

La ponction aspiration médullaire à visée diagnostique

R. Letestu
F. Valensi

Laboratoire central d'hématologie,
Tour Pasteur 2^e étage,
Hôpital Necker – Enfants malades,
149 rue de Sèvres
75743 Paris cedex 15
remi.letestu@avc.ap-hop-paris.fr

Résumé. La ponction aspiration de moelle osseuse est un examen clé pour le diagnostic et le suivi des hémopathies. Les premiers essais de prélèvement médullaire remontent au début du XX^e siècle. Depuis, de nombreuses techniques ont été décrites et divers matériels mis au point. Actuellement, les sites de prédilection pour les prélèvements médullaires sont le manubrium sternal et les épines iliaques pour lesquels nous décrivons une procédure. Outre les troubles graves de la coagulation, il existe peu de contre-indications absolues à la réalisation d'un prélèvement de moelle. Ce geste présente peu de risque s'il est réalisé par un opérateur averti, il expose néanmoins à certains effets indésirables ou complications. Ces complications sont de deux ordres, les effets secondaires et indésirables du geste lui-même, et les accidents de ponction. La gravité de ces complications est variable et il est important d'en connaître l'existence afin de les prévenir et le cas échéant d'en faire un diagnostic rapide afin d'assurer leur prise en charge. L'apprentissage du geste doit être réalisé sous le contrôle d'un médecin expérimenté, la formation devant comporter un enseignement pratique et théorique. Le but est d'assurer au patient une qualité de soin optimale afin que les prélèvements ultérieurs (souvent multiples dans la prise en charge et la surveillance des maladies hématologiques) soient abordés avec confiance. Cela est particulièrement vrai en pratique pédiatrique.

Mots clés : *moelle osseuse, ponction, sternum, complication*

Summary. Examination of bone marrow aspiration is an important tool in the diagnosis of haematological diseases. First attempts of bone marrow sampling took place at the beginning of the twentieth century. Thereafter, numerous methods were proposed and different materials were described. The commonly accepted sites for sampling are sternum and the iliac crest. We describe here a sampling procedure for each site. Bone marrow aspiration is a safely investigation, but not recommended for patients with impaired haemostasis. The physician must be aware of its side effects and complications which could occur. The consequence of the complications varies according to the type of iatrogenic injury. Prevention and rapid diagnosis are a crucial point in the management of bone marrow aspiration accidents. To avoid malpractice, the procedure should be taught by senior physicians including theoretical as well as practical learning. The purpose of the learning is a high quality of care to ensure patients the best comfort in subsequent bone marrow examinations, this point being particularly important in paediatrics.

Key words: *bone marrow, aspiration, sternum, complication*

Article reçu le 5 mars 2003,
accepté le 30 mai 2003

Tirés à part : R. Letestu

La ponction aspiration de moelle osseuse permet l'étude morphologique des cellules médullaires sur étalements, après une coloration classique de type May-Grünwald-Giemsa ou Wright. Les étalements peuvent être réalisés selon deux techniques principales : le frottis ou l'écrasement d'un grain de moelle. La ponction aspiration permet également d'obtenir des échantillons de moelle en plus grande quantité afin d'effectuer d'autres types d'examen, comme un caryotype, un immunophénotype, ou encore des analyses microbiologiques. Jugée anodine par Mallarmé : « La ponction sternale est une opération simple, d'une innocuité absolue et pour laquelle nous refusons d'admettre, à la condition d'être correctement faite, plus de désagrément qu'une piqûre ordinaire » [1], il semble malgré tout que les patients soient exposés à un risque faible mais réel de complication et que le désagrément lié à l'opération ne soit pas négligeable.

Les premières tentatives de prélèvement de moelle sur des sujets vivants remontent au début du XX^e siècle. Jusqu'aux années 1920, le siège de prédilection des prélèvements médullaires était l'extrémité supérieure du tibia. En 1923, Seyfarth réalise la première trépanation sternale, mais la technique reste lourde et nécessite toujours un abord chirurgical. Il faut attendre les travaux de Arinkin [2] en 1927 pour voir la technique se simplifier considérablement. Il adapte la méthode de Seyfarth et réalise alors la première aspiration médullaire sternale. Dans les années qui suivent, les deux méthodes font école, différents types de matériels sont disponibles et de nombreuses procédures sont décrites. En France, Mallarmé [3] met au point en 1935 un trocart constitué d'une aiguille biseautée à garde fixe sur laquelle se posent les doigts de l'opérateur, et d'un mandrin muni d'une poignée permettant un appui dans la paume de la main. Le majeur et/ou l'index de l'opérateur font office de butée. Selon l'âge, la morphologie du patient et le site de ponction, plusieurs modèles sont préconisés, ils se distinguent par la longueur et le diamètre de l'aiguille. Le trocart de Mallarmé va ainsi connaître une large diffusion jusque dans les années 1980-90. Il est actuellement remplacé par différents modèles à usage unique, à garde fixe ou réglable (*figure 1*).

Afin d'illustrer les différents types de matériels, nous présentons des produits couramment utilisés proposés par trois distributeurs. Ces sociétés diffusent différents trocarts de type Mallarmé et Jamshidi dont les caractéristiques sont résumées dans le *tableau 1*.

Dans le même temps, d'autres auteurs ont proposé l'utilisation d'aiguilles fines avec mandrin pour la réalisation des ponctions sternales. Les résultats semblent sujets à controverse quant à la qualité des échantillons, cette pratique dépend des habitudes de chacun et demanderait à être validée [4-6].

Indications et contre-indications

Indications

La réalisation d'une ponction médullaire peut s'avérer indispensable dans un large éventail de situations, aussi bien à visée diagnostique que pour le suivi de nombreuses pathologies. Les affections hématologiques sont concernées en premier lieu qu'elles soient bénignes ou malignes, mais ce geste peut également être indiqué pour le diagnostic biologique d'une atteinte médullaire bactérienne, virale, parasitaire, toxique ou encore dans le bilan d'extension médullaire d'une atteinte néoplasique. Ce geste permet également de recueillir les échantillons dans le cadre des dons de moelle, le prélèvement de ce greffon se réalise



Figure 1. Illustration de différents types de trocarts couramment utilisés. **a** : trocart de type Mallarmé classique, le corps et la poignée peuvent être métalliques ou constitués de matière plastique (comme représenté sur l'illustration) ; **b** : trocart de type Jamshidi, la zone 1 correspond à la garde réglable amovible. **c** : trocart de type Jamshidi avec poignée ergonomique sans garde. Images extraites du catalogue Allegiance, reproduites avec l'autorisation du distributeur.

dans des conditions particulières et le détail de la procédure sort du cadre de ce travail.

Enfin, de façon anecdotique, la ponction sternale a été utilisée au milieu du siècle dernier comme voie d'abord parentérale chez des patients pour lesquels la pose d'une voie veineuse s'avérait impossible.

Plusieurs indications sont communes à l'aspiration de moelle et à la biopsie ostéo-médullaire [7]. Dans le cadre des hémopathies, la biopsie ostéo-médullaire est plus spécifiquement indiquée lorsqu'il existe une fibrose médullaire souvent responsable d'échec d'aspiration.

Contre-indications

Il existe peu de contre-indications absolues à la réalisation d'un prélèvement médullaire [8-10]. On retiendra l'hémophilie et les troubles graves de la coagulation pour lesquels le prélèvement pourra être réalisé sous fractions coagulantes, plasma frais congelé ou concentrés plaquettaires selon la pathologie responsable. La thrombopénie, même sévère, sans thrombopathie avérée ne constitue pas une contre-indication absolue, c'est même au contraire une indication fréquente à la réalisation d'un myélogramme. Quel que soit le trouble de l'hémostase, certaines précautions s'imposent : le territoire sternal est à privilégier en raison de sa situation superficielle, la compression du point de ponction doit être prolongée et une surveillance du patient après le geste permet de détecter un éventuel saignement différé. Un antécédent de radiothérapie localisée sur la zone de prélèvement doit faire modifier le choix du site, le geste est en effet inutile et risque d'aboutir à une aspiration non productive. De même, en cas de lésion cutanée au niveau du point de ponction, il est préférable, dans la mesure du possible, de changer de site de prélèvement en raison de l'augmentation du risque infectieux. Enfin, si elle ne constitue pas forcément une contre-indication, toute pathologie entraînant une modification des rapports anatomiques normaux est à prendre en considération pour poser l'indication d'une ponction aspiration médullaire.

Préparation, information et prémédication

Préparation

La préparation du patient par le médecin qui pratiquera l'examen consiste à informer celui-ci sur le déroulement de l'examen et sur la sensation douloureuse qu'il percevra [11] (Code de déontologie médicale : « Le médecin doit à la personne qu'il examine, qu'il soigne ou qu'il conseille, une information loyale, claire et appropriée sur son état, les investigations et les soins qu'il lui propose ». Arrêt de la cour de cassation du 25 février 1997 : « Le médecin est

tenu d'une obligation particulière d'information vis-à-vis de son patient et il lui incombe de prouver qu'il a exécuté cette obligation »). Le médecin se doit en même temps de rassurer le patient pour tenter d'atténuer son appréhension.

Prémédication

L'utilisation d'une prémédication peu apporter un bénéfice et plusieurs études ont fait la preuve de l'efficacité de certains protocoles [12-14]. Bien que les pratiques varient selon les centres hospitaliers, les recommandations suivantes peuvent faire l'objet d'un consensus minimum.

Chez l'adulte, l'application cutanée d'une crème anesthésiante 1 heure au moins avant l'examen, s'avère suffisante pour une ponction sternale. La crème Emla[®] est un anesthésique local percutané dont le passage systémique est très faible sous réserve du respect des précautions d'emploi. La crème s'utilise sur peau saine en couche épaisse, sous pansement occlusif, l'Emlapatch[®] est quant à lui prêt à l'emploi. La dose, le temps de pose minimal mais aussi maximal doivent être déterminés avec précision, le *tableau II*, adapté du dictionnaire Vidal, résume les principales recommandations.

Pour une ponction iliaque, il est préférable de pratiquer une anesthésie locale du tissu sous-cutané et du périoste. Nous prendrons comme exemple la Xylocaïne[®] pour laquelle le dictionnaire Vidal définit les principes d'emploi. C'est un anesthésique local injectable dont l'utilisation doit être précédée d'un interrogatoire médical afin d'écartier une contre-indication d'emploi. La posologie moyenne

Tableau I. Principales caractéristiques des trocarts de type Mallarmé et Jamshidi commercialisés par trois distributeurs : Allégiance (fabricant pour les trocarts de type Jamshidi), EDM et Gallini.

Distributeurs	Type de trocart	
	Mallarmé	Jamshidi
Allégiance	Classique : PS, 16 G, 30 mm, SG	PS* : Ad 15G, 25-48 mm, GR Enf 18 G, 15-38 mm, GR
	Classique : PI, 16 G, 50 mm, SG	PI : Ad 15G, 62 mm, SG Enf 18 G, 38 mm, SG
EDM	Classique : PS ou PI pédiatrique, SG 5 Ø : 15 à 20 G 5 longueurs : 10 à 30 mm Poignée ergonomique : PS ou PI, GR 15G, 50 mm	–
Gallini	Classique : PS ou PI, SG 15, 16 et 18 G 30, 50 et 60 mm	–

Abréviations : PS : ponction sternale ; PI : ponction iliaque ; G : gauge ; GR : garde réglable ; SG : sans garde ; Ad : adulte ; Enf : enfant.
* trocart en configuration pour PS utilisable pour PI après retrait de la garde réglable.

Tableau II. Posologies, doses maximales et temps de pose recommandés par le dictionnaire Vidal, selon l'âge du patient, pour l'utilisation de la crème anesthésique Emla®.

Âge	Dose par application	Dose maximale par 24 heures	Temps de pose	
			minimum	maximum
0 à 3 mois	0,5 g ne pas renouveler avant 12 h	1 g = 1 mL = 1/5 de tube	1 heure	1 heure
3 à 12 mois	0,5 g	2 g = 2 mL = 2/5 de tube		4 heures
1 à 6 ans	1 à 2 g	10 g = 10 mL = 2 tubes		
6 à 12 ans	1 à 2 g	20 g = 20 mL = 4 tubes		
Après 12 ans	2 à 3 g	50 g = 50 mL = 10 tubes		

chez l'adulte pour une anesthésie locale est de 5 à 20 mL de solution à 1 % m/v (ou 0,5 %) ou limitée à 5 à 10 mL si on utilise une solution à 2 % de Xylocaïne® simple. La dose maximale recommandée de Xylocaïne® sans adrénaline est de 200 mg. Pour des doses plus importantes, il est préférable d'avoir recours à la Xylocaïne-adrénaline® en respectant toutefois ses contre-indications, ses précautions d'emploi et en prenant garde de ne pas dépasser la dose maximale recommandée de 500 mg.

Chez l'enfant, il convient d'éviter les formes avec adrénaline, la dose doit être la dose minimale efficace et dans la mesure du possible il est préférable d'utiliser une solution injectable de faible concentration (0,5 %).

Les effets indésirables de l'anesthésie locale par la Xylocaïne® sont limités. Cependant, l'apparition de signes de surdosage nécessite la prise en charge du patient par une équipe spécialisée.

Lorsque l'appréhension du patient est importante, la préparation médicale peut faire appel à des sédatifs anxiolytiques ou amnésiants de type benzodiazépine. Chez l'enfant, de multiples protocoles existent [14, 15] et le choix dépend en partie de l'âge et du contexte médical. Ils font appel comme chez l'adulte à des anxiolytiques, des anesthésiques locaux (par voie transcutanée ou parentérale), mais aussi à des antalgiques morphiniques (agonistes ou antagonistes) ou encore des gaz de type Antonox® ou Kalinox®, dans ce cas, il est bien sûr recommandé que le sujet soit à jeun (depuis 3 heures au moins).

Enfin, dans certains cas les prélèvements peuvent être réalisés en salle d'opération, au décours d'une intervention chirurgicale ou d'un examen nécessitant une anesthésie générale. Cette pratique n'est pas systématique, elle se voit principalement dans les secteurs pédiatriques et sa généralisation poserait la question du risque anesthésique et de sa prise en charge.

Responsabilité

Les indications du prélèvement sont posées par un médecin pour un patient dont il assure la prise en charge. La prescription des examens doit être réalisée sur une feuille spécifique et comporter, outre les examens à effectuer, les

renseignements clinicobiologiques utiles à l'interprétation des résultats.

La vérification de l'absence de contre-indication à la réalisation du prélèvement de moelle incombe au médecin prescripteur responsable du patient. La vérification des paramètres hématologiques et du bilan de coagulation revient au médecin qui réalise le geste technique.

Les internes et étudiants en médecine sont autorisés à effectuer des prélèvements médullaires sous réserve d'avoir suivi la formation adaptée et de réaliser le geste sous la responsabilité d'un médecin senior.

La ponction sternale

Rappels anatomiques

Le sternum est un os plat, impair et symétrique, sa position superficielle en fait, chez l'adulte, un site électif pour les prélèvements médullaires.

Description générale

Le sternum se compose de trois pièces osseuses :

- le manubrium sternal constitue la partie supérieure de l'os, c'est la partie la plus épaisse du sternum puisqu'il mesure 1 à 1,5 cm en moyenne chez l'adulte ;
- la partie intermédiaire ou corps du sternum est de forme allongée et beaucoup moins épais que le manubrium ;
- enfin, l'appendice xiphoïde termine le sternum à sa partie inférieure.

L'union du manubrium et du corps détermine un angle appelé angle de Louis. Il est matérialisé par une saillie transversale palpable en regard de la deuxième articulation chondro-sternale.

Anatomie

Les rapports anatomiques du sternum sont multiples et concernent des structures parfois vitales. Les rapports antérieurs de cet os superficiel se font directement avec le tissu sous-cutané et cutané, la table externe se trouvant à environ 5 mm de la surface de la peau. Latéralement, le sternum s'articule avec les côtes et les clavicules qui constituent autant de repères anatomiques palpables. Plus en

dehors du bord latéral du sternum, on trouve les vaisseaux mammaires internes. De part et d'autre du sternum, l'artère mammaire interne suit un trajet parallèle à celui-ci à une distance d'environ un centimètre et demi, sous le plan du gril costal et les deux veines mammaires internes cheminent le long de son bord interne. Les rapports postérieurs du sternum sont les plus importants, ils se font avec les organes contenus dans le médiastin antérieur et varient selon l'étage considéré. Au niveau de l'étage supérieur du médiastin antérieur, se trouvent les éléments vasculaires sus péricardiques organisés en deux plans. Le plan superficiel, constitué d'éléments veineux (tronc veineux brachio-céphalique et tronc innominé) est situé en arrière du manubrium sternal (*figure 2*). Le plan vasculaire profond est constitué d'éléments artériels nés de la crosse aortique. Le tronc artériel brachio-céphalique est le plus superficiel, la carotide primitive gauche et l'artère sous-clavière gauche sont quant à elles situées beaucoup plus profondément. L'étage inférieur du médiastin antérieur comprend essentiellement le péricarde et son contenu. Une manière d'approcher les rapports du cœur avec le sternum est de se représenter l'aire cardiaque qui correspond à la projection sur la paroi thoracique antérieure des limites du cœur [16]. C'est un quadrilatère dont les angles supérieurs se situent à environ un centimètre en dehors de chaque bord du sternum, au niveau de la partie moyenne du deuxième espace intercostal. L'angle inférieur droit se localise au bord sternal du sixième espace intercostal droit tandis que le gauche se trouve sur la ligne mamelonnaire dans le cinquième espace intercostal gauche (*figure 2*). La structure générale du péricarde est complexe et son organisation permet de comprendre la composante constrictive de l'épanchement péricardique. Les structures intrapéricardiques situées en regard de la face postérieure du sternum peuvent être divisées en deux étages : l'étage supérieur comporte essentiellement l'aorte ascendante prenant naissance au niveau du troisième espace intercostal, son trajet est ascendant jusqu'au niveau du deuxième cartilage sterno-costal où elle décrit sa crosse. L'étage inférieur est constitué par la paroi antérieure de l'oreillette droite et la partie droite du ventricule droit qui a des rapports étroits avec la face postérieure du corps du sternum (*figure 3*). En résumé, les rapports anatomiques postérieurs du sternum se font schématiquement avec des structures vasculaires en haut, dont l'importance augmente au fur et à mesure que l'on descend et avec les structures cardiaques en bas. Par ailleurs, les coupes transversales passant au niveau des différents étages du médiastin antérieur, montrent, de haut en bas, une diminution de l'espace entre la face postérieure du sternum et les structures cardiovasculaires. Le manubrium est donc la partie la plus épaisse du sternum, peu sujette à variation anatomique, facilement repérable entre la fourchette sternale et l'angle de Louis. C'est aussi

la portion qui a le moins de rapport direct avec les structures cardiovasculaires vitales. Ces éléments tendent donc à désigner le manubrium sternal comme site le plus sûr pour la réalisation d'une ponction sternale. Enfin, un argument supplémentaire pour interdire la ponction sous l'angle de Louis découle du nombre de points d'ossifications observés sur le sternum, s'il est unique pour le manubrium, les pièces inférieures en possèdent deux avec dans certaines variantes anatomiques une déhiscence centrale de l'os.

Les variations anatomiques

Les rapports anatomiques décrits sont bien sûr sujets à variation interindividuelle. Les principaux facteurs de variabilité sont d'ordre morphologique, positionnel et respiratoire. Chez le sujet bréviligne, l'obèse ou la femme enceinte, on observe une surélévation du diaphragme qui tend à horizontaliser le cœur et à le rapprocher ainsi du sternum. En décubitus dorsal, les viscères abdominaux appuient sur le diaphragme et entraînent une remontée du cœur dans la cavité thoracique. Cette position favorise le retour veineux et il s'ensuit une augmentation de volume du cœur et, dans une moindre mesure, de celui des gros vaisseaux. La mécanique respiratoire intervient essentiellement lors des mouvements de respiration profonde. À l'inspiration, deux phénomènes antagonistes surviennent. Tout d'abord, le diaphragme s'aplatit et le cœur se verticalise, il s'éloigne donc du sternum mais la diminution de la pression intrathoracique favorise le retour veineux entraînant, dans un deuxième temps, une augmentation du volume cardiaque. À côté de ces phénomènes, l'action des muscles respiratoires insérés sur les côtes tend à les horizontaliser, il en résulte une ascension et une antépulsion du sternum ce qui l'éloigne des structures cardiovasculaires du médiastin antérieur. Il semble donc préférable que le patient soit installé en position demi assise (le cœur se trouve ainsi en position basse dans la cavité thoracique) et que la ponction soit réalisée en cours d'inspiration profonde mettant à profit le déplacement du sternum par rapport aux structures cardiovasculaires.

Contre-indications particulières

En dehors des contre-indications générales citées plus haut, la ponction sternale est interdite chez l'enfant (âgé de moins de 15 ans), en effet, l'ossification incomplète rend ce geste particulièrement dangereux [17, 18] de par les rapports du sternum avec le cœur et les gros vaisseaux. Il en est de même chez le sujet ayant subi une thoracotomie, le risque d'échec est augmenté avec de surcroît un risque de disjonction sternale difficile à apprécier et d'autant plus grand que l'intervention est récente. Enfin, il est à noter que la réalisation des prélèvements médullaires au niveau sternal n'est pas une pratique universellement admise. Ce site est en effet abandonné par la

majorité des médecins anglo-saxons, ce qui a un impact certain sur le marché et la conception des dispositifs à usage unique.

Déroulement du geste

Phase préparatoire

Le matériel à prévoir comporte des compresses stériles, un antiseptique iodé, par exemple la Bétadine dermique® 10 %. Utilisée pure en badigeon, elle a une activité anti-

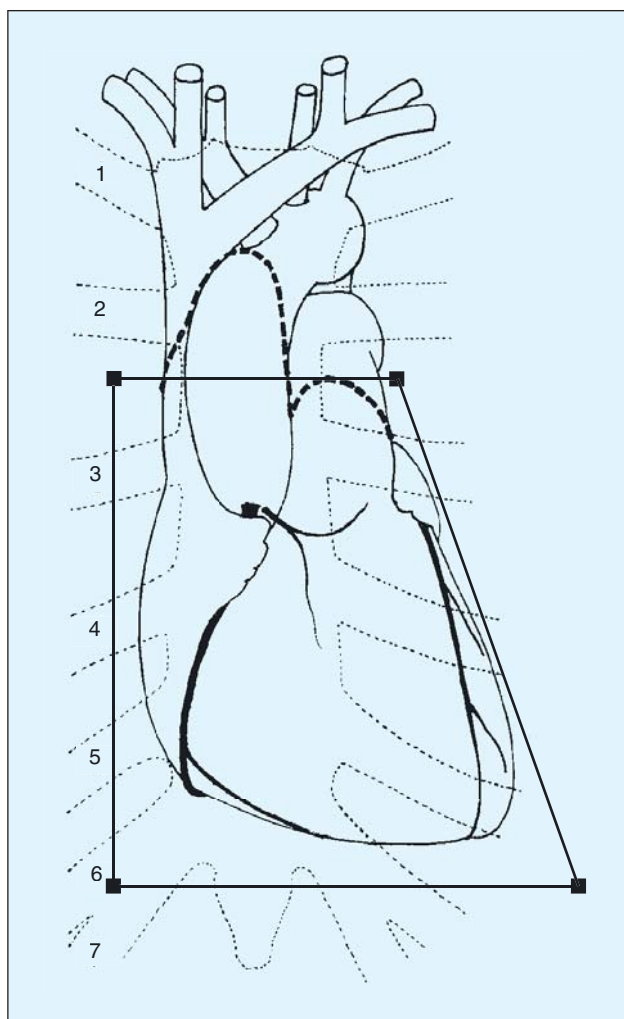


Figure 2. Vue antérieure du cœur et des gros vaisseaux avec en surimpression la projection des éléments ostéocartilagineux de la paroi antérieure du thorax numérotés de haut en bas de 1 à 7 (trait pointillé fin). Le trait pointillé gras figure la ligne de réflexion du péricarde. Le trait plein matérialise l'aire cardiaque, celle-ci est délimitée par un quadrilatère dont les angles supérieurs se situent à environ un centimètre en dehors de chaque bord du sternum, au niveau de la partie moyenne du deuxième espace intercostal. L'angle inférieur droit se localise au bord sternal du sixième espace intercostal droit tandis que le gauche se trouve sur la ligne mamelonnaire dans le cinquième espace intercostal gauche.

septique complète en moins de cinq minutes. Certaines contre-indications ou précautions d'emploi détaillées dans le dictionnaire Vidal sont à connaître. Le risque de résorption cutanée limite son emploi chez l'enfant (lavage rapide avec de l'eau stérile) et le contre-indique chez le nourrisson. De même, un antécédent d'allergie à l'iode contre-indique son utilisation et elle ne doit en aucun cas être associée aux dérivés mercuriels (risque de formation de composés caustiques). Enfin par précaution elle n'est pas recommandée chez la femme enceinte. L'utilisation d'un dérivé de la chlorexidine est une alternative aux dérivés iodés. L'Hibitane®, par exemple, est utilisable chez le nouveau-né. Son activité antiseptique est un peu moins large. Enfin on complètera la préparation du matériel avec des gants stériles à usage unique, des seringues de 20 mL, un pansement stérile, des lames de verre porte-objet rodées et dégraissées, éventuellement des tubes spéciaux avec anticoagulant ou milieu de culture pour recueillir des échantillons médullaires, et du matériel pour la réalisation d'une anesthésie locale. Enfin, un trocart à usage unique pour lequel on prendra soin de vérifier l'intégrité et la mobilité du mandrin avant de réaliser la ponction.

Phase opératoire

Le prélèvement de moelle se réalise dans un local adapté, avec un éclairage de bonne qualité, en s'assurant que l'on dispose du matériel requis. Dans la mesure du possible, l'opérateur s'assurera de la coopération d'un aide opératoire qui l'assistera au cours du prélèvement et effectuera les étalements sur lame. Le repérage du site de ponction se déroule en plusieurs temps, le patient doit être adossé à un plan dur, torse nu, de préférence en position demi assise. Il faut en premier lieu repérer la fourchette sternale avec le médius, l'angle de Louis avec le pouce et le premier espace intercostal avec la pulpe de l'index. La zone de ponction se situe à 1-2 mm latéralement à la ligne médiane (matérialisée par le pouce et le médius) et en regard du premier espace intercostal (matérialisé par l'index). Il est important de bien différencier l'angle de Louis des crêtes osseuses situées sur la face antérieure du corps du sternum, reliquats de la soudure des sternèbres. Les principes généraux de la réalisation du prélèvement sternal sont les suivants : traverser franchement les plans cutané et sous-cutané pour arriver au plan osseux et après avoir ajusté la garde réglable du trocart s'il en est pourvu, exercer alors une forte pression sur le trocart pour qu'il traverse la table externe. Ce passage est perçu par le patient comme un craquement et par l'opérateur comme un ressaut, ou un obstacle qui cède brutalement. Un mouvement de torsion du trocart peut permettre de ponctionner des os particulièrement durs, cependant, ce mouvement accroît parfois la sensation douloureuse. L'aiguille est alors en place dans la cavité médullaire, le mandrin est retiré et une seringue de 20 mL, préalablement purgée est adaptée sur l'aiguille.

L'aspiration rapide de la moelle osseuse entraîne dans la plupart des cas une vive douleur caractéristique qui cède rapidement. Cette manœuvre permet de recueillir environ 100 μ L de moelle pour la réalisation des étalements sur lame. Le trocart portant la seringue est aussitôt retiré par une traction douce en veillant à rester dans l'axe de péné-

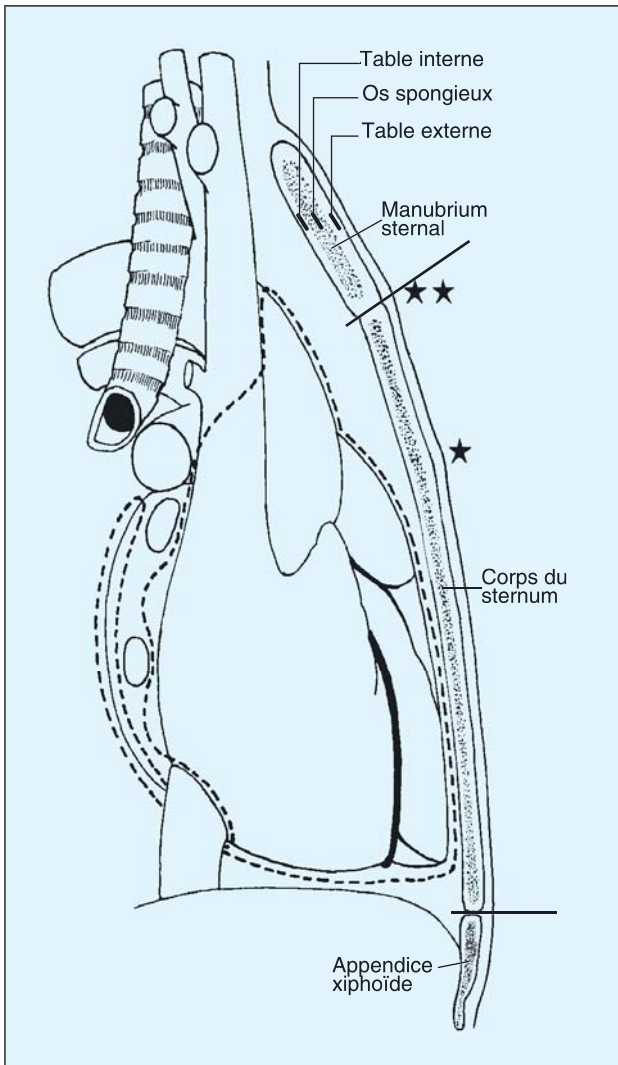


Figure 3. Vue latérale droite d'une coupe sagittale paramédiane montrant les trois segments osseux du sternum ainsi que les rapports postérieurs du sternum avec le cœur et les gros vaisseaux. Les rapports de la face postérieure du corps du sternum avec la paroi ventriculaire sont très étroits, le manubrium est quant à lui beaucoup plus éloigné des structures cardiovasculaires. Le manubrium sternal est séparé du corps du sternum par l'angle de Louis (indiqué par les deux étoiles sur la figure), le segment osseux se terminant en bas par l'appendice xiphoïde. L'étoile isolée indique la première des crêtes osseuses correspondant aux reliquats de la suture des sternèbres. Parfois assez prononcées, elles peuvent être palpables sur la face antérieure du corps du sternum et il est important de bien les différencier de l'angle de Louis.

tration sans incliner l'ensemble aiguille-seringue. Si d'autres examens sont programmés, la première seringue est désadaptée, afin que les étalements soient réalisés rapidement par l'aide opératoire, une seconde est mise en place pour procéder à une nouvelle aspiration cette fois plus prolongée afin de prélever le volume désiré. Au terme de la manœuvre, l'aiguille est retirée selon les mêmes modalités que plus haut et la moelle est répartie immédiatement dans les tubes adaptés. Après retrait du trocart, une compression du site de ponction durant quelques minutes à l'aide d'un tampon de compresses stériles est habituellement suffisante.

Réalisation des étalements médullaires

L'échantillon de moelle est déposé et étalé sur 8 à 10 lames de verre selon différentes techniques dont les deux principales sont :

- les frottis : la procédure des frottis médullaires est similaire à celle des frottis sanguins bien que la viscosité de la moelle soit différente de celle du sang et qu'elle varie d'une pathologie à l'autre. Les lames sont laissées à l'air, à température ambiante sur un plan horizontal en évitant de les agiter jusqu'à ce qu'elles soient totalement sèches ;
- les écrasements de grains de moelle ou « grumeaux » : cette technique consiste à déposer un grain de moelle sur une lame et à l'écraser avec une seconde lame tout en l'étalant.

Le choix du procédé d'étalement dépend surtout des habitudes et de l'expérience de l'opérateur, cependant, chacune de deux méthodes présente ses avantages et ses inconvénients. Le frottis permet habituellement de mieux préserver les caractéristiques morphologiques des éléments médullaires. En revanche, dans les situations où la moelle est appauvrie ou encore quand l'observation doit porter sur des cellules de grande taille comme les mégacaryocytes, ou les macrophages, la technique du grain de moelle écrasé peut s'avérer supérieure. Dans le cas des écrasements de grumeaux, l'étalement peut être réalisé même si l'échantillon a commencé à coaguler.

Fin de l'opération

L'opérateur s'assure de l'absence de saignement résiduel au site de ponction. Les résidus d'antiseptique iodé sont enlevés à l'aide d'une compresse imprégnée d'alcool ou d'eau stérile afin de ne laisser aucune trace du produit en contact prolongé avec la peau. Le geste se termine par la mise en place d'un pansement sec stérile. Le patient est ensuite verticalisé progressivement, il peut reprendre une activité normale dans l'heure suivant le prélèvement, car les suites sont habituellement indolores. Une fois le geste terminé, les lames sont identifiées sur la zone dépolie au crayon à papier (l'encre des stylos à bille et des feutres est dissoute donc effacée lors des différentes étapes de la coloration). L'identification devra comporter le nom du

patient, le site de ponction et la date du prélèvement. Les lames et les échantillons de moelle sont ensuite acheminés au laboratoire.

Complications, incidents et accidents

Les incidents de ponction peuvent aller du simple effet indésirable transitoire et spontanément résolutif (comme la douleur résiduelle au point de ponction), jusqu'à l'accident mortel heureusement rarissime que peut occasionner une perforation cardiaque. Un bon apprentissage du geste technique et une bonne connaissance des repères anatomiques permettent de limiter les risques d'accident.

Les complications de la ponction sternale peuvent être regroupées en deux catégories, les effets secondaires et indésirables du geste lui-même, et les accidents de ponction pour lesquels soit une erreur technique soit une particularité liée directement au patient ou à sa maladie peuvent être incriminées.

Saignement

Un saignement local est fréquent, il est dans la majorité des cas fugace et ne se renouvellera pas à distance du geste [8-10]. Il faut dans la mesure du possible éviter la constitution d'un hématome sous-cutané source de douleur résiduelle. Lorsque le patient est thrombopénique ou sous traitement anticoagulant, le saignement peut se prolonger ou réapparaître après un intervalle libre de courte durée (n'excédant pas quelques dizaines de minutes). Pour ces raisons, il convient de comprimer le point de ponction dès le retrait du trocart et de vérifier l'absence de saignement résiduel avant de quitter le patient. Une compression prolongée s'avère parfois indispensable de même que la mise en place d'un pansement compressif ou de ouate hémostatique. Le bord sternal au niveau d'un espace intercostal a été utilisé par certains comme site de ponction avec pour objectif de diminuer les risques de perforation transfixiante [19] ; cependant, il faut attirer l'attention sur le caractère dangereux de cette pratique en raison du risque de blessure de l'artère mammaire interne. La constitution de l'hémothorax se faisant à bas bruit, le diagnostic est souvent porté tardivement dans un tableau grave de choc hémorragique.

Douleur

La douleur au point de ponction est concomitante au passage de la pointe du trocart dans les plans cutané, sous-cutané et périosté. L'os lui-même est peu sensible et la sensation douloureuse de cette étape du geste est minime chez la plupart des sujets sous réserve qu'ils soient prévenus que le passage de la corticale osseuse requiert une forte pression sur l'aiguille source d'oppression transitoire. C'est l'aspiration du suc médullaire qui est la phase la plus douloureuse (bien qu'on observe des variations interindividuelles considérables dans la perception de la

douleur), mais elle est de courte durée. Dans les conditions habituelles de réalisation du prélèvement médullaire, une sensation douloureuse résiduelle est rare, souvent minime et améliorée par un antalgique simple de type paracétamol [8-10].

Infection

La survenue d'une infection au site de ponction est une complication rare, peu décrite dans la littérature mais elle mérite d'être abordée en raison de son potentiel de gravité [8-10]. Compte tenu de la fréquence importante des infections nosocomiales et de l'augmentation du nombre de germes multi-résistants, une attention particulière doit être portée aux conditions d'asepsie dans lesquelles se déroulent le geste. Les complications infectieuses peuvent rester localisées au site de prélèvement ou diffuser et se généraliser mettant en jeu le pronostic vital [20].

Disjonction manubrio-corporéale

La disjonction manubrio-corporéale est une complication rare, elle résulte de la réalisation d'un prélèvement sternal sur un terrain particulier favorisant une fragilité de l'os ou plus précisément de l'articulation entre les deux articles osseux qui se soudent chez l'adulte [21].

Tamponnade

La tamponnade par hémopéricarde dans les suites immédiates d'une plaie cardiaque est aussi une complication rare mais plus souvent rapportée dans la littérature en raison de sa gravité et de son issue fatale dans la majorité des cas [22-26]. Au cours des années 1940 et 1950, ces accidents sont assez fréquemment décrits dans des articles médicaux mais par la suite, le nombre des rapports traitant ce sujet diminue considérablement. Ce phénomène peut être lié à une amélioration générale des compétences réduisant le risque de survenue de complications ou encore à un désintérêt des éditeurs pour ce sujet déjà amplement illustré [27]. Il est donc possible que l'incidence et les risques de complications dans les suites des prélèvements médullaires soient les mêmes qu'auparavant mais qu'ils soient simplement moins diffusés dans les publications actuelles. De nombreux auteurs décrivent les conditions de survenue de l'épanchement péricardique compressif et son tableau clinique [22-24, 28]. Dans la majorité des cas, l'accident survient par conjonction de plusieurs facteurs aggravants. Certains sont liés au patient présentant un terrain particulier, une fragilité osseuse accrue (ostéoporose, myélome, métastase osseuse) ou encore une résistance osseuse accrue (myélofibrose) ; d'autres sont liés à l'opérateur (manque d'expérience, dosage du geste inadapté). Dans presque tous les cas, le choix du site de ponction paraît déterminant et il semble que le risque soit d'autant plus important que la zone choisie pour le prélèvement se situe bas sur l'os (à partir du deuxième espace intercostal et au

dessous) [22-26]. En revanche, aucun décès par tamponnade n'a été décrit dans les suites de ponctions réalisées au niveau du manubrium sternal.

Pneumopéricarde

Le pneumopéricarde n'est pas non plus une complication fréquente, la plaie péricardique est moins profonde et l'épanchement aérique visible sur une simple radiographie thoracique peut se résorber spontanément sans autre complication comme le décrit Ackerman [29]. Dans ce cas, le praticien avait estimé que la ponction était trop profonde et le prélèvement s'est soldé par un échec.

Pneumothorax

Cette complication est peu décrite dans la littérature mais la paucisymptomatologie des pneumothorax mineurs est peut-être à l'origine d'une sous-estimation de leur fréquence réelle. Cependant, les cas décrits dans la littérature surviennent sur des terrains particuliers comme le cas rapporté par Ferrari chez un patient ostéoporotique et emphysemateux [30]. Même si le geste technique ne peut pas être mis en cause directement, c'est la présence de modifications pathologiques des rapports anatomiques de la région qui semblent à l'origine de la plaie parenchymateuse. Ces constatations font remettre en question le choix du site anatomique de prélèvement dans ces situations précises. Pour d'autres [31], l'épanchement pleural aérique pourrait même se constituer sans perforation complète de la table interne du sternum.

Rupture du trocart

Le risque de rupture d'un trocart est limité aujourd'hui en raison de l'usage généralisé de matériel à usage unique sous réserve de la bonne qualité du matériel. Cet accident peut cependant survenir dans des situations de dureté extrême de l'os. Si la rupture se produit, la conduite à tenir dépend du degré de pénétration du trocart dans l'os. Dans le cas où l'extrémité libre du dispositif est accessible et que le trocart est peu enfoncé dans l'os, l'aiguille peut être extraite à l'aide des pinces dans des conditions strictes d'asepsie. Dans l'éventualité où l'aiguille n'est pas accessible, il conviendra de demander un avis chirurgical et de réaliser éventuellement un bilan radiologique adapté.

Les autres sites de prélèvement médullaire : l'os iliaque

Nous nous limitons ici à la description de la ponction iliaque, mais d'autres sites peuvent ou ont pu être utilisés pour recueillir des échantillons médullaires. L'extrémité supérieure du tibia est une alternative intéressante à la ponction iliaque chez le petit enfant, les côtes, les corps vertébraux ont aussi représenté des sites potentiels de ponction mais leur description sort du cadre de ce travail.

Le prélèvement de moelle au niveau de l'os iliaque présente certaines particularités : chez l'enfant, la corticale de l'os iliaque est plus mince que chez l'adulte mais la sensation à la pénétration du trocart est proche de celle de la ponction sternale ; chez le nourrisson la sensation correspond plutôt à une résistance faible, continue, rendant plus difficile l'évaluation de la progression du trocart dans l'os spongieux.

Déroulement du geste

Épine iliaque postéro-supérieure

Ce site de prélèvement peut présenter certains avantages, il est souvent moins anxiogène et la ponction de moelle peut être associée dans un second temps à la réalisation d'une biopsie ostéo-médullaire, les deux gestes bénéficiant d'une seule préparation. Le patient est installé en décubitus ventral sur un plan ferme, le repérage de l'épine iliaque postéro-supérieure qui peut s'avérer délicate chez le sujet enrobé, se fait en suivant l'aile iliaque d'avant en arrière et en s'aidant d'un repérage bilatéral. Une fois la zone de ponction localisée, le site est à nouveau repéré une fois l'anesthésie locale effectuée¹. L'opérateur aura pris soin de choisir une aiguille adaptée à la morphologie du sujet ou de retirer la garde amovible du trocart selon le matériel choisi. Il doit vérifier l'analgésie avant de débiter le geste, traverser la peau et aller au contact de l'os. Une fois les repères vérifiés, la corticale est franchie et le prélèvement suit les mêmes principes généraux que ceux décrits pour la ponction sternale. Chez le nourrisson et le petit enfant, la position en décubitus ventral n'est pas la plus adaptée, on préférera un décubitus latéral en position genu-pectorale ou la position assise permettant de maintenir le patient en facilitant la prise des repères anatomiques.

Épine iliaque antéro-supérieure

Ce site est à réserver aux sujets en décubitus dorsal dont la mobilisation est totalement impossible. L'os y est moins dur qu'au niveau de la crête iliaque (qui n'est pas un site

¹ Anesthésie locale : l'infiltration en plusieurs points au niveau du site permet une anesthésie efficace et facilite la visualisation par l'opérateur de l'épine iliaque postéro-supérieure. Le volume d'anesthésique sera déterminé au préalable, préparé dans une seringue montée d'une aiguille 21 Gauge pour intramusculaire. Après antisepsie cutanée de la région, le plan cutané est traversé franchement par l'aiguille et celle-ci est poussée jusqu'au contact de l'épine iliaque postéro-supérieure. Une traction sur le piston de la seringue permet de vérifier que l'aiguille ne se trouve pas dans un vaisseau sanguin puis une petite quantité de produit est injectée. L'opération est répétée plusieurs fois en déplaçant légèrement l'aiguille latéralement (sans la ressortir) afin d'injecter l'anesthésique au contact de l'os sur toute la surface du site de ponction. L'anesthésie locale est ensuite complétée au niveau des plans sous-cutané et cutané par injection du produit lors du retrait de l'aiguille. Une compresse propre est posée sur le point de ponction dans l'attente de la réalisation du prélèvement, un délai d'une dizaine de minutes est à prévoir pour permettre une bonne diffusion de l'anesthésique.

recommandé de prélèvement médullaire). Le repérage du site de ponction est aisé chez le sujet mince, il devient beaucoup plus délicat chez le sujet obèse. L'épine iliaque antéro-supérieure doit être repérée par palpation en progressant d'arrière en avant sur l'aile iliaque, le repérage peut être facilité par une palpation bilatérale simultanée. Une fois localisée, l'opérateur conserve le repère en maintenant fermement l'aile iliaque entre le pouce et l'index ce qui permet de tendre et d'appliquer la peau sur la surface osseuse. Le site de prélèvement est abordé d'avant en arrière au niveau de l'espace libre entre les deux doigts qui permettent de visualiser les repères anatomiques, le trocart sera très légèrement orienté en haut et en dehors afin de se trouver dans le plan de l'aile iliaque. Compte tenu des rapports anatomiques avec les structures proches de la cavité abdominale et du petit bassin, la ponction médullaire au niveau de ce site n'est pas dénuée de risques. Même si le risque de dérapage sur la surface de l'os est limité par le pouce et l'index, une perforation de l'os est toujours possible. Le principe du geste est similaire à celui de la ponction iliaque postérieure.

Complications, incidents et accidents

L'hémorragie rétropéritonéale (perforation iliaque) : la proximité des vaisseaux iliaques et des vaisseaux du petit bassin fait de la ponction iliaque une situation à risque hémorragique potentiellement grave en cas de dérapage du trocart sur la surface osseuse ou de perforation transfixante de l'os.

Conclusion

La ponction aspiration médullaire est un geste médical souvent central dans la démarche diagnostique des maladies hématologiques ou impliquant la moelle osseuse. Cet examen, comme tout examen complémentaire invasif, ne semble pas aussi anodin que ce qui a pu être dit historiquement. Il expose en effet à des complications de gravité variable dont il est important de connaître l'existence afin d'en éviter la survenue et le cas échéant d'en faire un diagnostic précoce et d'assurer une prise en charge rapide et adaptée. Cependant, la réalisation du geste par un opérateur expérimenté dans le respect de règles simples de sécurité réduit considérablement le risque de complications.

Il est donc indispensable que l'apprentissage soit réalisé sous le contrôle d'un médecin senior, cette formation devant comporter un enseignement tant pratique que théorique afin que l'opérateur maîtrise sûrement son geste et assure au patient une qualité de soin optimale. Enfin, l'importance du bon déroulement de l'examen initial est considérable et conditionne en partie la manière dont le patient, surtout s'il s'agit d'un enfant, abordera les prélèvements

ultérieurs souvent multiples dans la prise en charge et la surveillance des maladies hématologiques.

Remerciements. Nous tenons à remercier Monsieur le Professeur G. Flandrin pour la relecture critique de ce manuscrit ainsi que pour ses encouragements et ses conseils au cours de ce travail, Monsieur le Dr P. Alhomme dont la thèse de doctorat en médecine (1971) a servi de base à la rédaction du chapitre sur les complications et pour son aimable autorisation à la reproduction des illustrations figurant dans son manuscrit.

Références

1. Mallarmé J. *Les maladies du sang*. Encyclopédie médico-chirurgicale 1942 : 130-231.
2. Arinkin MI. *Die intravitale Untersuchungsmethodik des Knochenmarks*. Leipzig : Folia Haemat 1929 : 233.
3. Mallarmé J. *Le myélogramme normal et pathologique par ponction sternale*. Paris : Doin 1937.
4. Emmeri-Maurin C. La ponction sternale à l'aiguille fine et la longue histoire des prélèvements médullaires. Bordeaux : Bordeaux II 1988 : 33.
5. Hedley DW, Joshua DE, Tattersal MH, et al. Fine-needle aspiration of bone marrow from sternum. *Lancet* 1982 ; 2 : 415-6.
6. Dinndorf PA, Clark BS, Bleyer WA. Bone marrow aspiration with a 22-gauge spinal needle. *J Pediatr* 1982 ; 100 : 595-6.
7. Flandrin G. Technique de prélèvement et indications de la biopsie ostéo-médullaire en hématologie. *Rev Fr Lab* 1992 ; 238 : 35-41.
8. Paulman PM. Bone marrow sampling. *Am Fam Physician* 1989 ; 40 : 85-9.
9. Hyun BH, Gulati GL, Ashton JK. Bone marrow examination: techniques and interpretation. *Hematol Oncol Clin North Am* 1988 ; 2 : 513-23.
10. Anonyme. Medical investigations. 6 : Bone marrow aspiration. *Br J Nurs* 1997 ; 6 : 708-9.
11. Anaes. *Information des patients, recommandations destinées aux médecins*. 2000. Rapport complet téléchargeable sur le site de l'Anaes. Paris : www.anaes.fr.
12. Dunlop TJ, Deen C, Lind S, et al. Use of combined oral narcotic and benzodiazepine for control of pain associated with bone marrow examination. *South Med J* 1999 ; 92 : 477-80.
13. Mainwaring CJ, Wong C, Lush RJ, et al. The role of midazolam-induced sedation in bone marrow aspiration/trephine biopsies. *Clin Lab Haematol* 1996 ; 18 : 285-8.
14. Holdsworth MT, Raisch DW, Winter SS, et al. Differences among raters evaluating the success of EMLA cream in alleviating procedure-related pain in children with cancer. *Pharmacotherapy* 1997 ; 17 : 1017-22.
15. Weisman SJ, Bernstein B, Schechter NL. Consequences of inadequate analgesia during painful procedures in children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1998 ; 152 : 147-9.
16. Jean E. Complications cardiaques de la ponction sternale. Poitiers : Faculté de Médecine 1987 : 110.
17. Marill FG. Ponction sternale mortelle. *Bull Mem Soc Med Hop* 1954 ; 70 : 325.

18. Barbour HB, Hirst AE, Johns VJJ. Non traumatic hemopericardium. An analysis of 105 cases. *Amer J Cardiol* 1961 ; 8 : 102-8.
19. Lievre JA, Attali P. Les accidents mortels de la ponction sternale. *Presse Med* 1952 ; 60 : 999.
20. Buckner CD, Clift RA, Sanders JE, *et al.* Marrow harvesting from normal donors. *Blood* 1984 ; 64 : 630-4.
21. Eastlund DT. Sternal-manubrial separation as a complication of marrow aspiration in a patient with protein-calorie malnutrition and osteoporosis. *Acta Haematol* 1990 ; 83 : 42-4.
22. Alhomme P. Les hémopéricardes par ponction sternale. Paris : Pitié-Salpêtrière 1971 : 143.
23. Olmer J, Knebelmann G. Les accidents mortels de la ponction sternale. *Presse Med* 1952 ; 60 : 882-3.
24. Jenkins LB, Ferrara BE, Snead HP. Acute cardiac tamponade, a complication of sternal marrow aspiration. *Arch Surg* 1955 ; 71 : 892-5.
25. Garnier H, Reyner J, Dimopoulos F. À propos des accidents de la ponction sternale. *Ann Chir* 1964 ; 18 : 308-9.
26. Memin Y, Picard P, Debonniere C, *et al.* Une nouvelle observation d'accident cardio-vasculaire après ponction sternale. *Presse Med* 1969 ; 77 : 1385-6.
27. Pascali VL, Lazzaro P, Fiori A. Is sternal bone marrow needle biopsy still a hazardous technique? Report of three further fatal cases. *Am J Forensic Med Pathol* 1987 ; 8 : 42-4.
28. Fortner JG, Moss ES. Mort consécutive à une ponction sternale : relation de deux cas. *Ann Int Med* 1951 ; 34 : 809.
29. Ackerman JL, Alden JW. Pneumopericardium following sternal bone marrow aspiration. *Radiology* (Syracuse) 1958 ; 703 : 408-9.
30. Ferrari E, Castella J, Taillan B, *et al.* Pneumothorax sur ponction sternale : une complication rare du myélogramme. *Ann Med Interne* 1993 ; 144 : 142.
31. Polverino M, Schiavo A, Fiorenzano G, *et al.* Sul primo caso della letteratura di pneumotorace dopo puntura sternale. *Minerva Med* 1989 ; 80 : 611-3.