPL.

## **CONCLUSION**

Le repérage échographique du site de ponction lombaire diffère de manière non négligeable du repérage anatomique classique. La distance séparant les deux modes de repérage est au moins égale à un espace intervertébral. Il existe donc une variation verticale du point de ponction selon le mode de repérage utilisé mais aussi une variation horizontale. Ces résultats pourraient expliquer au moins en partie le faible taux d'échec de ponction lombaire lorsqu'elle est réalisée après écho repérage.

THESE SOUTENUE PAR : **Batistin MARTINON & Line DUSSOURD**

TITRE : **Comparaison du repérage anatomique traditionnel et du repérage échographique du site de ponction lombaire**

CONCLUSION :

Le repérage échographique du site de ponction lombaire diffère de manière non négligeable du repérage anatomique classique. La distance séparant les deux modes de repérage est au moins égale à un espace intervertébral. Il existe donc une variation verticale du point de ponction selon le mode de repérage utilisé mais aussi une variation horizontale. Ces résultats pourraient expliquer au moins en partie le faible taux d'échec de ponction lombaire lorsqu'elle est réalisée après écho repérage.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Grenoble, le 11/03/16

LE DOYEN

LE PRESIDENT DE LA THESE



PROFESSEUR F. CARPENTIER

  
Mme le Pr F. CARPENTIER  
Responsable Médical  
Service d'Accueil et d'Urgences  
Pôle Urgence Médecine Aigue  
CHU de GRENOBLE  
Tel : 04.76.76.52.87

## REFERENCES

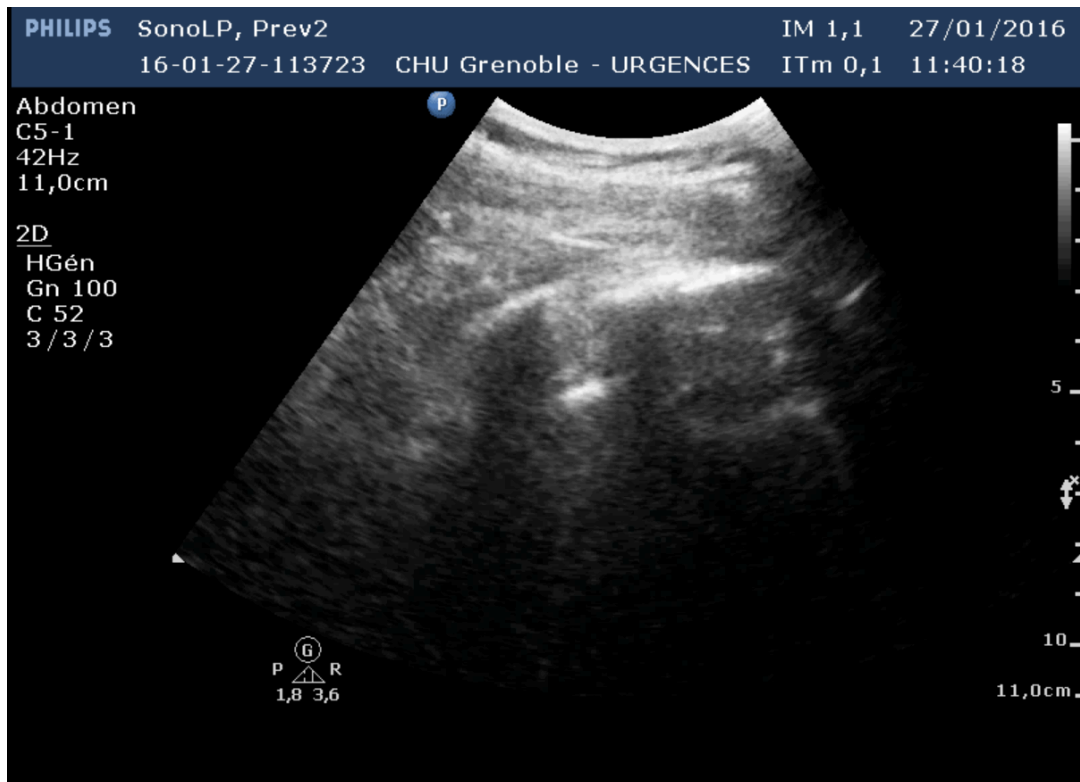
1. Chevallier S, Monti M, Michel P, Vollenweider P. Ponction lombaire. *Rev Med Suisse*. 2008 Oct 29;4(177):2312–8.
2. Forbes Raeburn B, Doherty Carolynne M. Diagnostic Lumbar Puncture. *Ulster Med J*. 2014 May;83(2):93–102.
3. Fournier JY, Hildebrandt G, Gautschi O. Hydrocéphalie à pression normale. *Rev Med Suisse*. 2010;(245):836–9.
4. Eledjam JJ. Les blocs périmédullaires chez l'adulte. *Ann Fr D'Anesthésie Réanimation*. 2007;(26):720–52.
5. Dubost C, Schaal J-V, Heriche C. Échographie et anesthésies périmédullaires : réalisation pratique, intérêts et indications. *EMC - Anesth-Réanimation*. 2011 Jan;8(1):1–4.
6. Kerby B, Rohling R, Nair V, Abolmaesumi P. Automatic identification of lumbar level with ultrasound. *Conf Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc IEEE Eng Med Biol Soc Annu Conf*. 2008;2008:2980–3.
7. Stiffler KA, Jwayyed S, Wilber ST, Robinson A. The use of ultrasound to identify pertinent landmarks for lumbar puncture. *Am J Emerg Med*. 2007 Mar;25(3):331–4.
8. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). *Cephalalgia Int J Headache*. 2013 Jul;33(9):629–808.
9. Leibold RA, Yealy DM, Coppola M, Cantees KK. Post-dural-puncture headache: characteristics, management, and prevention. *Ann Emerg Med*. 1993 Dec;22(12):1863–70.
10. Ahmed SV, Jayawarna C, Jude E. Post lumbar puncture headache: diagnosis and management. *Postgrad Med J*. 2006 Nov;82(973):713–6.
11. Hamandi K, Mottershead J, Lewis T, Ormerod IC, Ferguson IT. Irreversible damage to the spinal cord following spinal anesthesia. *Neurology*. 2002 Aug 27;59(4):624–6.
12. Reynolds F. Damage to the conus medullaris following spinal anaesthesia. *Anaesthesia*. 2001 Mar;56(3):238–47.
13. Mofidi M, Mohammadi M, Saidi H, Kianmehr N, Ghasemi A, Hafezimoghadam P, et al. Ultrasound guided lumbar puncture in emergency department: Time saving and less complications. *J Res Med Sci Off J Isfahan Univ Med Sci*. 2013 Apr;18(4):303–7.
14. Shaikh F, Brzezinski J, Alexander S, Arzola C, Carvalho JCA, Beyene J, et al. Ultrasound imaging for lumbar punctures and epidural catheterisations: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2013 Mar 26;346:f1720.

15. Hayes J, Borges B, Armstrong D, Srinivasan I. Accuracy of manual palpation vs ultrasound for identifying the L3-L4 intervertebral space level in children. *Paediatr Anaesth*. 2014 May;24(5):510–5.
16. Pisupati D, Heyming TW, Lewis R J, Peterson M A. Effect of ultrasonography localization of spinal landmarks on lumbar puncture in the emergency department. *Ann Emerg Med*. 2004 Oct;44(4, Supplement):S83.
17. Ferre RM, Sweeney TW. Emergency physicians can easily obtain ultrasound images of anatomical landmarks relevant to lumbar puncture. *Am J Emerg Med*. 2007 Mar;25(3):291–6.
18. Duniec L, Nowakowski P, Kosson D, Łazowski T. Anatomical landmarks based assessment of intravertebral space level for lumbar puncture is misleading in more than 30%. *Anestezjol Intensywna Ter*. 2013 Mar 19;45(1):1–6.
19. Huang M-Y, Lin AP, Chang W-H. Ultrasound-assisted localization for lumbar puncture in the ED. *Am J Emerg Med*. 2008 Oct;26(8):955–7.
20. Broadbent CR, Maxwell WB, Ferrie R, Wilson DJ, Gawne-Cain M, Russell R. Ability of anaesthetists to identify a marked lumbar interspace. *Anaesthesia*. 2000 Nov;55(11):1122–6.
21. Peterson MA, Pisupati D, Heyming TW, Abele JA, Lewis RJ. Ultrasound for routine lumbar puncture. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. 2014 Feb;21(2):130–6.
22. Schlotterbeck H, Schaeffer R, Dow WA, Touret Y, Bailey S, Diemunsch P. Ultrasonographic control of the puncture level for lumbar neuraxial block in obstetric anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2008 Feb;100(2):230–4.
23. Van Gessel EF, Forster A, Gamulin Z. Continuous spinal anesthesia: where do spinal catheters go? *Anesth Analg*. 1993 May;76(5):1004–7.
24. Whitty R, Moore M, Macarthur A. Identification of the lumbar interspinous spaces: palpation versus ultrasound. *Anesth Analg*. 2008 Feb;106(2):538–40, table of contents.
25. Naji M, Williams M, Hourihan MD, Collis RE. Shape of the thecal sac: L3/4 interspace compared with L4/5. *Anaesthesia*. 2009 Jan;64(1):39–42.
26. Amorim JA, Gomes de Barros MV, Valença MM. Post-dural (post-lumbar) puncture headache: risk factors and clinical features. *Cephalalgia Int J Headache*. 2012 Sep;32(12):916–23.
27. Roy P-M, Bouhours G. Prévention et traitement du syndrome post-ponction lombaire. *Médecine Thérapeutique*. 2004 Jul 1;10(4):224–8.
28. Seupaul RA, Somerville GG, Viscusi C, Shepard AJ, Hauter WE. Prevalence of postdural puncture headache after ED performed lumbar puncture. *Am J Emerg Med*. 2005 Nov;23(7):913–5.

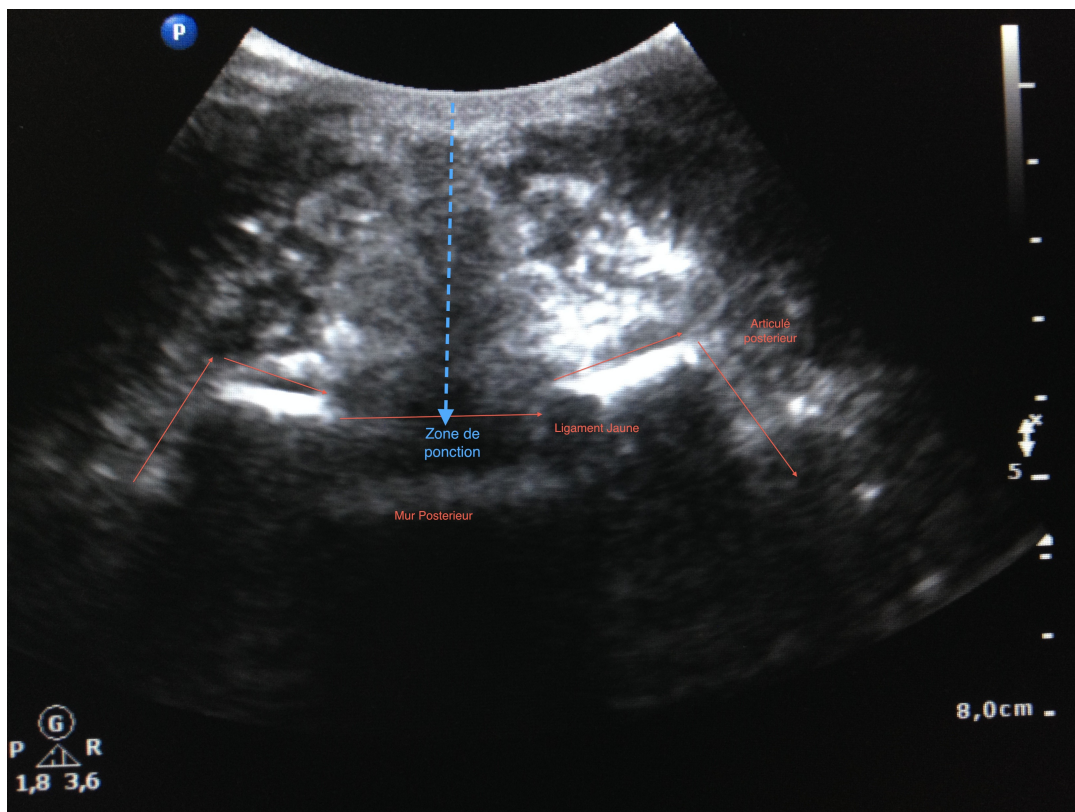
29. Roos C, Concescu D, Appa Plaza P, Rossignol M, Valade D, Ducros A. Le syndrome post-ponction lombaire. Revue de la littérature et expérience des urgences céphalées. Rev Neurol (Paris). 2014 Jun;170(6-7):407-15.
30. Cohen Y, Pouchot J, Vinceneux P. Lumbar post-puncture syndrome. Rev Médecine Interne Fondée Par Société Natl Française Médecine Interne. 1991 Dec;12(6):429-32.



## ANNEXES

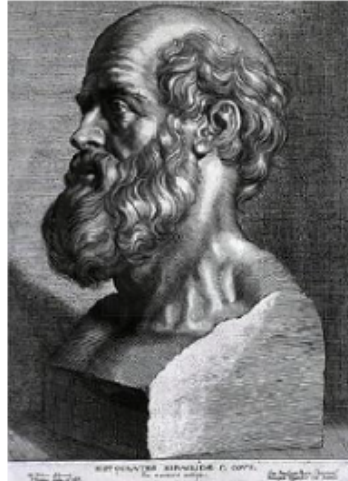


*Annexe 1 : repérage du niveau en coupe sagittale*



*Annexe 2 : image échographique à obtenir*

## SERMENT D'HIPPOCRATE



### **SERMENT D'HIPPOCRATE**

*En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'HIPPOCRATE,*

*Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.*

*Je donnerai mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.*

*Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*

*Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.*

*Je garderai le respect absolu de la vie humaine.*

*Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.*

*Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.*

*Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.*