



Programme d'Enseignement de la Pédiatrie
par l'Internet et les Technologies Electroniques

Diplôme Inter-Universitaire de Pédagogie médicale

Année 2016-2017

**Mise en place d'un module de formation théorique et pratique sur
simulateur pour l'apprentissage de la ponction lombaire pédiatrique**

Sébastien Héritier

Université Paris VI – Pierre et Marie Curie
Groupe PEPITE, UPMC
Service d'onco-hématologie pédiatrie
Hôpital Armand Trousseau

Héloïse Torchin

Université Paris V – Paris Descartes
Service de Réanimation et soins intensifs
néonataux
Hôpital Cochin – Port Royal



Table des matières

Résumé	2
Mots clés	2
Introduction	3
Contexte et problématique.....	3
Objectifs	4
Matériels et méthodes : description du module.....	4
Résultats	6
Evaluation du cours e-learning avant la séance de simulation.....	6
Séance de simulation.....	7
Résultats des évaluations par QCM	8
Satisfaction des étudiants sur l'ensemble du module.....	8
Perspectives.....	9
Conclusion.....	9
Bibliographie.....	10
Annexe 1 : Cours de e-learning du module PL pédiatrique	11
Annexe 2 : Fiche technique pour les encadrants des séances de simulation.....	28
Annexe 3 : Checklist de vérification des compétences sur la PL pédiatrique.....	30

Résumé

Introduction : La ponction lombaire (PL) est un geste technique dont la maîtrise est indispensable en pédiatrie, et dont la réussite nécessite des connaissances théoriques et pratiques. Son enseignement n'est à l'heure actuelle pas proposé aux étudiants en médecine à l'université Pierre et Marie Curie (UPMC). L'objectif était de mettre en place un module de formation théorique et pratique pour l'apprentissage de la PL pédiatrique pour les étudiants en DFASM2.

Matériel et méthodes : Le module a été conçu dans le cadre du groupe PEPITE (Programme d'Enseignement de la Pédiatrie par Internet et les Technologies Electroniques). Il s'articule en 2 parties : la première consiste en un cours théorique de *e-learning* avec évaluation des connaissances par questions à choix multiples, et la seconde est une séance d'apprentissage sur simulateur répondant aux recommandations du guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé de la Haute Autorité de Santé (2012).

Résultats : Une séance pilote a eu lieu en juin 2017 avec 11 étudiants de DFASM2 de l'UPMC. Elle a permis de vérifier l'adéquation de la partie théorique aux attentes et aux connaissances préalables des étudiants ainsi que la faisabilité de la partie pratique (maniement des mannequins, ratio formateur / apprenants, durée des sessions). Les apprenants ont apprécié cet enseignement et l'ont jugé utile pour leur pratique future.

Discussion : L'extension de cet enseignement à l'ensemble de la promotion DFASM2 (400 étudiants) a été proposée à la Commission pédagogique de l'UPMC. La principale difficulté sera la contrainte liée au nombre de formateurs nécessaires.

Mots clés

Pédagogie, compétences, ponction lombaire, mannequin de tâche, étudiants médecine.

Key words

Educational methods, competency-based education, lumbar puncture, patient simulation, medical students.

Introduction

Contexte et problématique

La ponction lombaire (PL) est un outil diagnostique et thérapeutique dont les indications sont nombreuses, en particulier chez l'enfant. La maîtrise technique de ce geste est indispensable pour les internes du DES de pédiatrie mais nécessite un apprentissage, les taux de réussite augmentant avec l'expérience des opérateurs (1). De plus, les échecs de PL et les ponctions hémorragiques sont plus fréquentes chez les patients âgés de ≤ 3 mois ou agités (2), situation courante en pédiatrie.

Les connaissances théoriques et l'expérience pratique sont des facteurs associés à la réussite du geste de façon indépendante (1). Cependant, les étudiants ont peu d'occasions de réaliser une PL pédiatrique avant le début de l'internat. Ainsi, dans une étude prospective multicentrique observationnelle réalisée aux Etats-Unis en 2010, 72% des 422 étudiants entrant en 1^{ère} année d'internat avaient déjà observé au moins une PL chez l'enfant, mais seulement 32% en avaient déjà réalisé une et $< 20\%$ pensaient être compétents pour réaliser ce geste (1).

En opposition aux méthodes classiques d'apprentissage « see one, do one, teach one », la Haute Autorité de Santé (HAS) a formulé en 2012 l'objectif « Jamais la première fois sur le patient » à l'occasion d'un rapport sur l'état de l'art en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé (3). Ce principe éthique fait écho aux souhaits des patients, qui pour la grande majorité souhaiteraient ne pas être la première personne sur qui un praticien réalise un geste technique, et ce notamment pour les PL (85% des adultes) (4,5).

Dans ce contexte, l'intérêt de réaliser une première PL pédiatrique sur un mannequin de tâche paraît évident. L'apprentissage sur simulateur ou par d'autres méthodes (vidéos par exemple) permet d'améliorer la technique procédurale et la confiance en soi des opérateurs (6,7). Il faut souligner toutefois que de grandes études multicentriques randomisées n'ont pas permis de démontrer la supériorité d'une séance d'apprentissage sur mannequin par rapport à l'absence d'intervention spécifique pour améliorer le taux de réussite des PL pédiatriques en conditions réelles (7). Cet aspect ne sera pas évalué ici.

De plus, au-delà de l'apprentissage d'un geste technique, ce module vise à enseigner aux étudiants des notions sur les conditions « environnantes » pour l'approche de l'enfant malade en pédiatrie et la réussite d'un geste (environnement et approche rassurante, discours positif, prévention de la douleur), et met l'accent sur la sécurité des soins lors du geste (identité, contre-indications, asepsie).

Objectifs

Ce module s'adresse aux étudiants de DFASM 2 de la Faculté de médecine de l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC, Paris VI).

Son premier objectif est de leur permettre d'acquérir des connaissances théoriques sur la PL pédiatrique concernant:

- ses indications, ses contre-indications et les circonstances nécessitant un examen paraclinique préalable ;
- la prévention de la douleur et de l'anxiété générées par l'examen ;
- des notions relationnelles nécessaires pour créer les conditions favorables à la réalisation et à la réussite du geste ;
- des *checkpoints* de sécurité dans la réalisation d'une PL (identification des contre-indications, antisepsie/stérilité, gestion des aiguilles) ;
- les principales complications de la PL et leur prise en charge.

Le second objectif est de proposer la réalisation d'une PL sur un mannequin pédiatrique, répondant ainsi au principe défini par la Haute Autorité de Santé (3), « Jamais la première fois sur le patient » et contribuant à la sécurisation des soins.

Matériels et méthodes : description du module

Le module a été conçu dans le cadre du groupe PEPITE (Programme d'Enseignement de la Pédiatrie par Internet et les Technologies Electroniques) (8), dirigé par le Pr. Arnaud Petit, et s'appuie sur la plateforme de simulation hospitalo-universitaire pédiatrique P₂ULSE (Plateforme Pédiatrique hospitalo-Universitaire de e-Learning et de Simulation de l'Est parisien) de l'hôpital Armand Trousseau.

La première partie du module consistait en la lecture d'un cours théorique original, rédigé par nos soins en français (**Annexe 1**), accessible en ligne, s'appuyant sur les données de la littérature, et reprenant les indications, les contre-indications, les circonstances justifiant un examen paraclinique préalable à la PL, les principales complications, l'interprétation de l'analyse du liquide céphalo-rachidien, ainsi que les différentes étapes de réalisation du geste : mise en condition du patient et analgésie, préparation du matériel, positionnement du patient et repères anatomiques, antisepsie, prélèvement et conduite à tenir en cas d'échec. Ce cours de *e-learning* a été validé par les enseignants du groupe PEPITE de l'UPMC, et les connaissances enseignées étaient en adéquation avec l'enseignement du Campus de Pédiatrie - Collège National des Pédiatres Universitaires (CNPU) (9), référentiel de pédiatrie des étudiants pour leur préparation des Epreuves Classantes Nationales (ECN). L'assimilation des notions théoriques était ensuite évaluée par un premier questionnaire à choix multiples (QCM) de 10 questions (**Figure 1**).

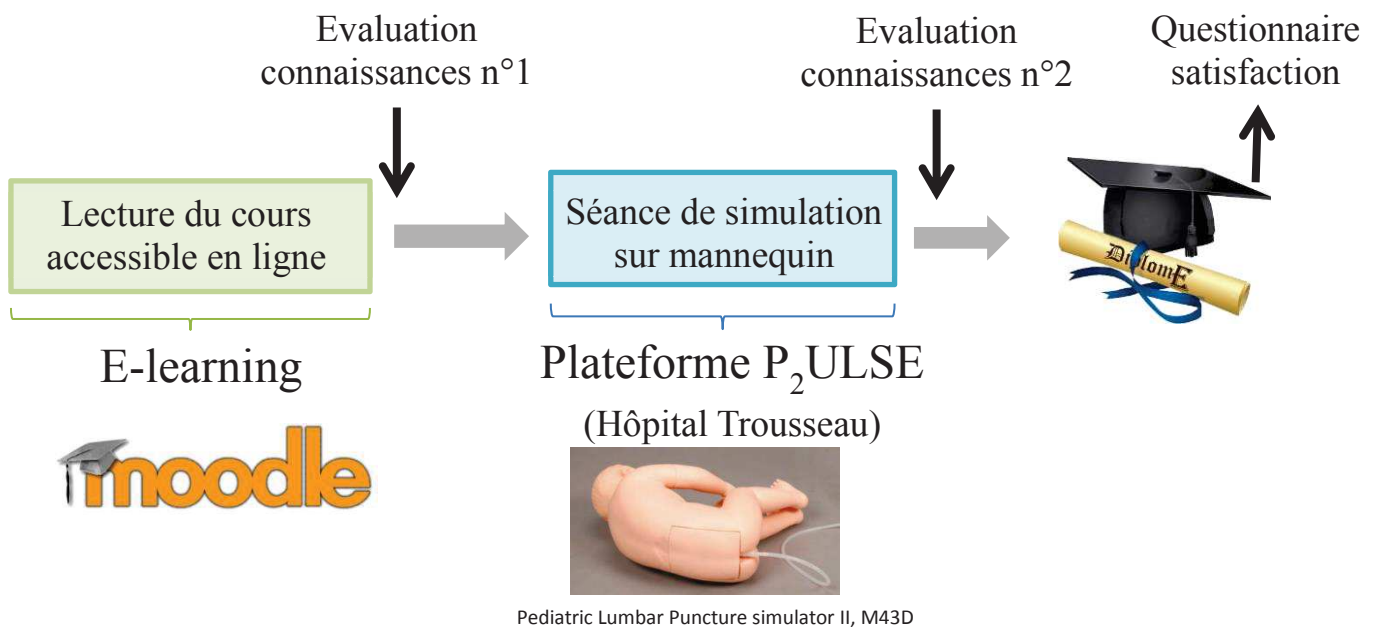


Figure 1 : Description du module de formation à la ponction lombaire pédiatrique.

La deuxième partie consistait en une séance d'apprentissage sur simulateur, construite d'après les recommandations du guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé de l'HAS (2012) (3). Un scénario était proposé à chaque apprenant avant la réalisation du geste, lui demandant d'analyser une situation clinique (**Table 1**), de préciser si celle-ci présentait une indication / contre-indication à la PL, et quelle analgésie il utiliserait. Chaque apprenant réalisait ensuite le geste technique (PL pédiatrique) sur un simulateur patient basse fidélité (Pediatric Lumbar Puncture simulator II, M43D).

Table 1 : Description des différents scénarii utilisés pour un groupe de 5 étudiants, comportant 2 contre-indications (Scénarii 1 et 3)

Scénario 1 : purpura fulminans.

Scénario 2 : convulsion fébrile aux urgences chez un nourrisson de 6 mois sans signes de localisation neurologique ou d'HTIC.

Scénario 3 : convulsion fébrile chez un nourrisson de 13 mois avec signes de localisation neurologique.

Scénario 4 : fièvre bien tolérée chez un nourrisson de 20 jours.

Scénario 5 et 6 : fièvre et altération de l'état général chez un nourrisson de 2 ou 8 mois.

Scénario 7 : injection intrathécale dans le cadre du traitement d'une leucémie aigüe lymphoblastique.

Les séances de 1h30 étaient encadrées par 2 formateurs pour 10 apprenants dans une salle de simulation comportant 2 mannequins installés dans des lits pédiatriques. La liste du matériel nécessaire, le rôle des formateurs et des apprenants ainsi que les principaux points du briefing et du débriefing sont détaillés dans un document mis à la disposition des formateurs (**Annexe 2**).

Chaque apprenant était évalué à l'aide d'une check-list (10) complétée par un autre apprenant (**Annexe 3**) ; l'objectif ici est essentiellement d'inciter l'évaluateur à observer attentivement le geste réalisé et l'aider à en mémoriser les étapes clé. A l'issue de cette séance, une nouvelle série de 10 QCM était proposée aux apprenants afin de consolider leurs connaissances théoriques. Enfin, la séance était évaluée à partir d'un questionnaire de satisfaction.

Les QCM d'évaluation et le questionnaire de satisfaction ont été élaborés sous la forme de formulaires Google. Les étudiants inscrits au module recevaient 2 semaines avant la séance de simulation un email rappelant son organisation et un lien pour remplir la première série de 10 QCM. Le jour même de la séance de simulation, un nouvel email les invitait à répondre à la deuxième série de 10 QCM à l'issue de la séance ainsi qu'à une enquête de satisfaction de façon anonyme. Un suivi des réponses était réalisé au septième jour de la séance de simulation avec relance par email. L'enquête de satisfaction était fermée 30 jours après la séance de simulation.

Ainsi, selon le modèle d'évaluation de Kirkpatrick (11), l'objectif était d'étudier l'efficacité de ce nouveau module d'enseignement aux niveaux suivants : la satisfaction des apprenants (niveau 1) et l'apprentissage (niveau 2) recueillies par auto-évaluation (niveau 2a), et mesurées (niveau 2b) par test de QCM.

Résultats

Une séance pilote avec 11 étudiants a été organisée en juin 2017. Seuls 3 apprenants avaient déjà eu l'occasion de réaliser une PL chez l'adulte avant la séance de simulation, et aucun n'avait réalisé de PL pédiatrique. Tous avaient déjà participé à une séance de simulation dans le cadre du module d'urgences pédiatriques intitulé « Reconnaissance et prise en charge de la détresse respiratoire ; prise en charge de l'arrêt cardiaque chez l'enfant ». Tous les étudiants ont répondu au questionnaire de satisfaction.

Evaluation du cours e-learning avant la séance de simulation

Tous les étudiants ont déclaré avoir lu le cours avant la séance de simulation. Le score médian d'évaluation de la qualité du document, noté sur 10, était de 10 (valeurs extrêmes 7–10), et le score médian sur l'utilité de ce document pour leur formation était de 8 (extrêmes 6–10). Les 2 commentaires libres laissés par les étudiants étaient positifs : « très bien expliqué avec plein de rappels sur beaucoup d'items importants » et « très utile en complément des cours de la fac car les livres nous apprennent les indications et contre-indications de la PL mais jamais la façon de la faire ».

Séance de simulation

Les 11 apprenants ont été répartis en 3 groupes et ont été à tour de rôle l'opérateur (effectue le geste de PL, **Figure 2**), le soignant 1 (maintien du mannequin en position) ; le soignant 2 (sert le matériel et remplit les tubes de prélèvement) et l'évaluateur (remplit la check-list).

Tous les apprenants ont réussi à obtenir un reflux de LCR dans l'aiguille, 9 apprenants ayant réussi à leur 1^{ère} tentative, les 2 autres ayant réussi au 2^{ème} essai.

Leur sentiment de pouvoir réaliser sans supervision médicale une PL chez un enfant était en médiane de 5/10 (extrêmes 1–7) avant la séance de simulation et de 8/10 (extrêmes 7–10) après et tous les étudiants considéraient avoir progressé grâce à cette séance. Cinq étudiants ont laissé des commentaires libres, positifs (**Tableau 2**). Aucun ne s'est senti stressé, ou a trouvé cette mise en situation inutile pour sa pratique future. Deux étudiants regrettaient de ne pouvoir effectuer plus de tentatives, et un s'est senti gêné par le regard/jugement des autres. Tous ont déclaré souhaiter renouveler cette expérience.



Antisepsie



Prise des repères et ponction



Recueil du LCR

Figure 2 : Déroulement du geste de PL sur mannequin.

Tableau 2 : Commentaires des étudiants sur l'atelier de simulation

Etudiant 1	TOUS les étudiants que je connais redemandent ce genre de formation: pour la ponction d'ascite, PL, GDS, ACR, ...c'est génial et ça nous fait progresser à vitesse grand V. Merci aux formateurs pour leur pédagogie, c'était très clair! Le fait de pouvoir regarder directement l'endroit exact où il fallait piquer (coupe sagittale du rachis lombaire) m'a beaucoup aidé à comprendre le geste
Etudiant 4	Très bon enseignement, grand privilège d'être en petit groupe de 4 avec un enseignement et un débriefing direct puis à la fin tous ensemble super (jamais eu avant un type d'enseignement de cette qualité!). cas clinique très intéressant, bien concret pour notre pratique future, bonne mise en situation. Complète la formation sur la prise en charge de l'arrêt cardio respiratoire de l'enfant et la détresse respiratoire de l'enfant. Vraiment super et très très formateur, a permis de répondre à de nombreuses questions et subtilités qui n'était pas bien expliquées dans le collège. Formateurs très gentils et totalement disposés à répondre à toutes nos questions et indécisions. Chance d'avoir un très bon matériel de grande qualité. Merci beaucoup!! Indispensable à mettre en place pour les futures promotions
Etudiant 6	Enseignants très investis et pédagogues ! Ambiance bienveillante, détendue, pas de stress vis-à-vis des connaissances ou du jugement des autres.
Etudiant 7	Très utile ! à développer sur plusieurs autres notions/gestes
Etudiant 10	Très bien organisé, je suis très satisfait, cet atelier m'a beaucoup aidé. Selon moi il faut répéter les tentatives de PL pour progresser, plusieurs tentatives seraient les bienvenues, ou plusieurs ateliers (si cela est techniquement et économiquement possible bien évidemment)

Résultats des évaluations par QCM

La notation médiane par les étudiants de l'évaluation par QCM (question posée : Les QCMs vous ont-ils paru bien choisis pour votre évaluation sur le thème de la PL ?) était de 8,5/10 (extrêmes 7–10).

La note médiane à la série n°1 de QCM avant l'atelier de simulation était de 6.8/10 (extrêmes 5.8–9). La note médiane à la série n°2 de QCM (questions différentes de la série n°1) après l'atelier de simulation était de 7.5/10 (extrêmes 6.1–8.7).

A titre comparatif, à la série n°1 de QCM, proposée à 5 médecins de service d'hématologie pédiatrique de l'hôpital Trousseau (internes en DES de pédiatrie, n=2 ; chef de clinique assistant, n=2 ; PH, n=1), la note médiane était de 6/10 (extrêmes 5.1 – 6.5).

Satisfaction des étudiants sur l'ensemble du module

La note médiane de satisfaction de l'organisation du module était de 10/10 (extrêmes 8 –10). La note de l'enseignement vis-à-vis de son utilité pour la pratique future de l'étudiant était de 10/10 (extrêmes 8–10), et la note de l'enseignement vis-à-vis de son utilité pour la préparation de l'ECN était de 8/10 (extrêmes 7 –10).

Perspectives

Cet enseignement a été soumis à la Commission pédagogique de l'UPMC pour validation, en proposant l'extension de son organisation aux étudiants hospitaliers de 3 services tests pour l'année 2017-2018, avant une mise en place pour l'ensemble des étudiants de la promotion DFASM 2 en 2018-2019 (400 étudiants). Le cours théorique et les QCM pourront être mis à disposition de l'ensemble des étudiants via les plateformes MOODLE UPMC et SIDES. La réalisation d'un film court, à visualiser avant la séance de simulation, est envisageable en complément du cours théorique. La principale difficulté des séances de simulation réside dans la mobilisation d'un temps enseignant conséquent pour l'organisation des séances des 1h30 de simulation pour les 400 étudiants. Un ratio formateur/apprenant de 1/4 à 1/10 est à définir en s'adaptant au mieux aux contraintes des ressources humaines, sans négliger la qualité de la formation.

La mise en place de ce module de formation à l'ensemble de la promotion DFASM 2 pourrait être évaluée par une étude de la rétention des connaissances au décours de l'enseignement (> 6 mois, niveau 2c selon le modèle d'évaluation de Kirkpatrick) (11). Ainsi, les résultats d'un test de connaissances par QCM effectué en DFASM3 sur la première promotion ayant suivi le module en DFASM2 pourraient être comparés avec les résultats de la promotion précédente n'ayant pas bénéficié de cet enseignement.

Le module dans son intégralité pourrait par ailleurs être étendu à d'autres Universités dans le cadre de la généralisation de l'apprentissage des gestes techniques par simulation. Si cet enseignement est mis en place à plus grande échelle, son impact sur les compétences cliniques des étudiants pratiquant une PL pédiatrique pourra être évalué.

Conclusion

Dans le cadre d'une démarche de qualité et de sécurisation des soins et à l'aide d'outils pédagogiques innovants (e-learning, simulation sur mannequin de tâche), actuellement en plein essor, nous avons développé un module de formation à la ponction lombaire pédiatrique destiné aux étudiants en médecine du 2ème cycle. Malgré les contraintes en personnel et en temps d'enseignement, ces méthodes d'apprentissage sont très appréciées des étudiants ; leur impact sur la rétention des connaissances à long terme et les compétences cliniques restent à quantifier.

Bibliographie

1. Auerbach M, Chang TP, Reid J, Quinones C, Krantz A, Pratt A, et al. Are pediatric interns prepared to perform infant lumbar punctures? A multi-institutional descriptive study. *Pediatr Emerg Care*. 2013;29(4):453–7.
2. Nigrovic LE, Kuppermann N, Neuman MI. Risk factors for traumatic or unsuccessful lumbar punctures in children. *Ann Emerg Med*. 2007;49(6):762–71.
3. Haute Autorité de Santé. Guide de bonnes pratiques en matière de simulation en santé [Internet]. 2012 décembre: https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-01/guide_bonnes_pratiques_simulation_sante_guide.pdf
4. Santen SA, Hemphill RR, McDonald MF, Jo CO. Patients' willingness to allow residents to learn to practice medical procedures. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. 2004;79(2):144–7.
5. Williams CT, Fost N. Ethical considerations surrounding first time procedures: a study and analysis of patient attitudes toward spinal taps by students. *Kennedy Inst Ethics J*. 1992;2(3):217–31.
6. Srivastava G, Roddy M, Langsam D, Agrawal D. An educational video improves technique in performance of pediatric lumbar punctures. *Pediatr Emerg Care*. 2012;28(1):12–6.
7. Kessler D, Pusic M, Chang TP, Fein DM, Grossman D, Mehta R, et al. Impact of Just-in-Time and Just-in-Place Simulation on Intern Success With Infant Lumbar Puncture. *Pediatrics*. 2015;135(5):e1237-1246.
8. Pédiatrie : PEPITE - FACULTÉ DE MÉDECINE [Internet]. Available from: http://www.fmpmc.upmc.fr/fr/pedagogie-et-evaluation/sites_de_specialites/pediatrie.html
9. Campus Pédiatrie - Collège National des Pédiatres Universitaires [Internet]. [cited 2017 Jul 21]. Available from: <http://campus.cerimes.fr/pediatrie/>
10. Gerard JM, Kessler DO, Braun C, Mehta R, Scalzo AJ, Auerbach M. Validation of global rating scale and checklist instruments for the infant lumbar puncture procedure. *Simul Healthc J Soc Simul Healthc*. 2013;8(3):148–54.
11. Kirkpatrick DL, Kirkpatrick JD. Evaluating Training Programs, Third Edition. The Four Levels. Berrett - Koehler Publishers; 2009.

Module

Ponction lombaire pédiatrique

Cours en ligne : PL pédiatrique



AUTEURS :

Docteur Sébastien Héritier
Groupe Pepite, UPMC
Service d'Hématologie Oncologie
Pédiatrique
Hôpital Armand Trousseau

Docteur Héloïse Torchin
Service de médecine et réanimation
néonatale, Paris 5
Port-Royal



Plan

1- Introduction.....	13
2- Objectifs.....	13
3- Indications	14
4- Contre-indications et circonstances justifiant un examen paraclinique préalable.....	14
5- Complications	16
6- Réalisation de la ponction lombaire.....	16
6.1 Étape 1 : Mise en conditions	16
6.2 Étape 2 : Positionnement du patient	17
6.3 Étape 3 : Identification du point de ponction	18
6.4 Étape 4 : Antisepsie et prise en main du matériel	19
6.5 Étape 5 : Geste lui-même	19
7- Analyse du LCR	20
POUR EN SAVOIR PLUS.....	21
REFERENCES	25

1- Introduction

Une ponction lombaire (PL) consiste à recueillir, du liquide céphalo-rachidien (LCR) à visée diagnostique et/ou thérapeutique au niveau de l'espace sous-arachnoïdien lombaire, par une aiguille introduite sous la terminaison de la moelle épinière.

Ce module éducatif vise à donner à l'étudiant des connaissances théoriques et pratiques sur ce geste, qui constitueront une base pour la suite de son apprentissage au lit du malade. Il est constitué d'une première partie théorique résumant les indications, les contre-indications, la technique de réalisation d'une PL ainsi que l'interprétation des résultats. L'étudiant devra valider un test d'évaluation des connaissances (QCMs). La deuxième partie du module consiste en une séance de simulation sur mannequin, et sera suivie d'une évaluation finale (**Figure 1**).

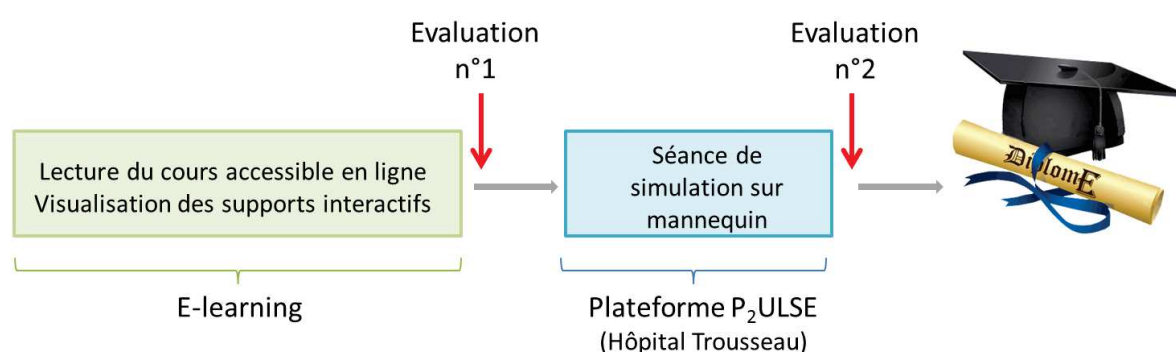


Figure 1 : Etapes de progression dans le module "Ponction lombaire pédiatrique"

2- Objectifs

Au terme de ce module, l'étudiant connaîtra :

- les indications de la ponction lombaire en pédiatrie
- les contre-indications et les circonstances nécessitant un examen paraclinique préalable
- la prévention de la douleur et de l'anxiété générées par l'examen
- des notions relationnelles nécessaires pour créer les conditions nécessaires à la réalisation du geste dans de bonnes conditions
- des *checkpoints* de sécurité dans la réalisation du geste (identification, contre-indications, antisepsie/stérilité, gestion des aiguilles)
- les étapes concrètes de la réalisation d'une PL
- les principales complications de la PL et leur prise en charge.

ITEMS de l'ENC liés à ce module :

Item n°144	Fièvre aiguë de l'enfant
Item n°148	Méningites bactériennes et virales
Item n°341	Convulsions chez le nourrisson et l'enfant
Item n°134	Douleur chez l'enfant

3- Indications

La principale indication est le diagnostic d'une infection du système nerveux central.¹

En pédiatrie, celle-ci est suspectée dans les situations suivantes :^{2,3,4,5,6,7}

- fièvre chez un nouveau-né ≤ 1 mois
- fièvre chez un nourrisson < 3 mois présentant des signes cliniques ou biologiques de sepsis, même si un foyer infectieux est identifié (= nourrisson dit « à haut risque d'infection bactérienne sévère ») : anomalie du tonus, anomalie du comportement (sommolence, geignement, modification du cri, enfant inconsolable, absence de contact), anomalie de la coloration (cyanose, anomalie de la circulation périphérique), dyspnée ou polypnée ; Bilan sanguin : CRP >20mg/L, PCT >0,5 ng/mL, Leucocytes <5 G/L ou > 15 G/L.
- Nourrisson ≥ 3 mois et enfant présentant un tableau clinique compatible avec une méningite :
 - fièvre avec signes cliniques de sepsis sans foyer infectieux identifié
 - fièvre avec céphalées et raideur de nuque (avant 2 ans, la raideur de nuque est souvent absente ; le tableau clinique est plus volontiers marqué par une hypotonie axiale associée à des anomalies du comportement et +/- une fontanelle bombée)
 - fièvre avec troubles de la conscience (faire TDM avant)
 - crise convulsive hyperthermique si : (*à titre indicatif*)
 - ✓ enfant de moins de 12 mois et vaccinations non à jour (vaccin contre Haemophilus influenzae type b ou pneumocoque)
 - ✓ crise convulsive hyperthermique complexe (durée >15 mn, focale, crises répétées) ou avec troubles de la conscience ou examen neurologique anormal au décours (faire TDM avant)
 - ✓ signes méningés

Autres indications moins fréquentes /plus spécialisées :

- diagnostic d'un processus inflammatoire ou démyélinisant du système nerveux central ou autres maladies rares (métaboliques...)
- diagnostic d'une hémorragie sous-arachnoïdienne non mise en évidence au scanner
- diagnostic et traitement d'une hypertension intracrânienne idiopathique
- injection d'agents anesthésiques, de chimiothérapie ou de produits de contraste dans l'espace sous-arachnoïdien.

4- Contre-indications et circonstances justifiant un examen paraclinique préalable

Les contre-indications (CI) à la ponction lombaire^{4,8} sont :

- hypertension intra crânienne liée à un effet de masse (voir **Encadré 1**, page 5), qui sera suspectée en cas de troubles de la conscience, de crise convulsive focale ou prolongée ou de signes neurologiques focaux => contre-indication jusqu'au scanner cérébral éliminant un effet de masse.
- infection de la peau au niveau du site de la ponction lombaire
- anomalie de l'hémostase significative non corrigée (signes cliniques évocateurs, anomalie biologique connue ou traitement anticoagulant) => contre-indication jusqu'au contrôle d'une hémostase adéquate (voir **Encadré 2**, page 5).
- anomalie anatomique locale malformative (méningocèle) ou traumatique (traumatisme aigu du rachis)
- instabilité hémodynamique, détresse respiratoire

En cas d'indication à un traitement urgent telle une antibiothérapie, l'initiation de ce traitement ne doit pas être retardé par la réalisation d'un examen paraclinique ou l'attente des conditions requises à la réalisation de la PL. Dans ce cas, une hémoculture préalable est alors au mieux réalisée.⁹

Encadré 1 : Hypertension intra crânienne liée à un effet de masse

Les situations suivantes peuvent entraîner une hypertension intra crânienne avec un effet de masse: tumeur cérébrale, hémorragie intracrânienne, thrombophlébite cérébrale, abcès cérébral. Chez l'adulte^{10,11}, des critères cliniques associés à ces diagnostics ont été identifiés et imposent la réalisation d'un TDM cérébral préalablement à la réalisation de la PL. En transposant ces données chez l'enfant, on peut considérer que toute **altération de la conscience** ou **signe neurologique focal** impose la réalisation d'un TDM cérébral avant une éventuelle PL. De même, un épisode convulsif récent (en dehors d'une crise convulsive hyperthermique simple) ou un terrain d'immunodépression rendent licites la réalisation d'une imagerie cérébrale avant une éventuelle PL.⁹

La complication redoutée est l'engagement cérébral, qui se produit en cas de gradient de pression anormal dans le système nerveux central. Dans ce cas, l'abaissement transitoire supplémentaire de la pression dans le compartiment spinal suite au retrait de LCR déclenche un déplacement du tissu cérébral situé au niveau du compartiment présentant un niveau de pression élevé (compartiment crânien). L'engagement cérébral se manifeste par une détérioration neurologique brutale et/ou des troubles neurovégétatifs au décours du geste. Bien que particulièrement redoutée, cette complication reste rare même dans les situations à risque.¹² Les critères cliniques listés plus haut ne permettent pas d'exclure formellement toutes les situations à risque d'hypertension intra crânienne avec effet de masse, mais visent à identifier les situations les plus sévères, particulièrement à risque d'engagement cérébral.

En revanche, si la pression intracrânienne est élevée de façon uniforme dans l'ensemble du système nerveux central, par exemple en cas d'hypertension intracrânienne idiopathique (pseudotumor cerebri), il n'y a pas de risque d'engagement cérébral lors d'une PL.

Encadré 2 : Anomalie de l'hémostase

Comme pour toute procédure invasive, les situations suivantes nécessitent la réalisation d'un hémogramme et d'un bilan d'hémostase, ainsi que d'éventuelles mesures correctrices avant la PL : anticoagulation par héparine ou anti-vitamine K, antiagrégants à forte dose, coagulation intravasculaire disséminée, trouble constitutionnel de l'hémostase (hémophilie, ...), thrombopénie sévère. Ainsi, l'interrogatoire doit inclure les **antécédents hémorragiques** du patient, les **prises médicamenteuses**, et l'examen clinique doit rechercher un **syndrome hémorragique**.

Des plaquettes $\geq 50.000/\text{mm}^3$ sont en générales requises,^{8,13,14} de même qu'un INR $< 1,5$ ^{8,15} (ou TP $> 60\%$), et un TCA $< 1,5x$ le témoin. L'aspirine à dose anti-agrégante ne représente pas une contre-indication,¹⁶ mais pour d'autres anti-agrégants, le traitement doit si possible être interrompu avec un délai propre à chacun (thiénopyridines : clopidogrel, 5 jours^{17,18} ; anti-GPIIb-IIIa, 8 à 48 heures en fonction de la spécialité).^{17,19} L'héparine non fractionnée (HNF) doit être interrompue 4 h avant la PL.¹⁸ L'héparine de bas poids moléculaire (HBPM) à la dose prophylactique est interrompue pendant 12 h et à une dose thérapeutique pendant 24 h.^{13,17} La reprise du traitement par HNF sera retardée d'au minimum 1 h et par HBPM de 18h pour minimiser le risque d'hématomes.^{17,20} Dans tous les cas, la balance bénéfique/risque de la réalisation d'une PL vs arrêt du traitement devra dans tous les cas être discutée. En urgence, étant donné les enjeux vitaux lorsque l'indication d'une PL est posée, la prise d'anti-agrégants, quel qu'il soit, ne contre-indique pas la réalisation d'une PL exploratrice.¹⁹

5- Complications

Plusieurs types de complications peuvent survenir, de sévérité et de fréquence variables. Elles sont par ordre de fréquence :

- Les céphalées post-PL (aussi appelé « syndrome post-PL) se manifestent par des céphalées d'installation progressive et de localisation variable, apparaissant dans les 5 jours qui suivent une PL. Même s'il est sans gravité, il peut entraîner un retentissement important. C'est la complication la plus fréquente. Il est utile d'informer le patient et/ou sa famille des symptômes qui le caractérisent et des mesures à prendre en cas de survenu de celui-ci. Les outils pour prévenir cette complication et son traitement sont précisés dans la rubrique **Pour en savoir plus** à la fin de ce cours.
- Les douleurs lombaires post-PL et les symptômes radiculaires transitoires (douleur radiculaire, engourdissement) sont bénins et se résolvent rapidement.
- Une hémorragie spinale sous-durale ou épidurale survient exceptionnellement (évaluée à <0,01% des gestes²¹). Elle se manifeste par une douleur lombaire ou radiculaire sévère peu après la PL ; le tableau peut se compléter d'un syndrome de la queue de cheval.
- L'engagement cérébral peut survenir dans les circonstances listées dans l'encadré 1 (page 5).
- Infections du système nerveux central post-PL : très rares et efficacement prévenues par la réalisation du geste dans des conditions stériles.

6- Réalisation de la ponction lombaire

6.1 Étape 1 : Mise en conditions

- Se présenter à l'enfant et à sa famille, vérifier l'identité du patient. Expliquer les objectifs et le déroulement de la PL. Mettre en confiance le patient et sa famille, s'assurer de leur accord et de leur compréhension.

L'interrogatoire et l'examen physique permettent d'**identifier les contre-indications** au geste. C'est également l'occasion d'évaluer le **vécu** de l'enfant lors d'éventuelles **PL antérieures** ou d'autres gestes douloureux invasifs, son degré d'angoisse et d'opposition, et de déterminer les moyens antalgiques/ anxiolytiques et de distraction qui seront utilisés.

- La présence des parents, la préparation psychologique, les méthodes de distraction (musique, chanson, clown d'hôpital, i-pad, hypnose ...) sont des moyens non pharmacologiques ayant fait la preuve de leur efficacité. La technique utilisée sera choisie avec l'enfant en fonction de ses capacités.

Ci-dessous sont présentés des liens montrant différentes approches non médicamenteuses :

- Soins douloureux en pédiatrie : avec ou sans les parents ? - Version courte Association SPARADRAP <https://www.youtube.com/watch?v=RNwbWx268F8>
- Un accompagnement de soins par Le Rire Médecin : <https://www.youtube.com/watch?v=QOnAyL-6u2Y>
- Hypnose/distraction : <https://vimeo.com/112938249>

- Chez les jeunes nourrissons, l'utilisation d'une solution de saccharose associée à la succion avant et pendant le geste est efficace.^{22,23}
- En dehors d'une urgence à réaliser la PL, la crème Emla®, composée de deux anesthésiques locaux (lidocaïne et prilocaïne), permet une anesthésie locale de la peau saine sur une profondeur de 3 mm après 1 heure de pose et de 5 mm après 2 heures. Son efficacité persiste 1 à 3h après son retrait, en fonction de la durée d'application.²⁴ Chez l'enfant, elle est beaucoup plus souvent utilisée qu'une anesthésie locale par anesthésique injectable, fréquemment proposée chez l'adulte.^{25,26,27}
- L'administration de Meopa (mélange gazeux équimolaire de protoxyde d'azote et d'oxygène) à l'aide d'un masque nasobuccal et sous surveillance continue entraîne une analgésie de surface et une anxiolyse, voire une euphorie. Son efficacité est moindre avant 3 ans, avec parfois chez ces enfants une appréhension à respirer dans un masque.
- On peut également proposer une prémédication pouvant associer un antalgique et un anxiolytique, en particulier en cas de gestes répétés ou d'un vécu antérieur douloureux (**Tableau 1**).^{28,29,30}

Tableau 1 : Principaux agents pharmacologiques utilisés en prévention des gestes douloureux

Agent pharmacologique	Posologie	Délai d'action	Durée d'action
Protoxyde d'azote (Meopa)	A adapter à la respiration de l'enfant – ballon toujours gonflé. Pas de débit maximal	3 mn	Pendant toute l'inhalation. Disparition en moins de 3mn après l'arrêt de l'inhalation
Nalbuphine intra-rectal (Nubain®)	0,4 mg/kg IR (max 20 mg)	15 mn	4 h
Midazolam intra-rectal (Hypnovel®)	0,4 mg/kg IR	10-15 mn	45 min
Morphinique per os (Oramorph®, Actiskénan®)	0,3 à 0,5 mg /kg PO (max 20 mg)	30-60 mn	3-4 h
Hydroxyzine (Atarax®) per os	1 mg/kg	30-60 mn	Plusieurs heures (augmente avec l'âge)

- S'assurer d'avoir tout le matériel nécessaire pour la procédure, en particulier l'aiguille à PL souhaitée (pour le choix de l'aiguille, se référer à la rubrique **Pour en savoir plus**, page 11) en au moins 2 exemplaires. Préparer les tubes de recueil du LCR à l'avance, étiquetés au nom du patient et numérotés de #1 à #4. Enfin, prévoir la présence de 3 soignants (positionner l'enfant, exécuter la PL, recueillir le LCR) au minimum.

6.2 Étape 2 : Positionnement du patient

Cette étape est primordiale. Mettre le lit à une hauteur confortable pour vous, tête du lit à plat.

Deux positions sont possibles (**Figure 2**) :⁸

- **position assise** : le patient est assis au bord du lit, jambes pendantes, et courbe le bas du dos dans la position du fœtus. On peut se servir d'un gros coussin posé sur les genoux de l'enfant pour l'aider à enrouler son tronc, et un assistant le soutient et le maintient en bonne position. Les épaules et les

hanches du patient doivent être parallèles au plan du lit pour garantir l'alignement de la colonne vertébrale.

Les repères dans l'espace sont plus aisés pour l'exécutant et cette position est associée à un meilleur taux de succès.³¹

- **décubitus latéral** : le patient se trouve sur le côté gauche, le dos arrondi, les genoux et les hanches fléchis autant que possible. La tête du lit doit être à plat. Cette position est nécessaire lorsqu'on veut mesurer la pression du LCR.

Ces deux positions visent à maximiser la distance entre les processus épineux lombaires, pour permettre le passage de l'aiguille, tout en tirant la moelle épinière vers le haut (loin du site de la PL). Le cou doit être légèrement fléchi.⁹ La surveillance scopée ou de la saturation n'est pas nécessaire en dehors de l'utilisation d'anesthésiques intraveineux, ou chez le très jeune nourrisson en cas de gêne respiratoire,¹ mais le soignant assistant le geste s'assurera durant toute sa réalisation de la bonne tolérance de l'enfant, en particulier si administration de Meopa.

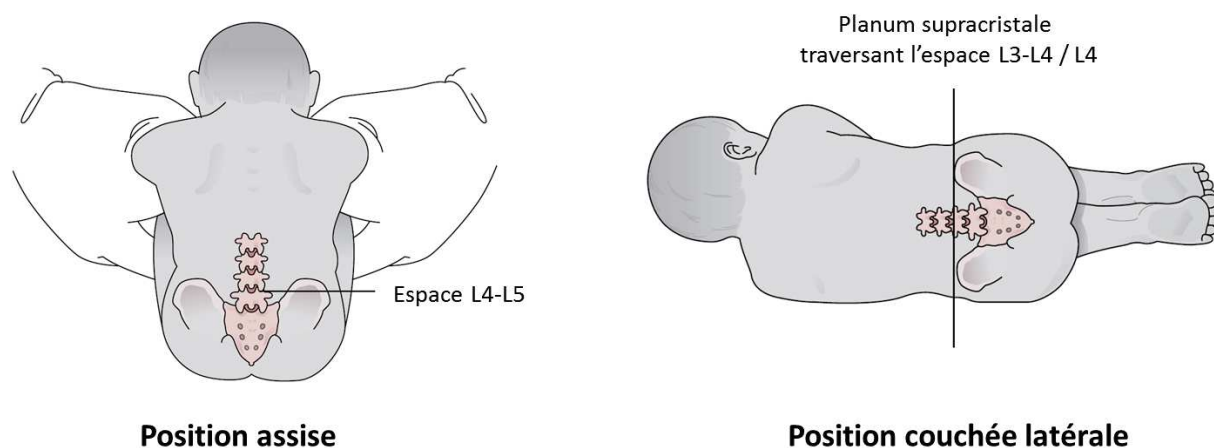


Figure 2 : Positionnement du patient et repères du site de ponction lombaire. D'après The Harriet Lane Handbook - 21st Edition - Elsevier³²

6.3 Étape 3 : Identification du point de ponction

Une fois le patient positionné correctement, palper les bords supérieurs des crêtes iliaques. Une **ligne imaginaire entre ces deux crêtes** (= planum supracristale) traverse l'**espace L3-L4**^{1,12} (**Figure 2**) ou le processus épineux L4^{8,28} ou l'espace L4-L5⁹ suivant les auteurs. Localiser l'espace L3-L4 en palpant les processus épineux de L3 et L4. Les niveaux L3-L4 et L4-L5 sont optimaux⁹ pour réaliser une PL, mais l'intervalle inférieur L5-S1 est également possible.^{8,9,33} Selon les auteurs, l'intervalle L2-L3¹² n'est pas toujours contre-indiqué pour la réalisation de la PL ; la moelle épinière se termine en général au niveau de L1¹ en l'absence de malformation rachidienne, mais pour une faible proportion de patients, en particulier chez le nouveau-né²⁸, le cône médullaire descend jusqu'à L2-L3.³¹

La ponction se réalise à **équidistance des 2 processus épineux**, au milieu de l'espace inter-épineux choisi. Chez l'adulte, il a été proposé que le point de ponction se situe 1 cm sous la pointe palpée du

processus épineux supérieur.^{9,34} Un stylo de marquage de peau, une indentation ou le bord mousse d'une aiguille peut être utilisé, mais le praticien expérimenté pourra reprendre son repère au dernier moment, aiguille en main.

6.4 Étape 4 : Antiseptie et prise en main du matériel

Les principales étapes sont indiquées ci-dessous :

- Mettre **masque facial, charlotte**, sur-blouse propre, manches retroussées, vérifier l'absence de bagues/bijoux/bracelets.
- **Lavage des mains** à l'eau et au savon, désinfection avec une **solution hydro alcoolique**, puis mettre des gants stériles.
- Vérifier l'ensemble du matériel : plateau stérile, aiguille de ponction lombaire, compresses stériles imbibées d'antiseptique, compresses stériles sèches, pansement de petite taille, éventuellement champ stérile. D'autres éléments spécifiques peuvent être nécessaires en fonction de l'indication de la PL tels que le produit à injecter (anesthésique, produit de contraste, chimiothérapie) ou le matériel pour mesurer la pression du LCR.
- Pendant ce temps, un assistant aura débuté la mise en condition du patient (distraction, MEOPA, ...), retiré la crème Emla®, éventuellement fait une 1^{ère} désinfection cutanée.

Un container à aiguilles sera disposé à portée de main. Les tubes de recueil du LCR étiquetés au nom de l'enfant et numérotés sont enfin ouverts par un 2^e assistant prêt à recueillir le LCR.

-**Désinfection cutanée** large avec un antiseptique (biseptine® par exemple) englobant les crêtes iliaques (pour pouvoir reprendre les repères). La désinfection se fait par 2 à 3 applications d'antiseptique de façon centrifuge à partir du centre de la zone à désinfecter.^{9,31} Veiller à éviter les erreurs d'asepsie courantes : nettoyer de la zone la plus propre vers la moins propre, en spirale de l'intérieur vers l'extérieur, et ne pas toucher la peau non désinfectée avec les gants stériles.

- En fonction des habitudes, un champ stérile troué exposant le site de PL ou un champ stérile non troué posé sur le lit et légèrement sous l'enfant peuvent être appliqués.

6.5 Étape 5 : Geste lui-même

- Prendre l'aiguille de ponction lombaire avec sa main dominante. Vérifier que le stylet glisse facilement hors de l'aiguille avant de l'utiliser.
- Contrôler à nouveau le site de PL en palpant une crête iliaque. On pourra poser le pouce de la main libre sur le processus épineux de la vertèbre inférieure pour garder le repère et donner un appui.
- Piquer au milieu de l'espace inter-épineux, enfoncer lentement l'aiguille **perpendiculairement au plan vertical du dos** du patient. Si elle est correctement positionnée, l'aiguille doit passer sans résistance osseuse à travers la peau, le tissu sous-cutané, le ligament supra-épineux, les ligaments inter-épineux entre les processus épineux, le ligament jaune, l'espace péri-dural, la dure mère et enfin

l'arachnoïde pour arriver dans l'espace sous-arachnoïdien entre les racines nerveuses de la queue de cheval.^{1,12} Chez l'enfant, contrairement à chez l'adulte, le trajet de l'aiguille ne doit pas être orienté vers le haut, surtout chez les enfants les plus jeunes car les processus épineux sont plats par rapport à l'adulte. Chez un grand adolescent, l'aiguille est avancée en direction de l'ombilic, avec un angle de 15-20° en direction craniale.^{9,31}

- Au fur et à mesure que l'aiguille est enfoncée, **enlever régulièrement le stylet jusqu'à obtention du reflux de LCR** dans l'aiguille. On peut ressentir une légère augmentation puis perte de résistance³¹ au passage du ligament jaune et de la dure mère, ressaut qui est toutefois subtil et peut manquer surtout chez le jeune enfant car le ligament est très mince.¹ Ce signe indique l'arrivée dans l'espace sous-arachnoïdien, il faut alors vérifier le reflux de LCR. En l'absence d'écoulement de LCR, remettre le stylet et enfoncer l'aiguille de quelques millimètres avant de contrôler à nouveau le reflux.

- Recueil du LCR par un assistant en partant du tube étiqueté # 1, en comptant au moins 10 gouttes par tube (soit 0,5mL).²⁸ Le volume de LCR à recueillir des examens à réaliser selon l'indication de la PL; il est de 2 à 5 mL pour les examens standard (cellularité, bactériologie, biochimie). Lorsque le recueil est terminé, **replacer le stylet dans l'aiguille**³⁵ et retirer l'aiguille. Comprimer le point de ponction avec une compresse sèche, jeter l'aiguille dans le container à aiguilles, mettre le pansement.

Félicitations, vous avez terminé!

7- Analyse du LCR

A l'examen visuel à travers le tube, le LCR est normalement clair, eau de roche. Il peut être observé :

- une opalescence signant une hypercellularité du LCR. Celle-ci peut être distinguée à partir de 200 à 400 GB/mm³.^{1,12}

- une coloration rosée témoignant de la présence d'hématies.

En cas de PL traumatique, la coloration initiale rouge du LCR s'atténue au fur et à mesure. A l'inverse, la coloration reste constante en cas d'hémorragie sous-arachnoïdienne. Dans ce dernier cas, le surnageant du LCR peut prendre une coloration jaunâtre (xanthochromie) liée à la lyse de globules rouges extravasés depuis plus de 4h.¹

Les tubes seront envoyés au laboratoire pour analyse incluant en général (l'ordre des tubes peut être modifié):

Tube # 1: Bactériologie (examen direct, culture, antibiogramme)

Tube # 2: Biochimie (glycorachie, protéinorachie, lactate)²⁸

Tube # 3: Hématologie (cellularité, analyse éventuel du cytopspin)

Tube #4: analyses complémentaires selon l'indication de la PL (microbiologiques, immunologiques, métaboliques). Ce tube peut être conservé au congélateur en attendant les premiers résultats.

Les tubes doivent être acheminés rapidement au laboratoire, en particulier pour permettre un compte fiable des polynucléaires neutrophiles.³⁶

POUR EN SAVOIR PLUS

Quel calibre d'aiguille utiliser pour la PL ?

La taille d'aiguille de Quincke (à biseau) usuellement proposé est de:

- adulte : calibre 20 avec stylet amovible.
- enfant : calibre 22 de 1,5 pouces (3,8 cm) avant 3 ans et 3 pouces (7,6 cm) à partir de 3 ans.^{1,12,28}

Avec les petites aiguilles atraumatiques, les tailles de 22 à 27G (Sprotte ou Whitacre) sont utilisées avec du fait de leur souplesse en particulier pour les plus fines ($\geq 24G$), la nécessité d'utiliser un introducteur ou une aiguille Quincke de 18G ou 19G qui une fois avancé dans le trajet entre les 2 processus épineux servira de guide à la petite aiguille atraumatique.

Je rencontre une résistance osseuse ou le LCR ne coule pas, que faire ?

- Si vous butez contre une résistance osseuse quelques millimètres après avoir franchi la barrière cutanée. Cela indique que vous n'avez pas piqué au milieu de l'espace inter-épineux et il y a peu de chance pour que le geste puisse être rattrapé. Dans ce cas, il faut sortir l'aiguille et recommencer la procédure avec une autre aiguille en prenant mieux vos repères.

- Si vous butez contre une résistance osseuse plus en profondeur, il est possible que vous butiez contre le mur vertébral postérieur après avoir trop enfoncé votre aiguille sans avoir contrôlé régulièrement le reflux de LCR par le retrait du stylet. Dans ce cas, remettre le stylet et ressortir l'aiguille de quelques millimètres et vérifier l'obtention d'un écoulement de LCR. Il est préférable d'éviter d'enfoncer trop profondément l'aiguille car cela expose au risque de PL traumatique liée à la présence d'un vaste plexus veineux bordant la paroi ventrale de l'espace sous-arachnoïdien.¹

- Dans les autres situations, en l'absence d'écoulement de LCR durant la procédure, vous pouvez retirer l'aiguille jusqu'au tissu sous cutané, puis la ré-enfoncer^{9,28} en corrigeant toute erreur d'orientation de l'aiguille et en vérifiant que le patient est dans la bonne position, le bas du dos le plus courbé possible pour permettre le plus grand écart possible entre les apophyses épineuses.¹ Il est également possible de modifier légèrement l'orientation de l'aiguille dans le plan sagittal en gardant un angle de 0°- 20° maximum en direction craniale.³¹ Dans tous les cas, il ne faut pas s'obstiner et après une ou deux tentatives de réorientation de l'aiguille, l'aiguille doit être retirée complètement et changée.⁹ Alors la procédure doit être réessayée sur un autre espace inter-épineux. On peut essayer de positionner le patient en position assise au lieu de la position latérale.⁹ Il est également judicieux de changer d'opérateur si possible après 3 ponctions successives infructueuses chez un même patient.

- Si le patient se plaint d'une douleur irradiante dans la jambe, cela signifie que l'aiguille est trop latérale et a touché des racines nerveuses. Dans ce cas, il faut immédiatement retirer l'aiguille jusqu'au tissu sous cutané et la réorienter.

Qu'est-ce que sont les céphalées post PL ?

Les céphalées post-PL (aussi appelée « syndrome post PL ») se manifestent par des céphalées d'installation progressive et de localisation variable, apparaissant dans les 5 jours qui suivent une PL (90 % surviennent dans les trois premiers jours)³⁷ et se résolvant le plus souvent en moins d'une semaine.³⁸ Elles sont intensifiées par la position debout, la toux et peuvent s'accompagner de nausées, vomissements, vertiges, acouphènes.³⁹

Sa survenue serait expliquée par la déchirure de la dure-mère causée par l'aiguille de PL qui entraîne une fuite de LCR et génère un gradient de pression responsable des céphalées.^{9,12}

Les facteurs de risques identifiés chez l'adulte sont : femme en âge de procréer, IMC bas, anxiété/nervosité, antécédent de céphalées en particulier de céphalées post-PL.³⁷ Chez l'enfant, les douleurs lombaires post-PL sont plus fréquentes que les céphalées post-PL, et ces dernières surviennent plus souvent chez les enfants après 10 ans.⁴⁰

Comment éviter les céphalées post-PL ?

Pour prévenir les céphalées post-PL, un certains nombres de moyen ont été rapportés sur la base d'études réalisées chez l'adulte :

- Utiliser l'aiguille de la plus petite taille possible. L'incidence des céphalées post-PL est d'environ 70% avec des aiguilles de 16 à 19 gauge, de 20 à 40% avec des aiguilles de calibre 20 à 22 et de 5 à 12% avec des aiguilles de calibre 24 à 27.^{12,37,41}

- Replacer le stylet dans l'aiguille avant le retrait de l'aiguille (à la fin de la procédure) diminuerait l'incidence des céphalées post-PL de 50%.^{35,42}

- Le type d'aiguille. Il existe 2 grands types d'aiguilles : i) aiguille de *Quincke*, première inventée, à pointe biseautée. ii) les aiguilles de *Whitacre* et le *Sprotte* dites "atraumatiques" où à pointe de crayon, avec des orifices latéraux pour la collecte du LCR. L'utilisation d'une aiguille atraumatique réduirait significativement la survenue des céphalées post-PL^{8,43,44,45}. Toutefois, en dehors du domaine de l'anesthésie, ces aiguilles atraumatiques sont encore sous-utilisées.⁴⁶ Les raisons évoquées sont la nécessité d'un apprentissage spécifique car le passage de la peau est rendu difficile par l'absence de biseau et implique l'utilisation d'un introducteur pour des aiguilles de 22G et plus³⁷ (la limite des études publiées sur ce type d'aiguille est d'ailleurs l'absence de précision sur l'utilisation ou non d'un introducteur et son impact).⁹ L'introducteur est particulièrement nécessaire pour les aiguilles les plus fines, qui sont flexibles. Par ailleurs, le nombre de tentatives pour réussir le geste pourrait être plus élevé avec les aiguilles atraumatiques, sans qu'il y ait toutefois davantage de douleurs lombaires.^{9,43}

Deux études rapportent également ce résultat dans le cadre d'injection de chimiothérapies intrathécales : aiguille de 22G atraumatique avec introducteur, *Whitacre, 22 Gauge, 0.70 mm, 103 mm, Polymedic, E.C, JAPAN*⁴⁷, aiguille 27G atraumatique (*Whitacare Spinal, Becton Dickinson, Spain*) via un introducteur (aiguille de 21G) et après anesthésie locale.⁴⁸

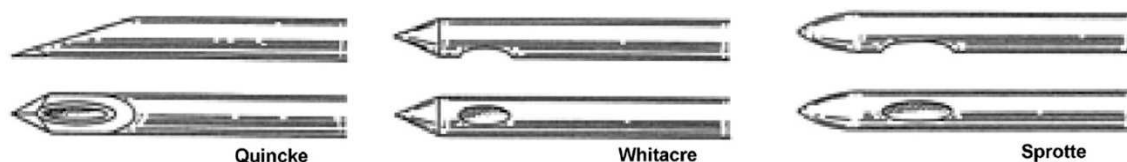


Figure 2 : 3 types d'aiguilles de ponction lombaire, à pointe bisautée (Quincke), et atraumatique (Whitacre et Sprotte), d'après Robert L. Frank.⁴⁹

- l'orientation du tranchant de l'aiguille lorsqu'elle a une pointe biseautée.⁵⁰ Orienter l'ouverture du biseau vers le flanc du patient permet de réduire l'incidence des céphalées post-PL. La raison de cet effet est inconnue et les données sur l'orientation des fibres de la dure-mère sont contradictoires.⁵¹ Enfin, ce facteur n'a pas été constaté chez l'enfant.⁴⁰

En revanche, il n'a pas été montré d'intérêt à rester couché sur le dos après le geste ou à s'hydrater abondamment. Cela n'est donc pas recommandé ; au contraire, la reprise de l'activité du patient immédiatement au décours du geste sera encouragée.^{9,52}

Comment traiter les céphalées post-PL et quand réaliser une imagerie ?

Le traitement repose sur le repos au lit au calme, associé à des antalgiques de niveau I (paracétamol) et II (opiacés) pour diminuer l'intensité des douleurs. L'aspirine et les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) sont contre-indiqués pour permettre la réalisation d'un *blood-patch* en cas de persistance des symptômes. L'efficacité de la caféine⁵³ est débattue et ne repose pas sur des preuves solides.^{54,55} Le meilleur traitement ayant démontré son efficacité est la réalisation d'un *blood-patch* épidural, procédure consistant à introduire 20 à 40 ml de sang autologue dans l'espace épidural lombaire au niveau du site de PL. Cette procédure est habituellement réalisée par un anesthésiste et montre une efficacité dans plus de $\frac{3}{4}$ des cas. Cette procédure est habituellement indiquée en cas de symptômes particulièrement sévères, ou persistant au-delà de 5-7 jours.³⁷ Une imagerie est inutile dans le cadre de céphalées post-PL typiques évoluant depuis quelques jours. En revanche, l'imagerie par IRM est nécessaire devant un tableau clinique atypique ou sévère, s'accompagnant d'anomalies à l'examen neurologique, ou évoluant depuis plus d'une semaine sans amélioration ou après échec d'un *blood-patch*.³⁷

J'ai du sang dans mon aiguille de PL, que faire ?

Si la coloration est rosée, il s'agit de sang mélangé au LCR. Dans ce cas, réaliser le recueil de LCR comme prévu. En cas de PL traumatique, la coloration initiale rouge du LCR va s'estomper et les tubes finaux présenteront une coloration décroissante, à la différence d'un saignement lié à une hémorragie sous-arachnoïdienne.

Si le reflux de sang est rouge vif et ne s'estompe pas, vous avez ponctionné un vaisseau sanguin ; il faudra alors retirer l'aiguille et réessayer la procédure sur un autre espace inter-épineux.

Une PL traumatique est une complication courante au cours de l'exécution d'une ponction lombaire, et varie inversement avec l'âge du patient et le niveau d'expérience du médecin. Elle est ainsi de survenue plus fréquente en pédiatrie (estimée à 20% des PL de l'enfant), et est particulièrement fréquente chez le nouveau-né.¹

Les conséquences cliniques d'une PL traumatique sont en générale nulles. En revanche cela complique l'interprétation des résultats de la PL.

Comment éviter une PL traumatique ?

Pour éviter une PL traumatique (reflux de sang dans l'aiguille), il faut éviter d'enfoncer trop loin l'aiguille pour ne pas atteindre le plexus veineux bordant la paroi ventrale de l'espace sous-arachnoïdien.¹

La méthode dite de « Cincinnati » a été proposée, consistant à introduire l'aiguille de PL avec le stylet en place jusqu'à dépasser complètement l'épiderme et le derme. Ensuite, le stylet est enlevé et l'aiguille est enfoncée progressivement, permettant d'observer un reflux du LCR dès son entrée dans l'espace sous-arachnoïdien.¹ Comme pour toute procédure de PL, le stylet doit être réinséré après le prélèvement de LCR, avant de retirer l'aiguille.

La profondeur appropriée de l'insertion de l'aiguille spinale pour entrer dans l'espace sous-arachnoïdien est corrélée de façon linéaire avec la surface corporelle du patient (BSA) et la formule suivante a été proposée pour estimer la profondeur d'insertion de l'aiguille chez les enfants⁵⁶ :

Profondeur (cm) = $0,77 + (2,56 \times \text{Surface corporelle [m}^2\text{]})$

Ou encore⁵⁷ : Profondeur (mm) = $0,4 \times \text{Poids [Kg]} + 20$

Chez le nouveau-né et petit nourrisson, la formule suivante est plus appropriée⁵⁸ : Profondeur (mm) = $2 \times \text{Poids [Kg]} + 7$

Enfin, l'utilisation d'une anesthésie locale a montré chez l'enfant une diminution de la survenue de PL traumatique.^{59,25}

Comment interpréter une PL contaminée par du sang ?

La méthode la plus courante⁸ est d'ajouter de 1 GB / mm³ pour chaque 1000 GR / mm³ ce qui équivaut à : [Nombre de GB^{LCR} attendu = $\text{GR}^{\text{LCR}} \times \text{GB}^{\text{sang}} / \text{GR}^{\text{sang}}$]. Bien que intuitivement logique, il a été toutefois observé que cette prédiction était imparfaite, avec le risque de surestimer le nombre de GB attendu. Toutefois, on peut considérer que :

- Si ratio [Nombre de GB^{LCR} mesuré / Nombre de GB^{LCR} attendu] est >1 : méningite bactérienne présumée
- Si ce ratio est inférieur à 1, du fait de l'absence de méthode entièrement fiable pour éliminer avec certitude une méningite bactérienne en cas de PL contaminée par du sang, si une méningite bactérienne est suspectée, la prise en charge doit inclure l'hospitalisation avec un traitement antibiotique par voie parentérale empirique en attendant les résultats de la culture.

La glycorachie n'est habituellement pas affectée par la contamination du sang. La protéinorachie augmente environ de 1mg/dl pour 1000 GR^{LCR} / mm³.⁶⁰

Le LCR est-il interprété de la même manière en fonction de l'âge du patient ?

La composition du LCR varie en fonction de l'âge^{32 61 62} ; la cellularité et la protéinorachie sont plus élevées avant 2 mois du fait de l'immaturation de la barrière hémato-encéphalique.

Age	Cellularité /mm ³	Glycorachie/Glycémie	Protéinorachie
Nouveau-né à terme	0 - 20		< 1
1 et 2 mois	0 - 10	> 0,5	< 0,8
> 2 mois	0- 7		< 0,4

REFERENCES

1. Bonadio W. Pediatric lumbar puncture and cerebrospinal fluid analysis. *J. Emerg. Med.* 2014;46(1):141–150.
2. Aronson PL. Evaluation of the febrile young infant: an update. *Pediatr. Emerg. Med. Pract.* 2013;10(2):1–17.
3. Hamilton JL, John SP. Evaluation of fever in infants and young children. *Am. Fam. Physician.* 2013;87(4):254–260.
4. Van den Bruel A, Haj-Hassan T, Thompson M, et al. Diagnostic value of clinical features at presentation to identify serious infection in children in developed countries: a systematic review. *Lancet Lond. Engl.* 2010;375(9717):834–845.
5. Guedj R, Chappuy H, Titomanlio L, et al. Do All Children Who Present With a Complex Febrile Seizure Need a Lumbar Puncture? *Ann. Emerg. Med.* 2017;
6. Baumer JH, “Paediatric Accident and Emergency Research Group.” Evidence based guideline for post-seizure management in children presenting acutely to secondary care. *Arch. Dis. Child.* 2004;89(3):278–280.
7. Subcommittee on Febrile Seizures, American Academy of Pediatrics. Neurodiagnostic evaluation of the child with a simple febrile seizure. *Pediatrics.* 2011;127(2):389–394.
8. Wright BLC, Lai JTF, Sinclair AJ. Cerebrospinal fluid and lumbar puncture: a practical review. *J. Neurol.* 2012;259(8):1530–1545.
9. Straus SE, Thorpe KE, Holroyd-Leduc J. How do I perform a lumbar puncture and analyze the results to diagnose bacterial meningitis? *JAMA.* 2006;296(16):2012–2022.
10. Gopal AK, Whitehouse JD, Simel DL, Corey GR. Cranial computed tomography before lumbar puncture: a prospective clinical evaluation. *Arch. Intern. Med.* 1999;159(22):2681–2685.
11. Hasbun R, Abrahams J, Jekel J, Quagliarello VJ. Computed tomography of the head before lumbar puncture in adults with suspected meningitis. *N. Engl. J. Med.* 2001;345(24):1727–1733.
12. https://meds.queensu.ca/central/assets/modules/lumbar_puncture/index.html.
13. van Veen JJ, Nokes TJ, Makris M. The risk of spinal haematoma following neuraxial anaesthesia or lumbar puncture in thrombocytopenic individuals. *Br. J. Haematol.* 2010;148(1):15–25.
14. Vavricka SR, Walter RB, Irani S, Halter J, Schanz U. Safety of lumbar puncture for adults with acute leukemia and restrictive prophylactic platelet transfusion. *Ann. Hematol.* 2003;82(9):570–573.
15. Heitz C, Lorette A, Julian A, Roubaud C, Paquet C. [Lumbar puncture practice in case of hemorrhagic or ischemic risk: a national opinion survey]. *Rev. Neurol. (Paris).* 2014;170(11):685–692.
16. Hillemacher T, Bleich S, Wiltfang J, et al. Should aspirin be discontinued for diagnostic lumbar puncture? *J. Am. Geriatr. Soc.* 2006;54(1):181–182.
17. Layton KF, Kallmes DF, Horlocker TT. Recommendations for anticoagulated patients undergoing image-guided spinal procedures. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2006;27(3):468–470.
18. Baron TH, Kamath PS, McBane RD. Management of antithrombotic therapy in patients undergoing invasive procedures. *N. Engl. J. Med.* 2013;368(22):2113–2124.
19. https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-12/recommandations_antiagregants_plaquettaires_-_gestes_percutanes.pdf.
20. Ruff RL, Dougherty JH. Complications of lumbar puncture followed by anticoagulation. *Stroke.* 1981;12(6):879–881.
21. van de Beek D, Drake JM, Tunkel AR. Nosocomial bacterial meningitis. *N. Engl. J. Med.* 2010;362(2):146–154.

22. Slater R, Cornelissen L, Fabrizi L, et al. Oral sucrose as an analgesic drug for procedural pain in newborn infants: a randomised controlled trial. *Lancet Lond. Engl.* 2010;376(9748):1225–1232.
23. Stevens B, Yamada J, Ohlsson A, Haliburton S, Shorkey A. Sucrose for analgesia in newborn infants undergoing painful procedures. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2016;7:CD001069.
24. Bjerring P, Arendt-Nielsen L. Depth and Duration of Skin Analgesia to Needle Insertion After Topical Application of Emla Cream. *Br. J. Anaesth.* 1990;64(2):173–177.
25. Baxter AL, Fisher RG, Burke BL, et al. Local anesthetic and stylet styles: factors associated with resident lumbar puncture success. *Pediatrics.* 2006;117(3):876–881.
26. Pinheiro JM, Furdon S, Ochoa LF. Role of local anesthesia during lumbar puncture in neonates. *Pediatrics.* 1993;91(2):379–382.
27. Kaur G, Gupta P, Kumar A. A randomized trial of eutectic mixture of local anesthetics during lumbar puncture in newborns. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 2003;157(11):1065–1070.
28. Schulga P, Grattan R, Napier C, Babiker MOE. How to use... lumbar puncture in children. *Arch. Dis. Child. Educ. Pract. Ed.* 2015;100(5):264–271.
29. Carbajal R. Prise en charge de la douleur en pédiatrie. Centre national de ressources de lutte contre la douleur, 2006. http://www.cnrdr.fr/IMG/pdf/PC_D_PED_RC.pdf.
30. PEDIADOL . Traitement médicamenteux de la douleur de l'enfant. Disponible sur internet : URL : <http://www.pediadol.org/-Traitements-et-protocoles-.html>.
31. Chevallier S. Ponction lombaire. *Rev. Médicale Suisse.* .
32. The Harriet Lane Handbook - 19st Edition - Elsevier.
33. Boon JM, Abrahams PH, Meiring JH, Welch T. Lumbar puncture: anatomical review of a clinical skill. *Clin. Anat. N. Y. N.* 2004;17(7):544–553.
34. Eskey CJ, Ogilvy CS. Fluoroscopy-guided lumbar puncture: decreased frequency of traumatic tap and implications for the assessment of CT-negative acute subarachnoid hemorrhage. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2001;22(3):571–576.
35. Strupp M, Brandt T. Should one reinsert the stylet during lumbar puncture? *N. Engl. J. Med.* 1997;336(16):1190.
36. Steele RW, Marmer DJ, O'Brien MD, Tyson ST, Steele CR. Leukocyte survival in cerebrospinal fluid. *J. Clin. Microbiol.* 1986;23(5):965–966.
37. Roos C, Concescu D, Appa Plaza P, et al. [Post-dural (post-lumbar) puncture syndrome. Review and retrospective study at an emergency headache centre]. *Rev. Neurol. (Paris).* 2014;170(6–7):407–415.
38. Tohmo H, Vuorinen E, Muuronen A. Prolonged impairment in activities of daily living due to postdural puncture headache after diagnostic lumbar puncture. *Anaesthesia.* 1998;53(3):299–302.
39. Vilming ST, Schrader H, Monstad I. The significance of age, sex, and cerebrospinal fluid pressure in post-lumbar-puncture headache. *Cephalalgia Int. J. Headache.* 1989;9(2):99–106.
40. Ebinger F, Kosel C, Pietz J, Rating D. Headache and backache after lumbar puncture in children and adolescents: a prospective study. *Pediatrics.* 2004;113(6):1588–1592.
41. Tourtellotte WW, Henderson WG, Tucker RP, et al. A randomized, double-blind clinical trial comparing the 22 versus 26 gauge needle in the production of the post-lumbar puncture syndrome in normal individuals. *Headache.* 1972;12(2):73–78.
42. Strupp M, Brandt T, Müller A. Incidence of post-lumbar puncture syndrome reduced by reinserting the stylet: a randomized prospective study of 600 patients. *J. Neurol.* 1998;245(9):589–592.
43. Thomas SR, Jamieson DR, Muir KW. Randomised controlled trial of atraumatic versus standard needles for diagnostic lumbar puncture. *BMJ.* 2000;321(7267):986–990.

44. Lavi R, Yarnitsky D, Yernitzky D, et al. Standard vs atraumatic Whitacre needle for diagnostic lumbar puncture: a randomized trial. *Neurology*. 2006;67(8):1492–1494.
45. Armon C, Evans RW, Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. Addendum to assessment: Prevention of post-lumbar puncture headaches: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*. 2005;65(4):510–512.
46. Davis A, Dobson R, Kaninia S, Giovannoni G, Schmierer K. Atraumatic needles for lumbar puncture: why haven't neurologists changed? *Pract. Neurol*. 2016;16(1):18–22.
47. Lavi R, Rowe JM, Avivi I. Traumatic vs. atraumatic 22 G needle for therapeutic and diagnostic lumbar puncture in the hematologic patient: a prospective clinical trial. *Haematologica*. 2007;92(7):1007–1008.
48. Lo SK, Montgomery JN, Blagden S, et al. Reducing incidence of headache after lumbar puncture and intrathecal cytotoxics. *Lancet Lond. Engl*. 1999;353(9169):2038–2039.
49. Frank RL. Lumbar puncture and post-dural puncture headaches: implications for the emergency physician. *J. Emerg. Med*. 2008;35(2):149–157.
50. Flaatten H, Thorsen T, Askeland B, et al. Puncture technique and postural postdural puncture headache. A randomised, double-blind study comparing transverse and parallel puncture. *Acta Anaesthesiol. Scand*. 1998;42(10):1209–1214.
51. Richman JM, Joe EM, Cohen SR, et al. Bevel direction and postdural puncture headache: a meta-analysis. *The Neurologist*. 2006;12(4):224–228.
52. Arevalo-Rodriguez I, Ciapponi A, Roqué i Figuls M, Muñoz L, Bonfill Cosp X. Posture and fluids for preventing post-dural puncture headache. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2016;3:CD009199.
53. Camann WR, Murray RS, Mushlin PS, Lambert DH. Effects of oral caffeine on postdural puncture headache. A double-blind, placebo-controlled trial. *Anesth. Analg*. 1990;70(2):181–184.
54. Esmaoglu A, Akpınar H, Uğur F. Oral multidose caffeine-paracetamol combination is not effective for the prophylaxis of postdural puncture headache. *J. Clin. Anesth*. 2005;17(1):58–61.
55. Halker RB, Demaerschalk BM, Wellik KE, et al. Caffeine for the prevention and treatment of postdural puncture headache: debunking the myth. *The Neurologist*. 2007;13(5):323–327.
56. Bonadio WA, Smith DS, Metrou M, Dewitz B. Estimating lumbar-puncture depth in children. *N. Engl. J. Med*. 1988;319(14):952–953.
57. Bailie HC, Arthurs OJ, Murray MJ, Kelsall AW. Weight-based determination of spinal canal depth for paediatric lumbar punctures. *Arch. Dis. Child*. 2013;98(11):877–880.
58. Arthurs OJ, Murray M, Zubier M, Tooley J, Kelsall W. Ultrasonographic determination of neonatal spinal canal depth. *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed*. 2008;93(6):F451-454.
59. Nigrovic LE, Kuppermann N, Neuman MI. Risk Factors for Traumatic or Unsuccessful Lumbar Punctures in Children. *Ann. Emerg. Med*. 2007;49(6):762–771.
60. Nigrovic LE, Shah SS, Neuman MI. Correction of cerebrospinal fluid protein for the presence of red blood cells in children with a traumatic lumbar puncture. *J. Pediatr*. 2011;159(1):158–159.
61. Kestenbaum LA, Ebberson J, Zorc JJ, Hodinka RL, Shah SS. Defining cerebrospinal fluid white blood cell count reference values in neonates and young infants. *Pediatrics*. 2010;125(2):257–264.
62. Byington CL, Kendrick J, Sheng X. Normative cerebrospinal fluid profiles in febrile infants. *J. Pediatr*. 2011;158(1):130–134.

Annexe 2 : Fiche technique pour les encadrants des séances de simulation

Préalable à la séance :

Apprenant : Lecture du « cours en ligne : PL pédiatrique », réalisation de la série 1 de QCM .

Formateur : Salle P₂ULSE réservée, matériel préparé: mannequin, 5 plateaux « stériles » avec matériel de PL, gants stériles.



Programme d'Enseignement de la Pédiatrie
par l'Internet et les Technologies Electroniques

Accueil	
<p>Le formateur :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ explique le déroulement de la séance de simulation et les consignes pour l'optimiser ➤ précise avec les apprenants leurs attentes, de manière à éventuellement réduire le décalage entre celles-ci et les objectifs pédagogiques de la séance de simulation. ➤ rappelle les principes de confidentialité. Il est demandé aux apprenants de ne pas diffuser et partager les scénarios des cas présentés afin de ne pas biaiser le déroulement des séances de simulation à venir pour les prochains apprenants. ➤ rappelle l'absence de jugement porté, de pièges intentionnels de la part des formateurs, et bien entendu de risque pour le « patient ». <p>« Mise en applications de connaissances dans un environnement contrôlé »</p>	5 min

Briefing technique et médical	
<p>Mannequin : Pediatric Lumbar Puncture simulator II, M43D</p> <p>Autre matériel : Masque, charlotte, surblouse, gants stériles, plateau et champ stériles, compresses stériles, antiseptique, boîte à aiguille, pansements. Aiguille à pointe biseautée de calibre 22, longueur 1,5 pouces et 3 pouces.</p> <p>Apprenants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • nombre=5 • Rôle tournant : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Opérateur ✓ Soignant 1 (tient l'enfant) ✓ Soignant 2 (donne le matériel et remplit les tubes de prélèvement) ✓ Evalueur (Checklist) ✓ Observateur <p>Formateur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • nombre=1 • Rôle : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Joue le rôle du parent de l'enfant ✓ Ajuste le scénario si besoin ✓ Intervient si besoin pour éviter d'évoluer vers une situation d'échec (facilitateur) <p>Scénario : Situations A - G, dont certaines, caricaturales, sont des contre-indications à la PL.</p>	10 min

Simulation	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lecture du scénario ➤ L'opérateur expose la conduite à tenir et donne les rôles aux soignants ➤ Réalisation du geste <p style="text-align: center;">— Renouvelé 5 fois —</p>	5 * 9 min

Debriefing	
<p>➤ phase descriptive</p> <ul style="list-style-type: none"> - rappeler les informations permettant de travailler et de s'exprimer en confiance, afin d'éliminer de nouveau l'idée de jugement et/ou de piège. - aborder avec les apprenants la manière dont ils ont vécu la séance de simulation, leurs impressions et ce qu'ils ont ressenti (émotions/sentiments). - puis poser des questions simples et ouvertes : que s'est-il passé ? Pouvez-vous décrire le scénario ? Les apprenants y répondent en verbalisant les faits, les raisons et les modalités des actions qu'ils ont entreprises, les motivations et les intentions. <p>➤ phase d'analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> - explorer les raisons pour lesquelles les actions ont été réalisées ou au contraire non réalisées et d'interpréter le raisonnement qui sous-tendait les décisions prises. <p>Tous les apprenants peuvent réagir et il est important que l'ensemble des personnes puisse s'exprimer dans un langage non agressif en dehors de tout jugement partisan. Cette phase doit être bien guidée par le formateur pour éviter d'éventuels conflits.</p> <p>➤ phase d'application ou de synthèse</p> <ul style="list-style-type: none"> - permet aux apprenants de faire une synthèse de ce qu'ils ont appris de la situation simulée. Il est habituel que le formateur leur demande s'ils auraient pu faire différemment et comment cette simulation pourrait faire évoluer leur façon de faire. Cette phase peut amener à identifier de nouveaux objectifs d'apprentissage. - le formateur donne un feedback aux apprenants sur la séance de simulation dans son ensemble. <p>Deux autres éléments doivent être évoqués lors du débriefing</p> <ul style="list-style-type: none"> - La gestion du stress : la simulation permet aux apprenants de mieux se connaître et notamment de développer des métaconnaissances (connaissance que le sujet a de ses propres connaissances, ainsi que le contrôle qu'il exerce sur son propre système cognitif). Savoir parler de son stress et identifier la manière d'en abaisser le niveau permet ainsi de mieux y faire face ultérieurement en situation réelle. Il est donc important de l'aborder. - La gestion de l'échec : l'investissement psychologique demandé aux apprenants lors des séances de simulation est important et peut conduire à des situations de débriefing difficiles en cas d'échec lors du déroulement du scénario de simulation (non prévu dans les objectifs pédagogiques). La prise en compte de l'impact émotionnel fait partie de la gestion globale du débriefing par le formateur. 	30min

Fin de la séance :

Apprenant = Réponse à la série 2 de QCMs et évaluation de la formation.

Formateur = Range la salle, mannequin et plateaux « stériles ».

Annexe 3 : Checklist de vérification des compétences sur la PL pédiatrique

Date :

Prénom de l'apprenant :



Programme d'Enseignement de la Pédiatrie
par l'Internet et les Technologies Electroniques

Checklist de vérification des compétences sur la PL pédiatrique	Fait de manière indépendante et correcte	Besoin d'aide ou fait de manière incorrecte
Indications de la PL et contre-indications, mise en condition de patient : validation de l'indication, information des parents, discussion d'une prémédication et du déroulement de la procédure.		
Site d'insertion de l'aiguille : Palpation des crêtes iliaques pour repérer la ligne imaginaire entre ces deux crêtes, et choisir l'espace inter-épineux approprié (L3/L4, L4/L5 ou L5/S1).		
Préparation de la procédure : Lavage et antiseptie des mains, ouverture du plateau, mise des gants, sélection de l'aiguille appropriée (22 jauges 1,5 pouce). Demande de la préparation et ouverture des tubes.		
Antiseptie : Nettoyage par chlorhexidine, appliquée de façon centrifuge à partir du centre de la zone à désinfecter (site de PL + crêtes).		
Maintien de la stérilité : stérilité maintenue tout au long de la procédure.		
Communication avec les assistants : demande de positionner le modèle en décubitus latéral ou en position assise en position fœtale.		
Insertion de l'aiguille : A/ Dans un espace inter-épineux approprié B/ Au milieu de l'espace inter-épineux choisi		
Avancée de l'aiguille : A/ Perpendiculairement au plan vertical du dos du patient (au maximum angulation de 15° en direction céphalique) B/ Mouvement unidirectionnel, avec aiguille avancée lentement et stylet enlevé par intermittence pour vérifier si reflux de LCR.		
Effectue des corrections appropriées s'il n'y a pas de liquide obtenu : Rotation de l'aiguille de 90 degrés ou retire lentement l'aiguille sans sortir de la peau renforce l'aiguille en corrigeant toute erreur d'orientation de celle-ci et en vérifiant que le patient est dans la bonne position.		
Obtention du LCR : chaque tube est rempli d'environ 0,5 ml.		
Retrait de l'aiguille : Le stylet remplacé avant que l'aiguille ne soit retirée, et compression du point de ponction avec une compresse sèche. Pansement mis en place.		
Elimination des objets tranchants : l'aiguille est correctement manipulée et éliminée dans le container adapté.		

D'après Gerard JM et al. Simul Healthc. 2013