



CARUM
Club des Anesthésistes-Réanimateurs
et Urgentistes Militaires

La Revue du CARUM

Vol. 28 - N°1
Avril 2012

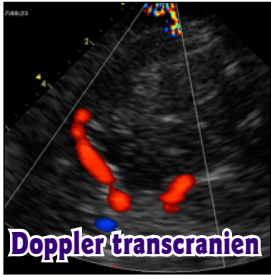
Réanoxyo



Histoire



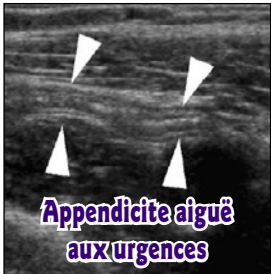
Ergonomie



Doppler transcranien



Pneumothorax



**Appendicite aiguë
aux urgences**



**Thrombose veineuse
profonde**



**Dossier spécial
CARUM / SRLF 2012**



Risque radiologique



**Brûlés thermique
ou chimique**



**Optimisation
de l'hémostase**



Les tourniquets

SOMMAIRE

Editorial : Pr Lenoir

- ◆ **Rubrique histoire:** Schaal JV. Le service de santé de la Garde Impériale.
- ◆ **Rubrique IADE :** Péraldi C, Tourtier JP, de Saint Maurice G, Auroy Y. Ergonomie : une discipline au service de l'IADE dans l'appropriation et la gestion du risque.
- ◆ **Rubrique échographie :** Salvadori A, Dubost C, Falzone E, Jarrassier A, Renner J, Pasquier P, de Rudnicki S, Mérat S. Doppler transcranien : applications en réanimation.
- ◆ **Rubrique urgences :**
 - Lecerf C, Catreveaux O, Ponasse J, Elhadji Toumane C, Carbonnel N, Leroy P, Martin G, Saboureau S, Viant E, Leyral J. Pneumothorax : discussion de la stratégie diagnostique et thérapeutique à propos d'un cas.
 - Elhadji Toumane C, Catreveaux O, Viant E, Martin G, Saboureau S, Leyral J. Suspicion d'appendicite aigue aux urgences : échographie ou scanner ?
 - Leroy P, Catreveaux O, Saboureau S, Martin G, Viant E, Leyral J. Suspicion de thrombose veineuse profonde aux urgences : intérêt de l'échographie en deux points.
- ◆ **SRLF 2012 : session du CARUM :**
 - Bohand S, Michel X. Conduite à tenir face à un risque radiologique : Contexte de Fukushima.
 - Donat A, Leclerc T, Bargues L. Afflux massif de brûlés thermiques ou chimiques en temps de paix.
 - Daban J-L, Pasquier P, Lenoir B, Debien B. Lésions par explosion.
- ◆ **OPEX :**
 - Cotte J, Lacroix G, Grasser L, Daban JL, Lions C, Fontaine B, Meaudre E. Optimisation de l'hémostase en évacuation sanitaire stratégique: apport du Coaguheck® XS pro.
 - Danguy des Déserts M, Giacardi C, Commandeur D, Huynh S, Ould-Ahmed M. Tour d'horizon sur les tourniquets.

Ouvrages parus

- Fiches techniques en salle de surveillance post-interventionnelle. Péraldi C, Schaal JV, Mérat S, Grasser L.
- Intubation de l'oxygénation à l'intubation difficile. Erb C, Menu H, Wiel E.
- Mémo Urgences pédiatriques. Chabernaude JL, Hertgen P.
- Guide pratique d'anesthésie locorégionale. Paquerin X, Cimino Y.

Adhésion au CARUM

Crédit photo couverture : MC Eric Meaudre HIA Sainte Anne
« Bilan lésionnel au cours du déhouchage à KAIA d'un blessé Afghane transféré depuis un rôle 2 US. L'infirmier à droite du blessé est l'adjudant Thomas du 3^{ème} RPIMa, grièvement blessé le 20 janvier 2012 sur la COP Gwan ».

2012 ; 28 (1) : 1 - 42
La revue du CARUM
Club des Anesthésistes Réanimateurs
et Urgentistes Militaires

RÉDACTEUR EN CHEF

Stéphane Mérat

RUBRIQUE HISTOIRE

Jean Vivien Schaal

RUBRIQUE ÉCHOGRAPHIE

Clément Dubost

RUBRIQUE URGENCES

Jérôme Leyral

RUBRIQUE IADE

Céline Péraldi

COMITÉ DE RÉDACTION

Alain Benois, Jean-Louis Daban
Stéphane De Rudnicki,
Nicolas Libert, Stéphane Mérat,
Pierre Pasquier.

COMITÉ DE LECTURE

Sylvain Ausset,
Alain Benois, Mohamed Chani,
Audrey Cirodde,
Bruno Fontaine,
Jean-Luc Fortin, Patrick Jault,
Nicolas Libert,
Stéphane Mérat, Georges Mion,
Stéphane de Rudnicki,
Jean-Marie Saïssy,
Fabrice Petitjeans,
Pascal Précloux,
Alain Puidupin, Marc Puidupin.

Correspondance :

Courriel : reabegin@gmail.com

Adresse postale :

CARUM
Département d'anesthésie-
réanimation
HIA Bégin - 94160 Saint-Mandé

3 numéros annuels

EDITION

Urgence Pratique Publications

Directeur de la Publication

Jean-Claude Deslandes

Secrétaire de Rédaction

Georges Bousquet

BP 26 - 34190 Ganges

@ : revue@urgence-pratique.com

Tél. : 04 67 73 53 61

Droits de reproductions réservés pour
tous pays,
sous quelque procédé que ce soit.
S'adresser au Directeur de la publication.

Tout d'abord je voudrais remercier l'équipe rédactionnelle de Réanoxyo qui m'a fait l'honneur de me demander de présenter ce nouveau numéro. De simple lettre lors de sa création, Réanoxyo est devenue à un an de sa majorité la revue de l'ensemble des anesthésistes réanimateurs et urgentistes militaires.

Cette revue accueille également d'autres spécialistes tant civils que militaires et ce dernier numéro en est encore la preuve.

Cette évolution de Réanoxyo n'aurait pu exister sans le CARM puis le CARUM, club encore adolescent, mais qui au fur et à mesure des années prend une place de plus en plus reconnue au sein des différentes sociétés nationales (SFAR, SFMU, SRLF).

Cette croissance, cette maturité atteinte est bien sûr le fait des hommes qui ont fait et font notre revue et conduisent notre club, mais aussi d'un environnement politique qui a vu la France s'engager de plus en plus sur le plan militaire ou dans le cadre d'assistance lors de catastrophes.

Dans ce numéro le comité de rédaction nous propose une image fidèle de ce que font et de ce que pensent les anesthésistes, les réanimateurs, les urgentistes et les autres spécialistes militaires impliqués dans la prise en charge des urgences qu'elles soient conventionnelles ou exceptionnelles.

Son contenu est très éclectique puisqu'il va de l'histoire de la médecine militaire avec un article sur le service de santé de la garde impériale très documenté et richement iconographié à la gestion des risques dans un article qui devrait être lu par l'ensemble des acteurs de l'anesthésie (infirmiers anesthésistes et médecins anesthésistes titulaires ou en formation).

Ce dernier article met en exergue l'importance de l'ergonomie dans la prévention et l'analyse des risques.

En réanimation, outre le rapport des présentations fait par les médecins des armées à la SRLF 2012 dans une session sur les risques non conventionnels (risques radiologiques présentés par les spécialistes du SPRa et risques chimiques présentés par les spécialistes du Centre de Traitement des Brûlés de l'HIA Percy) on trouve un article très intéressant sur le doppler transcrânien et son application dans la prise en charge des traumatisés crâniens.

La rubrique urgence est très riche avec trois articles de conduite pratique vis-à-vis d'urgences quotidiennes (pneumothorax, syndrome appendiculaire, suspicion de phlébite). Cette participation importante des urgentistes est pour moi en tant que titulaire de la chaire une grande satisfaction.

Bien sûr notre revue ne pouvait ignorer notre activité en opérations extérieures tant sur le terrain avec un article sur les tourniquets que dans les évacuations sanitaires avec un article sur l'intérêt d'un monitoring de la coagulation durant l'évacuation des blessés hémorragiques.

Réanoxyo doit perdurer, lisez-le, faites-le lire, participez activement à son contenu quelque soit votre hôpital ou votre centre médical.

Tout ce qui concerne l'urgence y est attendu. Merci

Médecin Chef des Services B. LENOIR

Titulaire de la chaire d'anesthésiste réanimation et urgences

Le service de Santé de la Garde Impériale

Jean-Vivien SCHAAL

Département d'Anesthésie et Réanimation, HIA Percy

Corps d'armée destiné à assurer la protection du gouvernement, la Garde Impériale devient sous l'Empire un véritable corps d'armée d'élite, le fer de lance de la Grande Armée. La Garde a sa part de combats, avec ses éclats de gloire, mais aussi ses pertes, ses morts, et bien sûr ses blessés. Comme tous les blessés de guerre de cette époque, eux aussi souffrent d'abandon, de manque de soins, d'une hygiène défectueuse ou d'épidémies. Pendant l'Empire, le service de santé des armées françaises est un des plus efficaces en Europe, malgré les carences qui peuvent lui être reprochées. Celui de la Garde est le modèle du service de santé militaire que Napoléon a imaginé. Pour cela, l'Empereur place à sa tête, le plus habile et le plus dynamique des chirurgiens de l'époque, Dominique Larrey.

La Garde Impériale

La Garde Impériale est issue de la Garde du directoire, puis de la Garde des Consuls ^[1,2]. La mission initiale de la garde du directoire était d'assurer la protection directe du gouvernement à l'intérieur des frontières. La Garde des Consuls est ensuite créée par Bonaparte lorsqu'il accède au pouvoir en 1800, après le coup d'état du 18 brumaire. Ceux qui se sont distingués sur le champ de bataille et dont la conduite était irréprochable ^[2]. Puis la « Garde » devient « Impériale », le 10 mai 1804, lorsque le consul à vie se pare du titre d'Empereur des Français.

Le corps d'origine de la Garde des Consuls forme sous l'Empire la mythique « Vieille Garde » ^[1,2]. Elle comportera des éléments issus de diverses armes : l'infanterie (grenadiers et chasseurs à pieds), la cavalerie (grenadiers à cheval, dragons, lanciers polonais, mamelouks, chasseurs à cheval, gendarmes d'élite), l'artillerie (à pied et à cheval), le génie (sapeurs), le train d'équipage et même des marins. Elle constitue un des éléments principaux de la « légende napoléonienne ». Elle est présente dans toutes les batailles de l'Empire. Cependant, elle ne participe pas à tous les combats. Avant 1807, elle n'est presque jamais engagée et constitue la réserve spéciale de l'Empereur, l'atout décisif en cas de victoire non assurée. Habillés de leur grand uniforme et l'arme au pied, les grognards attendent l'ordre éventuel de la charge. La plupart d'entre eux ont suivi Napoléon depuis ses toutes premières campagnes en Italie et en Egypte, et combattront jusqu'à Waterloo. Leur présence à chaque bataille de l'Empereur, leur âge plus élevé, leur caractère « immortel » impose le respect dans l'Armée, et l'effroi chez l'ennemi. Lors de la boucherie d'Eylau en 1807, la victoire est



Napoléon passe en revue la Garde Impériale à Iéna. Détail de Vernet.

incertaine : la Vieille Garde « donne » et les grognards refoulent à la baïonnette une colonne russe ^[3].

Les besoins en hommes grandissant au fil des années, Napoléon augmente de façon considérable les effectifs de la Garde. Il en diversifie les missions et l'organisation. De nombreuses unités et des éléments très différents se rajouteront tout au long de l'Empire. Les effectifs deviendront de plus en plus nombreux, environ 10 000 hommes en 1804 jusqu'à 112 000 hommes en 1814 ^[1]. Le chef direct est Napoléon lui-même. Il nomme les généraux et les officiers supérieurs. Il veille sur sa Garde pendant tout son règne, tel un véritable chef de corps. Il l'organise et la réorganise pour en faire son principal corps de bataille pendant la campagne de France en 1814 ^[1,2,4].

À côté de la prestigieuse Vieille Garde, sont identifiées la Moyenne et la Jeune Garde ^[1,2]. La division provenait des modes différents d'avancement, de solde et de retraite. La Moyenne Garde apparaît en 1806, et conservera des effectifs assez modestes : 2 régiments de grenadiers, 2 régiments de chasseurs à pieds, 1 régiment de fusiliers-grenadiers, 1 régiment de fusiliers-chasseurs, 1 régiment de lanciers polonais, des bataillons de vélites de Florence et de Turin, 1 bataillon du train d'artillerie. La Jeune Garde est formée en 1809, et dispose de moyens importants. Elle comportera jusqu'à 30 régiments formant 3 corps d'armée : régiments de voltigeurs, de tirailleurs, de flanqueurs, de pupilles et de gardes nationaux, bataillons des équipages et compagnies d'artillerie.

Initialement, la Garde n'est utilisée que ponctuellement, comme à Austerlitz, où la cavalerie de

la Garde (chasseurs, grenadiers et mamelouks) charge contre les Russes ^[5]. Elle est ensuite engagée de plus en plus régulièrement. En Espagne, les marins se distinguent à Bailen et seront tous faits prisonniers ^[5]. Les fusiliers chasseurs et les dragons combattent à Medina del Rio Seco. Les chevaux-légers polonais (lanciers) entrent dans la Garde après l'exploit de leur charge à Somosierra ^[1]. En 1809 à Essling puis à Wagram, la Garde est très exposée et joue un rôle important dans la victoire ^[3]. Pendant la campagne de Russie, elle est engagée dans toutes les batailles de la campagne de Saxe (Lutzen, Bautzen, Leipzig), et ses effectifs deviennent importants ^[7-8]. Pendant la campagne de France en 1814 (Saint-Dizier, Brienne, Montmirail, La Rothière, Montereau), elle constitue le principal corps de bataille de Napoléon ^[2-4]. La Garde est ensuite dissoute sous la



Grenadiers à cheval de la Garde Impériale se préparant à charger lors de la bataille d'Eylau. Tableau d'Edouard Détaillé.

Restauration. Pendant les Cents Jours, Napoléon la reconstitue une fois remonté sur le trône, pour achever son épopée de façon tragique à Waterloo [1-3]. Privés de deux régiments dépêchés vers la Vendée en révolte, huit des bataillons de la Jeune Garde sont alignés à Waterloo [9]. Lorsque le flanc droit français vacille, Napoléon les destine à une mission de sacrifice. Ils sont 4000 et devront tenir, en vain, face à 30 000 prussiens [9]. Puis, ce sont les grognards de la Vieille Garde qui lancent l'ultime assaut contre les anglais sur le mont Saint-Jean. Mais l'acharnement et l'héroïsme de la défense anglaise fait reculer la Garde, pour la première et la dernière fois [9]. Après le retour de Louis XVIII, la Garde est définitivement dissoute.

Afin de soutenir sa Garde, Napoléon attribue un service de santé propre, indépendant du service de santé de l'Armée [1-2]. Ce service œuvrera dans toutes les campagnes de l'Empire, jusqu'à sa fin. Comme le reste de la Garde, ce service doit être un corps d'élite, un service de santé modèle.

L'Hôpital de la Garde

Dès le début de l'Empire, Napoléon prévoit un hôpital dédié à la Garde Impériale (application du décret du 1^{er} thermidor an XII soit le 29 juillet 1804) [10]. Les différentes unités de la Garde étant casernées dans des résidences en Ile-de-France (Paris, Courbevoie, Fontainebleau, Ecole Militaire de Paris ou de Melun, Rueil, Grenelles, Vincennes, Saint-Denis...), l'hôpital de la Garde est installé à Paris, au 129-131 rue Saint-Dominique : c'est l'hôpital du « Gros-Caillou », ancien hôpital militaire des Gardes-Françaises [1]. Comme tous les autres hôpitaux de l'armée, les commissaires des guerres

Composition		1804	1810	1813	1815
Commandement		1 chirurgien en chef : Dominique Larrey			
Chirurgiens	Adjoint	-	-	1	1
	1 ^{ère} classe	1	2	4	4
	2 ^e classe	2	5	11	11
	3 ^e classe	2	13	27	26
Médecins	Tous	1 (médecin en chef)		3 (1 médecin en chef et 2 adjoints)	
Pharmaciens	Pharmacien en chef	1	1	1	1
	1 ^{ère} classe	1	1	2	1
	2 ^e classe	1	1	4	6
	3 ^e classe	2	4	10	9

Tableau 1 : Effectifs de l'hôpital de la Garde [1,10].

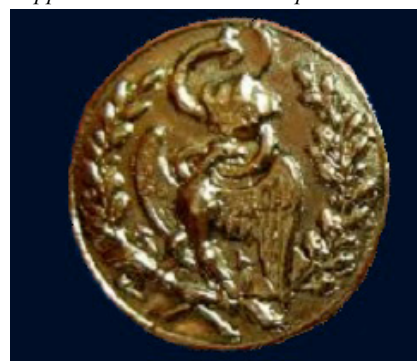


Carabiniers à la charge, bataille de la Moskova. Illustration de Lalauze.

sont responsables de l'intendance et de l'administration de l'hôpital [10]. La gestion de l'hôpital est placée sous la tutelle d'un conseil d'administration composé d'officier et sous-officiers des différents corps de la Garde. Les officiers de santé resteront pendant tout l'Empire entièrement subordonnés à l'autorité des commissaires et à celle des commissions administratives. Les personnels de santé sont en revanche dirigés sur le plan médical par un officier supérieur dans chaque corps des officiers de Santé : Dominique Jean Larrey est le chirurgien en chef, Jean-Joseph Sue, le médecin chef et Marie-Mathieu Sureau, le pharmacien en chef [1,2]. Ils sont aussi les responsables du service de santé de la Garde. Les adjoints sont nombreux et compétents. En 1813, on compte certes 3 médecins, mais aussi 4 chirurgiens de 1^{ère} classe, 11 chirurgiens de 2^e classe, une trentaine de chirurgiens de 3^e classe et une quinzaine de pharmaciens (tableau 1) [10,11].

Un corps d'infirmiers militaires issus des bataillons d'administration et des équipages du train de la Garde, complète le personnel de santé de l'hôpital. En 1810, l'hôpital du Gros-Caillou comprend 24 salles de 18 à 20 lits, accueillant

Bouton d'uniforme des officiers de santé de la Garde Impériale. Le caducée du service de santé est associé à l'aigle indiquant l'appartenance à la Garde Impériale.





Napoléon rend visite aux blessés français sur l'île Lobau, pendant la bataille d'Essling. Tableau de Meynier.

jusqu'à 450 patients. Mais devant l'ampleur des campagnes et le nombre grandissant des blessés à soigner, d'autres hôpitaux parisiens comme l'Hôtel-Dieu, Saint-Louis ou Saint-Antoine ont été utilisés temporairement. Le Gros-Cailou sera détruit en 1899, et il ne subsiste aujourd'hui que la fontaine de Mars, qui se trouvait devant son entrée.

Les soldats peuvent être admis aux Invalides, prestigieux établissement créé par Louis XIV, si l'âge, les blessures ou le handicap ne permettent plus aux militaires de poursuivre leur service. Les soldes de retraite sont par ailleurs plus élevées pour les soldats de la Garde que pour le reste de l'Armée.

Organisation Générale

Les officiers de santé de la Garde sont choisis parmi les meilleurs du Service de Santé pour leur moralité, leur dévouement et leur savoir-faire [1,10,11]. Ils sont nommés directement par l'Empereur sur la présentation des officiers généraux.

Pendant le consulat, Jean Dominique Larrey est nommé chirurgien en chef de la Garde des Consuls le 1^{er} germinal de l'an X (22 mars 1802) [12-14]. Sous l'Empire, il prend la tête du Service de Santé de la Garde Impériale en tant que chirurgien en chef. Son second, Dominique Paulet, le remplace lorsqu'il prend la tête du Service de Santé de la Grande Armée en 1812 [10]. Paulet occupera ce poste jusqu'à Waterloo.

Certains sont affectés à l'hôpital du Gros-Cailou en temps de paix. En campagne, ces personnels suivent les unités de la Garde Impériale et font fonctionner « l'ambulance » ou l'hôpital de campagne de la Garde. Des voitures sont prévues pour

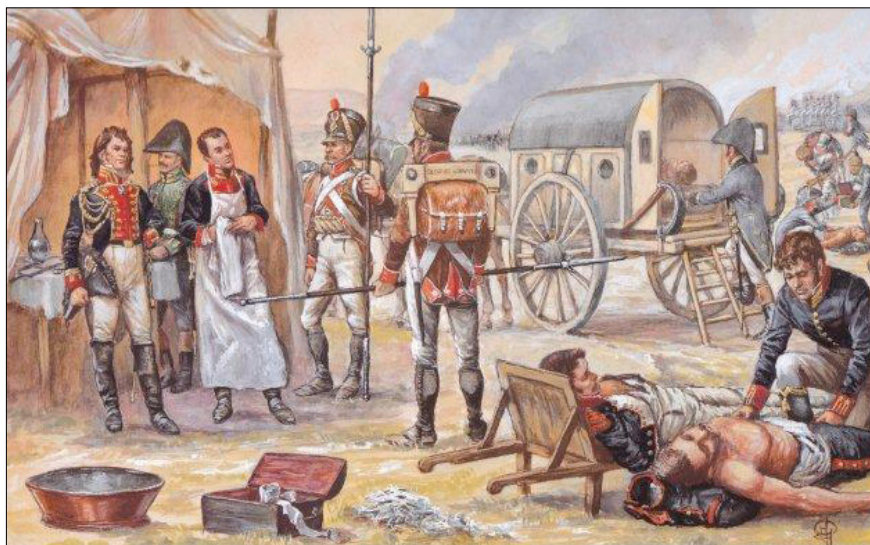


Membres du Service de Santé et du Train. Composition de Régamey.

transporter les blessés, et des fourgons pour transporter les pansements et les instruments. L'ambulance doit toujours être en état de marche et être prête à partir en campagne. Deux hôpitaux temporaires peuvent aussi être établis au gré des besoins et des étapes, afin d'assurer les soins médicaux ou postopératoires des blessés. Les effectifs sont croissants au fil du temps, parallèlement à l'évolution des effectifs de la troupe. Le tableau 1 résume l'évolution des officiers de santé affectés au service de santé de l'hôpital [1,10,11]. Au fur et à mesure des campagnes, plusieurs ambulances peuvent être déployées simultanément afin de soutenir plusieurs divisions au combat sur des sites différents. Chaque ambulance est alors placée sous la direction d'un chirurgien

de 1^{ère} classe, assisté de chirurgiens de 2^e classe, de deux pharmaciens, de responsables d'infirmerie, d'infirmiers à pied ou montés, de servants, de cochers, d'écuyers...⁽⁴⁾ Chacun à son rôle précis, mais tous sont polyvalents. Le trompette peut porter des instruments et le cocher peut panser des plaies. Cette ingénieuse et mythique « légion d'ambulance volante » est conçue et dirigée par Larrey [12-14]. Elle est divisée en trois décuries, dont chacune comporte 12 voitures légères à 2 ou 4 roues. Les voitures sont bien aménagées avec des matelas de crin, et disposent d'un système de roulettes pour protéger le blessé des secousses violentes pendant le transport. Une aération suffisante est prévue. L'ergonomie de l'habitacle est pensée pour charger plusieurs blessés sans les entasser [12]. Napoléon couvre d'éloges ces « petites voitures » et en 1813, il envisage de les répandre dans l'Armée car aucun véhicule d'évacuation digne de ce nom n'y existe [15]. Cependant, à moins d'un an de la fin du régime, ces voitures n'auront pas le temps d'être généralisées.

D'autres officiers de santé sont affectés directement dans les unités. Par exemple le chirurgien-major Lachaume est affecté au régiment de chasseurs à cheval de la Garde. Le chirurgien-major La Flize quant à lui est affecté au 2^e régiment des grenadiers de la Garde [3]. Leur rôle est d'assurer le soutien sanitaire pour chaque unité. Ils sont responsables de l'ambulance volante de l'unité [10]. Ils disposent aussi de chevaux et de fourgons légers équipés de matériel de soins, de caisses d'outils, de charpie et de brancards. Les officiers de santé des unités peuvent être utilisés dans l'ambulance principale ou dans n'importe quel poste de soins de la Garde en fonction des besoins. Par exemple, le chirurgien La Flize du 2^e régiment des grenadiers à pied opère à la Moskova dans l'ambulance de la Garde, alors que son unité n'est pas engagée [3]. Des brancardiers, ou « despotats », sont affectés au Service de Santé de la Garde. Leur création est une idée de Pierre-François Percy [10,15]. Ces hommes portent sur eux la charpie, le linge et les pansements. Ils sont armés d'une lance et de pièces de bois pour assembler, en binôme, un brancard. La lance armée d'une pique pouvait servir d'arme en cas de besoin. Aucun décret impérial n'adopte leur formation [10]. Leur utilisation aurait été très ponctuelle à l'armée d'Allemagne en 1813. Cependant, La Flize les voit évoluer au sein de la Garde, à la bataille de la Moskova [3]. Il les décrit dans ses mémoires : « Les brancardiers reçurent l'ordre de construire des civières. Ces hommes, deux par deux, enlevèrent les courroies roulées sur leurs sacs, dévissèrent le fer de leurs piques, engagèrent la hampe



Larrey et l'ambulance de la Garde Impériale.

dans un nœud coulant formé à l'aide des courroies et y fixèrent leurs ceintures de toile ; en un instant on eut une quarantaine de brancards »^[3].

Cette organisation flexible s'inscrit totalement dans l'évolution du combat moderne imposé par Napoléon, avec une quantité considérable de troupes, réalisant des mouvements de grandes envergures et subissant d'intenses combats.

Uniformes des officiers de Santé

Le règlement du 1^{er} vendémiaire de l'an XIII (23 septembre 1803), codifie la tenue des officiers de santé^[10,11]. La couleur de l'habit est bleu « barbeau », avec une doublure de même étoffe. L'habit comporte une rangée sur la poitrine de neuf boutons dorés et un collet droit. La veste est de même drap pour les médecins. Le drap est écarlate pour les chirurgiens, et vert foncé pour les pharmaciens. La culotte est bleue, comme l'habit, pour tous les officiers de santé. Les velours des parements et des collets sont colorés en fonction de leur spécialité : écarlate pour les chirurgiens, noir pour les médecins et vert foncé pour les pharmaciens. En été, l'uniforme comporte une veste bleue et une culotte blanche. L'épée est la même que celle des officiers d'infanterie, avec des cuirs noirs. Le chapeau est le bicorne bordé d'un galon, arrêté par un bouton uniforme et délimité par une cocarde nationale. Le col est blanc en temps de paix, noir en temps de guerre.

Les uniformes des officiers de santé de la Garde sont les mêmes que ceux du reste du service de santé de l'armée. Cependant, ils portent sur leurs boutons un aigle impérial au-dessus du serpent et du caducée. La manche droite est ornée d'une aiguillette en or.



Larrey et deux officiers de la Garde. Une voiture de l'ambulance est représentée en arrière-plan.

L'ambulance de la Garde en action

A Eylau, Larrey installe son ambulance dans une bâtisse ouverte au vent et à la neige^[12-14]. Avec ses chirurgiens, il opère, ampute et désarticule les pieds dans la neige pendant trente-six heures. A Essling, les chirurgiens de la Garde accueillent sous le feu les afflux de blessés sur l'île Lobau^[1]. A Wagram, l'ambulance de la Garde est presque la seule à fonctionner et prend en charge 1200 blessés dans des conditions très précaires^[13]. Le nombre de blessés est considérable et le ramassage se poursuit plusieurs jours après la fin des combats. A la bataille de la Moskova pendant la campagne de Russie, Larrey reçoit l'ordre de l'Empereur de soutenir l'artillerie de la

Garde, engagée par les russes^[16]. Napoléon indique au chirurgien en chef un bois juste derrière la ligne de combat où étaient établies les batteries de la Garde, afin d'installer l'ambulance^[3]. Deux tentes goudronnées sont dressées et attachées aux arbres et le sol est recouvert de chaume. Sous la première tente, une table d'opération est placée, entourée de quatre gros chandeliers portant de gros cierges. Les brancardiers désignés pour aller chercher les blessés sur la ligne de feu, les amènent jusqu'à l'ambulance. Les chirurgiens font ensuite le tri et commencent à opérer. Lors de cette bataille, ils opèrent sans s'arrêter pendant presque vingt-quatre heures. La deuxième tente, généralement plus vaste, doit abriter les opérés les plus graves avant leur évacuation vers les hôpitaux de l'arrière. Mais cette tente est rapidement saturée, et les blessés sont alors réduits à patienter dehors, au vent et à la pluie. L'ambulance traite indistinctement les blessés de la garde et ceux des autres unités présentes dans la zone. Selon La Flize, environ 200 blessés ont été pris en charge dont 75 artilleurs de la garde^[3].

Sureau n'a pas laissé d'ouvrages écrits, mais il était connu par ses contemporains pour l'exactitude et la rigueur de ses préparations médicamenteuses, ce qui lui a valu d'être nommé pharmacien en chef de la Garde Impériale^[2]. Lors de la retraite de Russie, il meurt de dysenterie à Königsberg à l'âge de 53 ans.

Le service de santé de la Garde doit être plus organisé et supérieur à celui des autres unités de l'armée française^[1,10]. Pour la plupart des mémorialistes, l'ambulance de la Garde est parfaitement organisée, les grades, la hiérarchie, les attributions et la discipline sont respectés. Elle est bien informée des mouvements et des positions des unités de la Garde. Les ambulances volantes des unités sont bien entretenues, et disposent théoriquement de davantage de matériel. Enfin, rappelons que les officiers de santé de ce corps d'élite sont parmi les meilleurs de l'armée. Dans les ambulances de la Garde, les blessés de la Garde sont les seuls à bénéficier d'une nourriture décente (bouillon et vin) tandis que le reste de l'armée manque généralement de tout^[3]. Cependant les difficultés d'évacuation des blessés et d'approvisionnement n'épargnent pas la Garde. A la veille de la bataille d'Austerlitz, Larrey manque de tout, et le matériel prévu par les commissaires met deux jours avant d'arriver dans les ambulances^[12]. Malgré quelques décrets réformant certains aspects matériels du service de santé, les difficultés persisteront. A Friedland en 1807, un chirurgien-major se sert d'un couteau ordinaire et d'une scie d'artisan pour opérer^[10]. Les premiers

caissons de pansements et de matériels n'arrivent qu'au soir. Généralement, la priorité des commissaires et du commandement est d'attribuer les chevaux et les voitures pour le transport de troupes, d'artillerie ou de munitions pour la ligne plutôt que de favoriser l'acheminement de pansements ou de matériel sanitaire. Ce sera une constante pendant toutes les batailles de l'Empire.

La restauration et les cent jours

Après l'abdication de Napoléon à Fontainebleau, Louis XVIII arrive au pouvoir. La Garde est dissoute, dont son service de santé et son ambulance le 1^{er} juin 1814^[10]. Larrey ne tombe pas en disgrâce, pour avoir soigné des nobles sous la révolution et pour être reconnu jusque dans les rangs ennemis comme n'ayant jamais hésité à soigner les leurs. Il devient même chirurgien en chef de la maison du Roi, et prend les rênes du Service de Santé des Armées^[12-14].

Lorsque Napoléon revient au pouvoir en 1815, il réforme et réorganise l'Armée. La Garde est reconstituée, avec son Service de Santé^[2,10]. Le chirurgien en chef n'est autre que Larrey. Les effectifs de son ambulance sont presque identique à 1814, alors que les troupes de la Garde sont bien moins nombreuses, 25 000 environ^[1]. Peu importe, l'ambulance de la Garde soutiendra aussi le reste de l'armée en campagne. Le Service de Santé reprend du service en Belgique. Les chirurgiens de l'Ambulance de la Garde opèrent à Waterloo. Larrey situe son ambulance principale dans les granges autour de la ferme du Caillou (quartier général de l'Empereur). Alors que



Les grognards de la Vieille Garde à Waterloo.

la Garde n'est pas encore engagée, il dispose plusieurs points de secours avancés au niveau de La Belle Alliance, et est fortement mis à contribution lors de l'attaque du 1^{er} corps^[9]. Comme à son habitude le chirurgien en chef est vu plutôt dans la mêlée, portant secours aux blessés^[13,14]. C'est ainsi qu'il attire l'attention de Wellington^(b) qui suit l'évolution du combat du haut du Mont Saint-Jean et l'aperçoit sous le feu des canons anglais^[9]. Larrey est fait prisonnier le soir de la Bataille. Comme de nombreux officiers français prisonniers au soir de la bataille il allait être fusillé par les prussiens, mais Blücher^(c) le reconnaît et l'épargne pour avoir soigné son fils antérieurement^[10,13].

Avec le retour de Louis XVIII, la Garde et son service de santé sont définitivement dissoutes.

Identifié comme « fidèle de Napoléon », Larrey subit la répression anti-bonapartiste pendant la restauration. Il échappe à la prison, mais sa pension est supprimée. Cependant, sa disgrâce prend fin en 1818 et sa pension est rétablie^[13-14]. ♦

a. Les chiffres sont indicatifs et initialement prévus en décret. En réalité, l'organisation était constamment adaptée en fonction des personnels disponibles.

b. Arthur Wellesley de Wellington est le général anglais connu en tant que vainqueur de Napoléon I^{er} à Waterloo.

c. Gebhard Leberecht von Blücher est le général prussien qui commande l'armée prussienne contre Napoléon I^{er} à Waterloo.

Références

- [1] Pigeard A. Dictionnaire de la Grande Armée. Paris : Tallandier, Collection Bibliothèque Napoléonienne ; 2002. p. 277-288
- [2] Tulard J. Dictionnaire de Napoléon. Paris : Fayard ; 1999. p845-47
- [3] Bourachot C. Les hommes de Napoléon. Témoignages 1805-1815. Paris : Omnibus ; 2011. p856-63.
- [4] Boudon JO, Garnier J. La campagne de France. A la reconquête de l'Europe. Napoléon Ier. 2003;18:18-29
- [5] Sokolov O. Austerlitz, 1805. Gloire et Empire. 2009;27:9-88.
- [6] Popov A, Goutina N. Les carabiniers en Russie. Tradition magazine. 2012;259:19-30
- [7] Pigeard A. La cavalerie de la Garde en 1813. Tradition magazine. 2010;251 :5-10
- [8] Pigeard A. Napoléon en Saxe, 1813. Lützen et Bautzen. Gloire et Empire. 2011;39:13-99
- [9] Bernard G, Lachaux G. Waterloo, les reliques. Paris : Histoires et collections ; 2005. p3-128
- [10] Pigeard A. Le Service de Santé de la Révolution au premier empire. Tradition magazine. 2004 ; HS 28 : 17-58
- [11] Pigeard A. Les pharmaciens militaires 1789-1815. Tradition magazine. 2010;248:11-15
- [12] Larrey D. Mémoires et Campagnes, 1786-1840 - Tome I et 2. Paris : Tallandier, Collection Bibliothèque Napoléonienne ; 2004. p1-1239
- [13] Schaal JV, Bélot F, Pasquier P, De Rudnicki S, Mérat S. Dominique-Jean Larrey ou « la providence du Soldat ». Réanoxyo. 2010;26:32-35
- [14] Marchioni J. Place à Monsieur Larrey, chirurgien de la Garde Impériale. Arles : Acte Sud ; 2003. p1-497
- [15] Lemaire JF. La médecine napoléonienne. Paris : Nouveau Monde, Collection Bibliothèque Napoléonienne ; 2003. p9-356
- [16] Parkhomenko I, Popov A, Zemtzov V. Napoléon en Russie, 1812. La bataille de la Moskova. Gloire et Empire. 2012;40:9-98

Ergonomie : Une discipline au service de l'IADE dans l'appropriation et la gestion du risque.

Céline PERALDI, Jean Pierre TOURTIER, Guillaume DE SAINT-MAURICE, Yves AUROY
Département d'anesthésie réanimation, HIA du Val de Grâce

L'IADE joue un rôle prépondérant dans la compréhension du système complexe qu'est l'anesthésie et tout particulièrement dans la gestion des risques a priori. Pour l'aider dans cet exercice, une discipline propose une analyse novatrice et pertinente des différents éléments composants le système : l'ergonomie. Celle-ci permet une lecture différente de l'environnement afin de rendre celui-ci plus robuste et éviter la survenue d'erreurs humaines.

L'ergonomie une science complexe

L'ergonomie, terme dérivé du grec Ergon (travail) et Homos (règles), signifiant science du travail, est une discipline qui s'applique à tous les aspects de l'activité humaine ^[1]. Spécialité scientifique à part entière elle vise à la compréhension fondamentale des interactions entre un ensemble d'éléments complexes dont l'application répond à certains principes ou règles. De plus, elle s'attache à optimiser le bien-être des personnes et la performance globale du système Homme/Machine/Environnement technique. Cette discipline revêt ainsi différents aspects et présente des applications en anesthésie, implicites et quotidiennes.

Nous devons aujourd'hui avoir une compréhension large de l'ergonomie et prendre en compte dans l'exercice quotidien de notre spécialité tous les facteurs physiques, cognitifs, sociaux, organisationnels et environnementaux s'y attachant. Nous sommes aujourd'hui dans une ère où l'ergonomie, tant cognitive qu'organisationnelle, trouve toute sa place dans la pratique anesthésique, et s'intègre dans l'appréciation et la gestion du risque.

Principes de l'ergonomie cognitive, organisationnelle et logicielle

Ergonomie cognitive :

L'ergonomie cognitive s'intéresse aux processus mentaux tels que la perception, la mémoire, le raisonnement et les réponses motrices, dans leurs effets sur les interactions homme-machine, la fiabilité humaine et le stress professionnel. La complexité de notre discipline explique pourquoi la plupart des études anglo-saxonnes menées sur le sujet (anesthésie et ergonomie) appartiennent à ce domaine. L'anesthésie est une discipline pour laquelle les praticiens spécialisés doivent sans discontinuer met-



Figure 1 : Exemple d'agencement à 110°, le patient étant situé en position médiane et la station d'anesthésie en position droite.

tre en place des processus mentaux difficiles, demandant des capacités de réflexion promptes et efficaces, et ce à partir d'un système complexe fondé sur la surveillance clinique du patient et l'interprétation des paramètres de monitoring.

Ergonomie organisationnelle :

L'ergonomie organisationnelle trouve son champ d'application au bloc opératoire, et tout particulièrement dans la gestion et l'optimisation des systèmes sociotechniques, incluant les structures, leurs règles et leurs processus. Dans nos établissements de santé, l'ergonomie organisationnelle s'étend plus largement encore. La démarche qualité, dans laquelle s'impliquent aujourd'hui nos établissements de soins, est tout à fait représentative de cette filière de la discipline. En effet, tout comme la qualité s'attache à décrire les processus et le parcours de soin, l'ergonomie organisationnelle utilise l'analyse des processus dans le but d'adapter

ces derniers aux capacités humaines. Elle devient en ce sens une discipline s'intégrant dans le système qualité.

Ergonomie logicielle :

Les évolutions techniques et technologiques dont se dote peu à peu l'anesthésie (tout particulièrement l'informatisation en rapport avec le patient) répondent quant à elles aux impératifs de l'ergonomie logicielle. L'ergonomie logicielle a pour objectif d'améliorer l'interaction homme-ordinateur et faire en sorte que toute application informatique livrée aux utilisateurs soit utile et utilisable. Ainsi l'outil réalisé doit aussi répondre aux besoins des utilisateurs pour lesquels il a été conçu et être en adéquation avec leur tâche complexe. Il doit par ailleurs être facile à utiliser, ce qui recouvre trois éléments primordiaux :

La performance de réalisation de la tâche.
La satisfaction que procure l'utilisation de l'objet.

La facilité d'apprentissage et l'intuitivité. De façon synthétique, l'ergonomie recherche plus globalement l'adaptation du travail à l'homme. Cela implique de considérer tous les aspects physiologiques, psychologiques, sociaux, objectifs ou subjectifs, et ce d'autant que la tâche à réaliser est complexe.

Notre discipline a depuis longtemps compris ces enjeux et s'attache depuis plus d'une vingtaine d'années à inclure ces concepts dans la gestion globale du risque anesthésique.

Applications concrètes en anesthésie

Standardiser l'environnement : agencement des matériels d'anesthésie

De nombreuses études ont été menées concernant la disposition des éléments. L'agencement optimal des différents appareils s'articule sur un axe latéral et vertical, l'agencement optimal se situant dans un grand angle latéral de 180-270° avec comme solution idéale un agencement à 110°, le patient étant situé en position médiane et la station d'anesthésie (moniteur hémodynamique et respirateur) en position droite. Ces études démontrent l'incidence de l'agencement des éléments sur la façon dont est perçue l'information et notamment l'impact majeur sur la détection des incidents et la lecture des différents événements survenant au cours de la prise en charge (figure 1).

La lecture de ces différentes études illustre le rôle primordial de l'IADE dans l'agencement des dispositifs et notamment au moment de l'ouverture du site anesthésique, avec pour nécessité de regrouper les informations visuelles dans un champ de vision étroit. Ce principe d'orientation dit en cockpit doit être équilibré et permettre de visualiser de façon distincte les différents objets, afin de réduire la complexité de prise en charge. Cette dynamique ergonomique contribue à assurer l'alternance de l'attention et de l'activité mentale, rendant ainsi l'analyse du système complexe plus aisée et le risque d'erreur ou de défaut d'observation moins important.

Intégration des signaux : la station d'anesthésie

Dans le cadre de la station d'anesthésie, l'objectif de l'ergonomie est de créer dans un groupe spécifique de travailleurs (le binôme IADE/MAR) un schéma uniforme de travail. Une étude australienne a étudié la place des signes visuels et sonores dans la perception de l'information. Elle étudie notamment l'importance allouée au signal sonore de SpO₂ et à sa variation. Les professionnels de l'anesthésie

utilisent énormément l'ouïe comme moyen de détection d'une anomalie, et l'étude montre que la réaction à une variation des graduations sonores de la SpO₂ est tout à fait pertinente et adaptée. Elle retrouve aussi que la multiplication des signaux sonores, tout particulièrement lors de l'induction anesthésique, parasite la perception. Ainsi, une désaturation du malade à l'induction sera d'autant moins perçue que les alarmes sont nombreuses : « trop d'alarmes tue l'alarme ». Tout bruit est clairement perturbateur et peut altérer la vigilance auditive.

Cette partie de l'étude montre la limite de l'adaptation industrielle des matériels. L'ingénierie des systèmes va ainsi à l'encontre d'une politique efficace de prévention de l'erreur, en utilisant des procédés inadaptés aux capacités sensorielles humaines [5]. L'étude ergonomique de cette période délicate qu'est l'induction anesthésique souligne l'importance des vérifications pré-anesthésiques et notamment le réglage des paramètres et des alarmes se rapportant à chacun d'entre eux. Contrairement à la réanimation, les alarmes de paramètres doivent être plus largement réglées pour ne pas perturber la perception auditive des signaux et masquer la détection de complications suite à la répétition d'alarmes erronées et parasites.

Par ailleurs cette étude révèle que l'attribution de couleurs aux différents paramètres de monitoring a une incidence sur l'analyse des données, et qu'il semble pertinent d'utiliser toujours la même codification pour un même département.

En résumé, les stations d'anesthésie utilisées de façon quotidienne par les professionnels ont considérablement évoluées au cours de ces dernières années. L'ergonomie a permis d'obtenir un outil particulièrement adapté. Cependant nous parvenons maintenant à un seuil, lié aux limites des capacités humaines, l'homme n'étant pas capable d'analyser de façon efficace plus de trois paramètres visuels en même temps et plus d'un signal sonore à la fois. En ce sens, il est licite de se demander s'il est souhaitable de continuer à multiplier les données monitorées, au lieu de les ordonner ergonomiquement [6].

Il convient donc à l'IADE d'agencer les différents écrans de surveillance de façon à mettre en exergue les paramètres fondamentaux de prise en charge, et ce en fonction du terrain du patient, de la chirurgie pratiquée et des impératifs de chacune de ces composantes. De plus il peut paraître intéressant de mener une réflexion sur la couleur à attribuer aux différents paramètres afin de trouver un consensus d'équipe.

L'établissement d'un tel consensus permet de traiter le risque à priori évitant ainsi la survenue d'erreurs d'interprétation des paramètres.

Standardiser l'environnement : étiquetage des seringues

La HAS a fait paraître une étude pratique concernant les événements porteurs de risque (EPR) et les erreurs d'administration d'un médicament en situation d'urgence [7]. Sur 214 injections médicamenteuses, on relève 40 erreurs de dose ou de dilution, 7 erreurs de débit, 9 erreurs dans la modalité d'administration, 147 erreurs de produits. Les principaux facteurs favorisants sont un défaut d'attention, des problèmes d'étiquetage (n = 105), de rangement, et des modifications de présentation.

La HAS confirme la nécessité d'un étiquetage stéréotype des seringues au bloc opératoire, et de l'utilisation de produits prêts à l'emploi. Dans les recommandations de la SFAR publiées en 2006, on retrouve les données suivantes [8] : Une erreur médicamenteuse survient de 1 fois sur 900 à 1 fois sur 130 anesthésies. Si on estime que 5 médicaments sont administrés en moyenne par anesthésie, la fréquence des erreurs médicamenteuses par administration serait de l'ordre de 1 fois sur 10 000 à 1 fois sur 1 000. Les erreurs médicamenteuses relevées en anesthésie concernent principalement les seringues et les ampoules (50 %). Les erreurs relatives aux seringues et ampoules relèvent dans 62 % des cas d'une confusion de spécialité, et dans 11 % des cas d'une erreur de concentration du médicament. Lors de confusion de spécialités, l'erreur survient dans 55 % des cas au moment de l'administration (erreur de seringue), et dans 45 % des cas pendant la reconstitution (erreur de spécialité, erreur d'étiquetage) [8].

L'ergonomie, cognitive et organisationnelle, nous permet de mieux comprendre l'influence de l'environnement de travail sur la survenue d'erreurs humaines dans des domaines à risques soumis au stress. La prévention des erreurs de reconstitution et d'administration passe notamment par un système uniforme d'étiquetage des seringues, avec :

- Des étiquettes autocollantes pré imprimées mentionnant la dénomination commune internationale du médicament ;
- Un emplacement libre réservé à la mention de la concentration du médicament ;
- Des codes couleurs et trames s'appuyant sur les différentes classes pharmacologiques.

Si l'on pousse plus loin l'adaptation ergonomique pour prévenir les erreurs de reconstitution, les recommandations suivantes sont nécessaires :

Des protocoles de préparation des médicaments, faciles à mettre en œuvre et si possible communs à l'équipe d'anesthésie et aux autres équipes de soins aigus de l'institution doivent être rédigées et appliquées ;

Ces protocoles doivent préciser les modalités de reconstitution du médicament, la concentration du médicament (exprimée par exemple en mg/ml, g/ml, UI/ml), le volume à préparer ainsi que celui de la seringue utilisée ;

En accord avec le pharmacien de l'établissement, ces protocoles doivent mentionner les associations médicamenteuses utilisables dans la structure et la durée de conservation des préparations

Le recours à des médicaments prêts à l'emploi réalisés par l'industrie pharmaceutique ou par la pharmacie de l'institution est à encourager.

Impact de l'ergonomie dans l'analyse du risque

L'anesthésie-réanimation est probablement la discipline médicale qui s'est intéressée le plus tôt à la notion de gestion du risque et a mené de nombreuses actions en ce sens. Les accidents d'anesthésie ont ainsi diminué de façon significative au cours des trois dernières décennies. L'erreur humaine reste en cause dans la majorité des accidents. L'analyse des erreurs doit permettre de déterminer les facteurs en cause. L'amélioration du travail en équipe, la mise en place d'ateliers de simulation sont autant de moyens à mettre en place pour améliorer la sécurité anesthésique. L'étude des risques a posteriori (réalisée grâce au relevé des événements indésirables graves, aux revues de morbi-mortalité, etc.) doit permettre une étude approfondie

des processus et la compréhension des mécanismes menant à l'erreur.

On distingue ainsi trois types d'erreurs définies selon la classification de Rasmussen et Reason, en fonction de la charge mentale que nécessite l'action :

- Les erreurs de routine sont des erreurs qui se déroulent au cours d'activités habituelles nécessitant très peu de ressources mentales, mais laissant la possibilité de se focaliser sur d'autres tâches plus complexes (exemple d'une administration erronée de produits anesthésiques) [9] ;

- Les erreurs de règles ou de raisonnement sont des situations durant lesquelles le processus mental active des règles gardées en mémoire pour conduire l'action : l'activation d'une mauvaise règle entraîne l'erreur. Mentalement, le sujet ne saisit pas la bonne règle pour faire une action, alors même qu'il dispose des bons éléments ;
- Enfin, le troisième type d'erreurs concerne les erreurs par défaut de connaissance.

La diminution de l'incidence de survenue de ces différents types d'erreurs découle de la réduction de la complexité et de l'ambiguïté sur le lieu de travail. L'ergonomie cognitive s'intéressant aux processus mentaux et aux conduites motrices pourrait être d'une grande utilité dans l'analyse des réponses inadaptées au stress, offrant ainsi une expertise particulièrement ciblée et adaptée. Cette dernière pourrait alors être appréhendée au cours des séances de simulation, par exemple. Il peut paraître souhaitable de ne plus envisager ce type de formation que dans son aspect médical.

Peut-être serait-il envisageable d'adjoindre un ergonome spécialisé afin de rendre l'apprentissage sur simulateur plus efficient. Par ailleurs, les études menées concernant les risques liés aux soins, et plus particulièrement en anesthésie et au bloc opératoire,

montrent que les enjeux anesthésiques et chirurgicaux sont aujourd'hui étroitement liés. Au cours des dernières années, le besoin d'une action commune, transversale et innovante, est devenu évident pour hisser le niveau de sécurité, la check-list de la HAS en étant l'illustration.

L'ergonomie organisationnelle semble pouvoir nous apporter aussi des éléments de réponses, notamment en termes de communication.

Pourquoi ne pas envisager une étude ergonomique concernant la non application de la check-list ?

L'intervention d'un spécialiste en ergonomie pourrait sans doute nous offrir des stratégies correctrices pertinentes et novatrices. Ainsi, la qualité des soins exigée aujourd'hui demande une étude plus poussée de l'ensemble de nos processus. Récemment, la HAS a réuni un groupe d'experts sur le double thème de la qualité de vie au travail et de la qualité des soins. L'ambition est de déclencher une réflexion collective et d'éclairer les acteurs. L'ergonomie dans son ensemble trouvera de vastes champs d'application, tant dans la gestion du risque que dans l'aménagement des conditions de travail.

Conclusion

Notre discipline a connu une progression importante au cours de ces vingt dernières années, et a su mettre en œuvre une politique d'évaluation constante des pratiques et une stratégie de réduction des risques. La culture de sécurité est ancrée dans notre quotidien. Pour encore réduire les risques, une démarche systémique est nécessaire, et doit intégrer l'expertise originale de l'ergonomie, dans ses dimensions cognitives, organisationnelles et logicielles. ♦

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CNAM, section ergonomie. <http://www.ergonomie.cnam.fr/formation/index.html>
- [2] Held J. Systems Ergonomics Research Group Center for Organizational and Occupational Sciences. Zurich : Swiss Federal Institute of Technology, Organisation of the AnesthesiaWorkplace, 2011.
- [3] Phipps D, Meakin GH, Beatty PCW, Nsoedo C, Parker D. Human factors in anaesthetic practice : insights from a task analysis. *Br J Anaesth* 2008 ; 100 : 333-43.
- [4] Sanderson PM, Watson MO, Russell WJ. Advanced patient monitoring displays : tools for continuous informing. *Anesth Analg* 2005 ; 101 (1) : 161-8.
- [5] Weinger MB, Slagle J. Human factors research in anesthesia patient safety techniques to elucidate factors affecting clinical task performance and decision making. *J Am Med Inform Assoc* 2002 ; 9 (6 Suppl 1) : s58-s63.
- [6] Wartier DC. Fatigue in anesthesia : implications and strategie for patient and provider safety. *Anesthesiology* 2002 ; 97 (5) : 1281-94.
- [7] HAS. http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_6737/achage?text=qualite+des+soins&catName
- [8] Aulagner G, Dewachter P, Diemunsch P, Garnerin P, Latourte M, Levrat Q et al. Prévention des erreurs médicamenteuses en anesthésie. Recommandations de la SFAR. Paris : SFAR, novembre 2006.
- [9] De Saint Maurice G, Giraud N, Ausset S, Auroy Y, Lenoir B, Amalberti R. Comprendre la notion de détrompage. *Ann Fr Anesth Reanim* 2011 ; 30 : 51-6.

Doppler transcranien : applications en réanimation

Alexandre SALVADORI¹, Clément DUBOST¹, Elisabeth FALZONE¹, Audrey JARRASIER¹, Julie RENNER¹, Pierre PASQUIER¹, Stéphane DE RUDNICKI², Stéphane MERAT¹

¹ Service d'anesthésie réanimation, HIA Bégin. ² Service d'anesthésie réanimation, HIA du Val de Grâce

Les techniques échographiques sont de plus en plus utilisées dans les services d'urgences et de réanimation du fait de la miniaturisation des appareils et de la plus grande formation des médecins. Le doppler transcranien (DTC) qui a été décrit pour la première fois par Aaslid et al. en 1982(1) permet l'étude des flux sanguins cérébraux de manière non invasive et au lit du malade dans plusieurs circonstances pathologiques comme le traumatisé crânien grave (TCG), le polytraumatisé, l'hémorragie sous arachnoïdienne. Il constitue un examen d'orientation puis de suivi du patient très utile tant pour le médecin urgentiste que pour le réanimateur. De plus, sur certains théâtres d'opérations extérieur, il représente le seul moyen d'évaluation et de surveillance des paramètres hémodynamiques cérébraux.

Physiologie

Le DTC utilise le principe physique décrit par Christian Andreas Doppler, physicien et mathématicien autrichien du XIX^{ème} siècle, exposant que la fréquence d'un processus ondulatoire est perçue différemment par un observateur selon qu'il existe ou non un déplacement relatif entre lui et le phénomène. Cela peut être illustré par l'exemple de la sirène des services de secours : plus le véhicule s'approche plus le son est aiguë, plus il s'éloigne et plus il est grave.

La sonde de DTC émet une fréquence connue F_0 qui se propage dans le tissu cérébral à une vitesse c en direction du flux sanguin étudié. Le faisceau d'ultrasons se réfléchit sur les globules rouges circulants en émettant un écho de fréquence F_e différent de la fréquence F_0 . La différence entre la fréquence des ultrasons émis et reçue (F_d) permet de calculer la vitesse des globules rouges grâce à la formule suivante :

$$V = c F_d / 2F_0$$

Plusieurs facteurs interviennent dans la mesure de la vitesse par doppler dont les deux principaux sont : la fréquence d'ultrasons émise et l'angle formé par le rayon incident et le vaisseau étudié. Cet angle θ est appelé angle d'insonation. La vitesse mesurée varie selon la formule $V = Vr \cos\theta$. Pour des angles compris entre 0 et 30°, le facteur de correction variera entre 1 et 0,86 ce qui conduit à un risque de sous estimation de 15% de la vitesse mesurée.

En pratique

Chez l'adulte il existe 3 fenêtres échographiques : transtemporale, transorbitale et transforaminale. La voie transtemporale étudie les artères cérébrales antérieures (ACA), moyenne (ACM) et postérieure

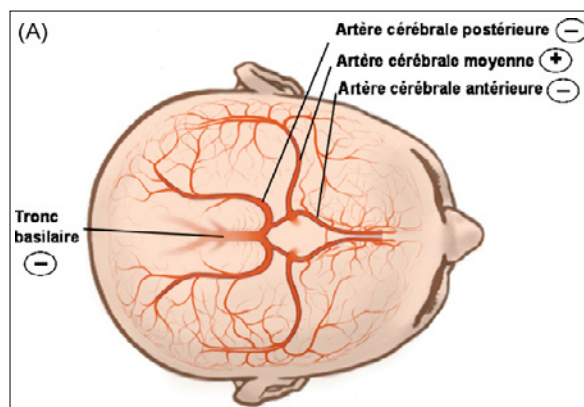


Figure 1 : Anatomie des artères intracérébrale étudiée par Doppler transcranien.

(ACP). La voie transorbitale permet l'étude des 3 segments intra-caverneux de l'artère carotide interne, la voie transforaminale étudiant les artères vertébrale et basilaire.

Le flux sanguin dans l'ACM ou artère sylvienne représente 50 à 60 % du débit sanguin cérébral homolatéral. La fenêtre temporale représentée par l'écaille temporale est une zone permettant facilement le passage des ultrasons et de ce fait l'ACM est la plus étudiée dans la littérature.

La réalisation d'un DTC nécessite une sonde à basse fréquence de 2 MHz identique à celle utilisé pour l'échocardiographie cardiaque. La fenêtre temporale se situe sur une ligne passant au-dessus de l'arcade zygomatique avec en arrière le tragus, en avant le canthus externe. La sonde est orientée vers la base du crâne, en visant la face postérieure de l'orbite controlatérale. Après avoir sélectionné le mode DTC et réglé la profondeur entre 4 et 6 cm, le repérage de l'artère se fait en mode 2D couleur. Ce mode permet parfois d'avoir une vision quasi-complète du polygone de Willis. L'image obtenue doit être ajustée afin de placer le curseur du doppler pulsé avec

l'angle le plus faible possible par rapport à l'ACM pour limiter le risque de mesure erronée. Le spectre obtenu en mode doppler pulsé doit être entouré afin de réaliser les calculs.

Les critères de qualité du DTC sont la visualisation du pédoncule cérébral, de l'aile du sphénoïde.

Mesures

Le DTC permet de mesurer la vitesse systolique V_s , la vitesse diastolique V_d et

de calculer, l'index de résistance, l'index de pulsatilité et la vitesse moyenne V_m . L'index de pulsatilité est le reflet des résistances des vaisseaux cérébraux distaux est calculé par la formule :

$$IP = (V_s - V_d) / V_m \text{ (valeur normales : } IP = 1,0 \pm 0,2 \text{ et } V_d \geq 20 \text{ cm/s)}$$

L'IP est une valeur indépendante de l'angle d'insonation. Des valeurs faibles de vitesses avec un IP normal signifient simplement un angle d'insonation ouvert et n'ont pas à être considérées comme pathologiques. L'examen sera alors recommencé. Dans le cerveau, les résistances distales sont basses, la majeure partie du flux sanguin se produisant en diastole. Une augmentation des résistances cérébrales se traduira en premier lieu par une diminution des vitesses diastoliques puis par une augmentation de l'index de pulsatilité (IP). Il faut donc comprendre qu'après l'IP, c'est la vitesse diastolique (V_d) qui est la valeur essentielle pour caractériser le flux obtenu.

Les résultats peuvent être affichés sous la forme d'un graphique. En abscisse, le temps en secondes, en ordonnée la vitesse V en cm/s.

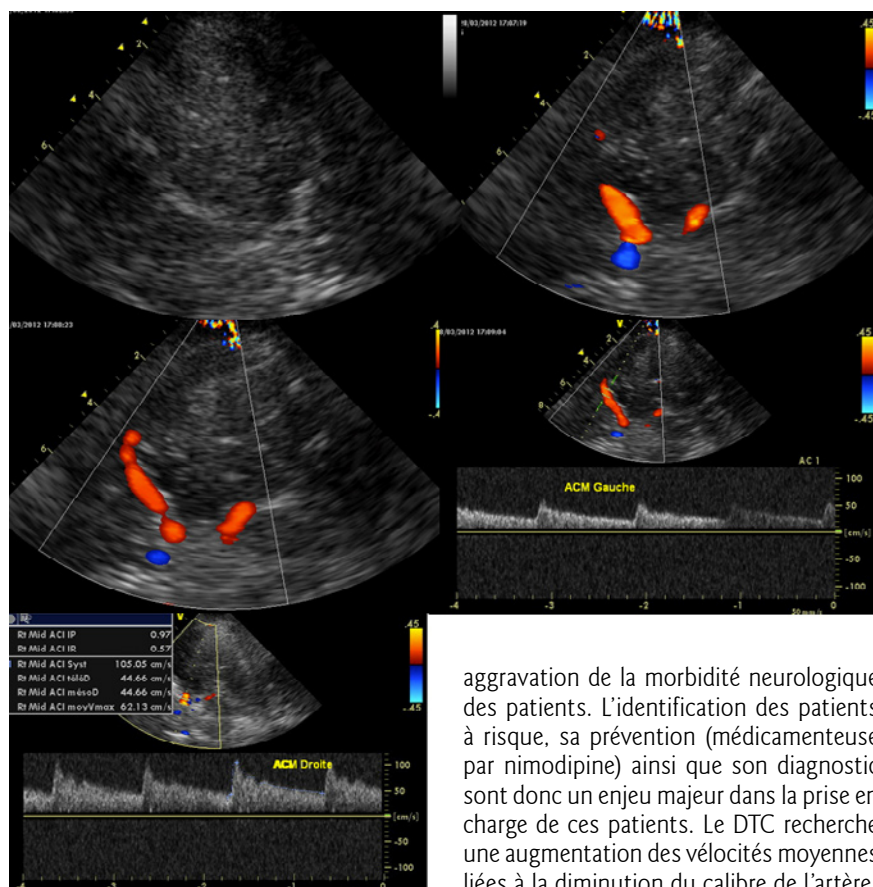


Figure 2 : Modalités d'obtention du flux Doppler dans l'artère cérébrale moyenne.

Les facteurs physiologiques de variations des vitesses sanguines sont la pression artérielle, la PaCO₂, le taux d'hématocrite, la température. Les facteurs démographiques sont l'âge, le sexe, la grossesse, l'état de conscience. Les femmes ont en moyenne des vitesses supérieures de 10 à 15 %⁽²⁾. Pendant la grossesse les vitesses sont maintenues durant les 2 premiers trimestres avec une diminution pendant le troisième trimestre⁽³⁾. Les vitesses diminuent avec l'âge⁽⁴⁾.

Les vitesses moyennes ont été décrites par Aaslid et al. sont données dans le tableau 1.

Hémorragie sous arachnoïdienne

Le vasospasme est une complication majeure de l'HSA et sa conséquence, l'accident ischémique d'aval (delayed cerebral ischaemia, DCI), est responsable d'une

aggravation de la morbidité neurologique des patients. L'identification des patients à risque, sa prévention (médicamenteuse par nimodipine) ainsi que son diagnostic sont donc un enjeu majeur dans la prise en charge de ces patients. Le DTC recherche une augmentation des vitesses moyennes liées à la diminution du calibre de l'artère. Frontera et al.⁽⁵⁾ ont récemment montré que le vasospasme recherché par DTC survenait chez 45 % des patients présentant une HSA. Aaslid et al.⁽⁶⁾ ont défini des Vm supérieure à 120 cm/s comme un vasospasme modéré et supérieur à 200 cm/s comme un vasospasme sévère. En 2001, Lysakowski et al.⁽⁷⁾ a réalisé une revue systématique de 26 études comparant le DTC à l'angiographie cérébrale pour la recherche d'un vasospasme. Pour l'ACM, avec un seuil de Vm à 120 cm/s, la spécificité est de 99%, le sensibilité de 67 %, la valeur prédictive positive de 97% et la valeur prédictive négative de 78 %. Cependant, Frontera et al. ont également montré que parmi les patients présentant un vasospasme au DTC, seulement 34% avaient un DCI et conclu que seul la présence d'un DCI est significatif de la présence d'un vasospasme artériel⁽⁸⁾. L'angiographie cérébrale reste le gold standard⁽⁶⁾ pour le diagnostic de vasospasme et permet la réalisation d'un traitement endovasculaire. Le scanner cérébral de perfusion est une alternative en étudiant le temps de transit moyen et le

débit sanguin cérébral. Ces deux examens posent le problème de leur accessibilité, la nécessité de transport du patient ainsi qu'une exposition aux radiations ionisantes et à la toxicité rénale des produits de contrastes iodés. Il faut cependant rappeler que la suspicion clinique ou au DTC d'un vasospasme est une urgence et nécessite la réalisation d'une imagerie afin de confirmer le diagnostic, d'éliminer les diagnostics différentiels et d'initier le traitement curatif du vasospasme. Malgré de nombreuses discussions sur les seuils de Vm et la capacité du DTC à détecter un vasospasme, les dernières recommandations sur la prise en charge de l'HSA donne au DTC une recommandation forte pour la recherche quotidienne du vasospasme avec un seuil de Vm à 200 cm/s⁽⁹⁾.

DTC et traumatisé crânien grave

L'évaluation initiale de la pression intracrânienne chez tout patient TCG doit être clinique et repose sur un examen neurologique complet et notamment des pupilles à la recherche d'une mydriase uni ou bilatérale.

Dans la suite de la prise en charge l'évaluation de la pression intracrânienne est indispensable. Le gold standard est la mesure invasive par une dérivation ventriculaire externe (DVE), le cathéter intraparenchymateux est une alternative.

Cette mesure n'est pas toujours possible en urgence car elle nécessite la présence d'un neurochirurgien pour la pose de DVE, le matériel n'est pas toujours disponible et le délai de mise en place peut être long.

Le DTC est utilisé dans cette indication pour l'évaluation non invasive de la pression de perfusion cérébrale. Plusieurs études ont montré une bonne corrélation entre IP et PPC⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾. Une augmentation de la pression intra crânienne, donc une diminution de la pression de perfusion cérébral PPC se manifestera par des IP > 1,2 et des Vd < 20cm/s. De tels résultats imposent des mesures immédiates de lutte contre l'HTIC (par exemple osmothérapie par Mannitol 20 %), une imagerie cérébrale en urgence afin de rechercher une étiologie et une éventuelle indication neurochirurgicale.

L'utilisation du DTC dès l'admission du patient au déchoquage permet une évaluation rapide et non invasive de la perfusion cérébrale. Ract et al.⁽¹⁵⁾ ont réalisé des DTC à l'admission chez 24 TCG. Le délai de réalisation du DTC était de 18 min +/-11 alors que celui de la pose de PIC était de 242 min +/- 112 min. Les patients ayant un DTC anormal ont soit bénéficié de l'intro-

Artères	Voie	Profondeur (cm)	Vitesse Vm (cm/s)
Artère cérébrale moyenne	Temporale	35-60	62+/- 12
Artère cérébrale antérieure	Temporale	60-75	52+/-12
Artère cérébrale postérieure	Temporale	70-90	44+/-11
Tronc basilaire	Temporale	70-90	40+/-8
Siphon Carotidien	Orbitaire	50-75	42+/-10

Tableau 1 Caractéristiques échographiques des artères cérébrales étudiées au DTC.

duction de noradrénaline, d'osmothérapie par Mannitol ou d'une prise en charge neurochirurgicale ce qui a permis la normalisation des profils doppler. Le pronostic neurologique était significativement moins bon avec des scores Glasgow Outcome Scale (GOS) plus élevé à 3 mois pour les patients ayant un DTC anormal à l'admission. Une autre étude réalisée par Jaffres et al ⁽¹⁶⁾ sur 78 patients traumatisés crâniens modérés retrouve comme facteur prédictif de la détérioration neurologique secondaire une augmentation initiale de l'IP.

Tazaroute et al ⁽¹⁷⁾ ont étudié l'utilisation du DTC en pré hospitalier chez des patients traumatisés crâniens grave. Cette étude retrouve également une augmentation statistiquement significative de la mortalité à 48H pour les patients avec un DTC anormal à l'admission.

DTC et autorégulation cérébrale

L'autorégulation cérébrale est la capacité intrinsèque du cerveau de maintenir stable le DSC malgré les variations de la PPC. Pour des PPC entre 50 et 150 mmHg, le DSC est maintenu constant grâce à la variation de diamètre des artérols cérébrales. En dessous et au-dessus de ces valeurs le DSC va varier linéairement avec la PPC avec un risque d'ischémie cérébrale et d'HTIC respectivement. D'autres facteurs modifient la vasoréactivité cérébrale dont le plus important est la PaCO₂. Une hyperventilation va provoquer une vasoconstriction avec diminution du DSC (une diminution de 1 mmHg fait chuter de 4 % le DSC) alors que l'hypercapnie va entraîner une vasodilatation avec augmentation du DSC. L'évaluation de l'autorégulation cérébrale

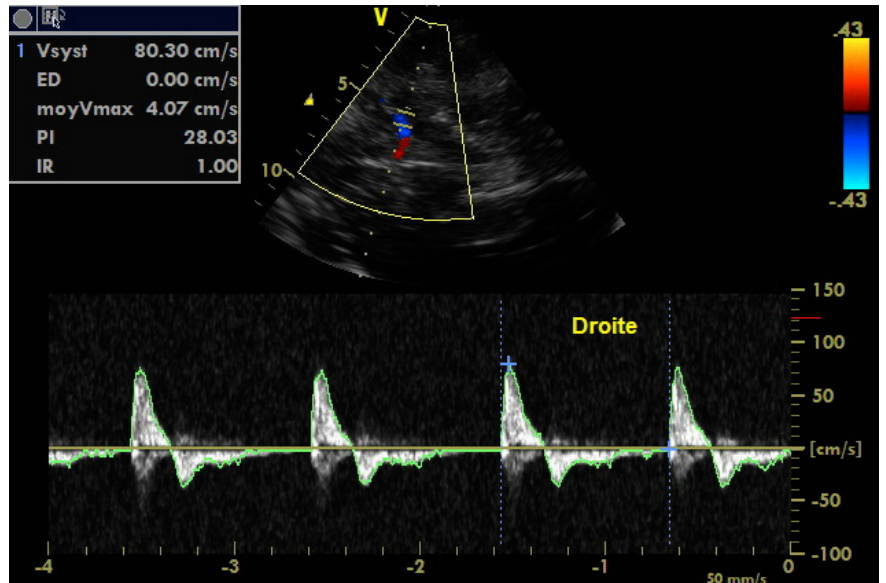


Figure 4. Aspect Doppler de back flow en diastole en faveur d'un arrêt circulatoire.

est un enjeu important dans la prise en charge des patients puisque son altération aggrave le pronostic des patients ⁽¹⁸⁾. Plusieurs moyens sont disponibles pour l'évaluer.

Le DTC permet une étude de l'autorégulation par le Mx (mean flow velocity index) qui est le coefficient de corrélation entre la vitesse mesurée dans l'ACM et la PPC. Une relation directe entre ces deux paramètres (le coefficient est positif) indique une altération de l'autorégulation ⁽¹⁹⁾. Ce paramètre est aujourd'hui peu utilisé en pratique courante et reste l'apanage de la recherche spécialisée en neuroréanimation.

DTC et mort encéphalique

En France, le diagnostic de mort encéphalique ne peut être légalement établi que par

3 examens que sont l'EEG, l'angiographie cérébrale ou l'angioscanner ⁽¹⁸⁾. Dans cette indication le DTC peut être un examen d'orientation vers ce diagnostic par la recherche de flux rétrograde en diastole (flux sanguin s'éloignant de la sonde donc se dirigeant du cerveau vers le cœur, « back flow » en anglais).

Limites

Le DTC ne permet qu'une évaluation ponctuelle et non un monitoring continu (contrairement au cathéter de pression intracrânienne), l'interprétation des résultats doit tenir de variabilités journalières ⁽²⁰⁾ et doit être répété quotidiennement. Certains patients ne présentent pas de fenêtre acoustique temporale ce qui rend l'étude de l'ACM impossible. Enfin, comme pour tout examen d'imagerie, les résultats sont influencés par l'expérience de l'opérateur et le DTC nécessite un apprentissage qui est cependant rapide comparé aux autres techniques échographiques.

Conclusion

Le DTC est un moyen simple, fiable facilement disponible avec une courbe d'apprentissage rapide permettant l'évaluation des flux sanguins cérébraux dans plusieurs indications comme le polytraumatisé, le TCG, l'HSA, la mort encéphalique. Pour le médecin militaire, il sera utile dans le cadre d'un rôle 3 au déchoquage pour l'évaluation initiale du blessé en s'intégrant dans la FAST échographique, mais aussi pour la suite de la prise en charge thérapeutique. ♦

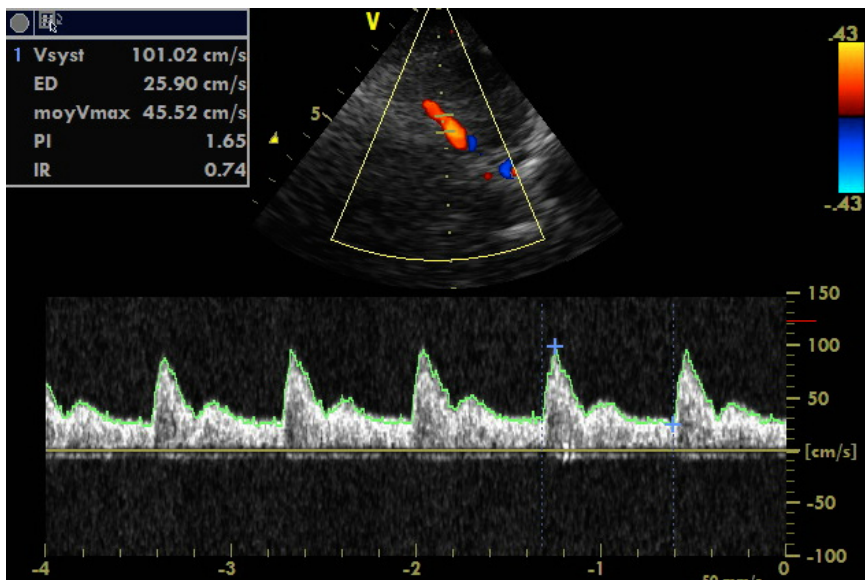


Figure 3. Aspect Doppler d'HTIC avec un IP supérieur à 1,2

Bibliographie

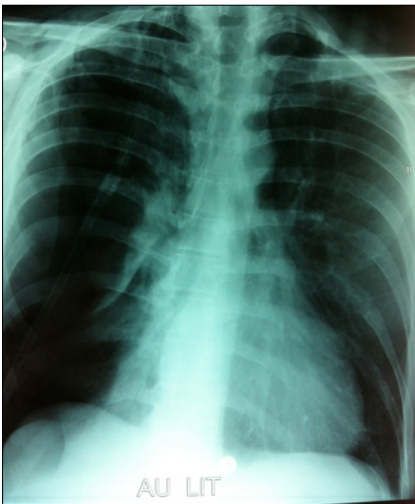
1. Aaslid R, Markwalder TM, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J. Neurosurg.* 1982 déc;57(6):769-74.
2. Marinoni M, Ginanneschi A, Inzitari D, Mugnai S, Amaducci L. Sex-related differences in human cerebral hemodynamics. *Acta Neurol. Scand.* 1998 mai;97(5):324-7.
3. Sherman RW, Bowie RA, Henfrey MME, Mahajan RP, Bogod D. Cerebral haemodynamics in pregnancy and pre-eclampsia as assessed by transcranial Doppler ultrasonography. *Br J Anaesth.* 2002 nov;89(5):687-92.
4. Carey BJ, Panerai RB, Potter JF. Effect of aging on dynamic cerebral autoregulation during head-up tilt. *Stroke.* 2003 août;34(8):1871-5.
5. Frontera JA, Fernandez A, Schmidt JM, Claassen J, Wartenberg KE, Badjatia N, et al. Defining vasospasm after subarachnoid hemorrhage: what is the most clinically relevant definition? *Stroke.* 2009 juin;40(6):1963-8.
6. Aaslid R, Huber P, Nornes H. A transcranial Doppler method in the evaluation of cerebrovascular spasm. *Neuroradiology.* 1986;28(1):11-6.
7. Lysakowski C, Walder B, Costanza MC, Tramèr MR. Transcranial Doppler versus angiography in patients with vasospasm due to a ruptured cerebral aneurysm: A systematic review. *Stroke.* 2001 oct;32(10):2292-8.
8. Vergouwen MDI, Vermeulen M, van Gijn J, Rinkel GJE, Wijdicks EF, Muizelaar JP, et al. Definition of delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage as an outcome event in clinical trials and observational studies: proposal of a multidisciplinary research group. *Stroke.* 2010 oct;41(10):2391-5.
9. Diringner MN, Bleck TP, Claude Hemphill J 3rd, Menon D, Shutter L, Vespa P, et al. Critical care management of patients following aneurysmal subarachnoid hemorrhage: recommendations from the Neurocritical Care Society's Multidisciplinary Consensus Conference. *Neurocrit Care.* 2011 sept;15(2):211-40.
10. Behrens A, Lenfeldt N, Ambarki K, Malm J, Eklund A, Koskinen L-O. Transcranial Doppler pulsatility index: not an accurate method to assess intracranial pressure. *Neurosurgery.* 2010 juin;66(6):1050-7.
11. Brandi G, Béchir M, Sailer S, Haberthür C, Stocker R, Stover JF. Transcranial color-coded duplex sonography allows to assess cerebral perfusion pressure noninvasively following severe traumatic brain injury. *Acta Neurochir (Wien).* 2010 juin;152(6):965-72.
12. Schmidt B, Weinhold M, Czosnyka M, May SA, Steinmeier R, Klingelhöfer J. Accuracy of non-invasive ICP assessment can be increased by an initial individual calibration. *Acta Neurochir. Suppl.* 2008;102:49-52.
13. Schmidt B, Czosnyka M, Raabe A, Yahya H, Schwarze JJ, Sackeler D, et al. Adaptive noninvasive assessment of intracranial pressure and cerebral autoregulation. *Stroke.* 2003 janv;34(1):84-9.
14. Steiner LA, Andrews PJ. Monitoring the injured brain: ICP and CBF. *Br J Anaesth.* 2006 juill;97(1):26-38.
15. Ract C, Le Moigno S, Bruder N, Vigué B. Transcranial Doppler ultrasound goal-directed therapy for the early management of severe traumatic brain injury. *Intensive Care Med.* 2007 avr;33(4):645-51.
16. Jaffres P, Brun J, Decléty P, Bosson J-L, Fauvage B, Schleiermacher A, et al. Transcranial Doppler to detect on admission patients at risk for neurological deterioration following mild and moderate brain trauma. *Intensive Care Med.* 2005 juin;31(6):785-90.
17. Tazarourte K, Atchabahian A, Tourtier J-P, David J-S, Ract C, Savary D, et al. Pre-hospital transcranial Doppler in severe traumatic brain injury: a pilot study. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011 avr;55(4):422-8.
18. Puppo C, López L, Caragna E, Biestro A. One-minute dynamic cerebral autoregulation in severe head injury patients and its comparison with static autoregulation. A transcranial Doppler study. *Neurocrit Care.* 2008;8(3):344-52.
19. Sorrentino E, Budohoski KP, Kasprovicz M, Smielewski P, Matta B, Pickard JD, et al. Critical thresholds for transcranial Doppler indices of cerebral autoregulation in traumatic brain injury. *Neurocrit Care.* 2011 avr;14(2):188-93.
20. Venkatesh B, Shen Q, Lipman J. Continuous measurement of cerebral blood flow velocity using transcranial Doppler reveals significant moment-to-moment variability of data in healthy volunteers and in patients with subarachnoid hemorrhage. *Crit. Care Med.* 2002 mars;30(3):563-9.

Pneumothorax : discussion de la stratégie diagnostique et thérapeutique à propos d'un cas.

Claire LECERF, Olivier CATREVEAUX, Joelle PONASSE, Coralie ELHADJI TOUMANE, Nicolas CARBONNEL, Pierre LEROY, Guillaume MARTIN, Stéphane SABOUREAU, Eric VIANT, Jérôme LEYRAL.

Service d'Accueil des Urgences. Hôpital d'Instruction des Armées Bégin, Saint Mandé.

Le pneumothorax est un motif régulier de consultation aux urgences. Sa prise en charge diagnostique et thérapeutique est une urgence, certains patients pouvant décéder rapidement d'une asphyxie ou d'un état de choc. Pourtant, le pneumothorax est une de ces pathologies dont la prise en charge n'est pas univoque et semble varier d'un centre à un autre et au sein d'un même centre d'un médecin à un autre. Il nous a donc semblé utile, à partir d'une observation clinique, de discuter à partir de la littérature la prise en charge diagnostique et thérapeutique de cette urgence.



Observation

Un homme de 25 ans, consulte aux urgences pour l'apparition brutale d'une douleur latéro-thoracique gauche, intense, en coup de poignard, nettement majorée par l'inspiration. Ce jeune homme est fumeur (10c/jour) et ne déclare ni antécédent, ni traitement.

À l'entrée aux urgences, la pression artérielle est mesurée à 150/98, la fréquence cardiaque à 105 battements/minute, la fréquence ventilatoire est à 18 cycles/min, la saturation artérielle en oxygène à l'air ambiant à 100 %. L'examen physique est sans anomalie, et notamment l'auscultation pulmonaire qui retrouve un murmure vésiculaire symétrique, sans bruits anormaux surajoutés et sans tympanisme à la percussion. L'échographie pleurale montre une abolition du glissement pleural en regard des 4 premiers espaces intercostaux sur la paroi antérieure gauche du thorax. La radiographie thoracique confirme la présence d'un pneumothorax apical du

poumon gauche, avec un décollement mesuré à 3 cm au niveau de l'apex. Le patient bénéficie d'une mise en condition (monitorage continu en salle de déchochage), d'une pose de voie veineuse, d'une antalgie multi-modale (paracétamol 1 gramme, tramadol 100 mg). L'évacuation de l'épanchement gazeux par aspiration simple à l'aiguille est décidée. Le trocart utilisé est un trocart à pneumopéritoine (Vectec®) : il s'agit d'un trocart à bout mousse et rétractable, initialement utilisé pour l'aspiration des pneumo-péritoines. Le trocart est relié à un robinet « 3 voies », lui-même relié à une seringue de 60cc (Figure 1). Par aspiration, seringue après

où il est encore surveillé pendant 48 heures avant de pouvoir rentrer chez lui. Un scanner réalisé 1 mois plus tard confirmera l'efficacité du traitement entrepris.

Discussion

Le pneumothorax se définit comme un épanchement d'air dans la cavité pleurale. L'incidence des pneumothorax spontané idiopathique est estimée en Grande Bretagne à 26/100 000 par an pour les hommes et 9/100 000 par an pour les femmes et le pneumothorax traumatique complique environ un tiers des traumatismes du thorax^[1,2]. C'est donc un problème auquel tout médecin urgentiste est confronté fréquemment. On distingue classiquement les pneumothorax spontanés, où de l'air s'introduit entre les deux feuillets pleuraux par rupture d'une bulle sous-pleurale, des pneumothorax traumatiques pour lesquels une plaie pleurale directe ou une fracture de côte avec embrochement de la plèvre est à l'origine du décollement pleural. Le pneumothorax spontané est favorisé par le sexe masculin (ratio 3/1), l'âge inférieur à 40 ans, un morphotype longiligne et le tabagisme. Il peut être récidivant, posant le problème de l'intervention chirurgicale pour effectuer une symphyse pleurale par avidement pleural, par thoracotomie ou vidéo chirurgie afin de pratiquer l'exérèse des brides et des dystrophies bulleuses. Les risques de récurrence à 1 an (après drainage) sont de 30 %.

Que l'origine soit spontanée ou traumatique, la prise en charge aux urgences débute par la recherche de signes de gravité : outre le terrain du patient (pathologie cardiovasculaire ou respiratoire pré-existante), l'examen recherche la présence de signes de mauvaise tolérance hémodynamique (fréquence respiratoire > 30 / min, fréquence



Figure 1 : Trocart à pneumo-péritoine Vectec®.

seringue, 1200 ml d'air sont évacués de la cavité pleurale avant qu'une résistance à l'aspiration et une absence de remplissage de la seringue permettent de conclure le geste par un retrait en expiration forcée du trocart. Un pansement est posé sur la zone de ponction et le patient bénéficie d'une radiographie thoracique qui montre la persistance d'un petit décollement pleural apical mesuré à 5mm. Le patient est transféré en service de chirurgie viscérale

cardiaque > 120 / min (ou bradycardie extrême), signes de choc), et respiratoire (tachypnée > 30c/min, sueurs, cyanose, tirage, saturation artérielle en oxygène < 90 %, hypoxie et hypercapnie à la gazométrie artérielle). La présence de signes de cœur pulmonaire aigu (turgescence jugulaire, reflux-hépatho-jugulaire, hépatalgie), est significative d'un pneumothorax grave comprimant les cavités cardiaques droites. La présence d'un signe de gravité justifie l'exsufflation immédiate du pneumothorax à l'aiguille (cathéter 14 à 18 gauges). En l'absence de signe de gravité, le diagnostic clinique doit être rapidement confirmé par une imagerie. La réalisation d'une radiographie pulmonaire de face est toujours recommandée. Le pneumothorax apparaît sous la forme d'une hyperclarté sans trame pulmonaire, limitée par une ligne bordante pleurale. La radiographie permet d'évaluer l'importance du pneumothorax : la mesure du décollement pleural permet d'estimer le volume de l'épanchement gazeux (le pneumothorax est dit de faible volume lorsque le décollement est inférieur à 3 cm, il est dit complet lorsque le poumon est décollé de l'apex jusqu'au cul de sac pleural). Parallèlement, le refoulement des structures médiastinales vers le côté opposé du pneumothorax signe le caractère compressif de celui-ci. Le scanner thoracique n'est pas systématique. Il peut être indiqué s'il existe un doute diagnostique ou si l'on recherche, devant une clinique très évocatrice, un pneumothorax minime et non visible à la radiographie. Le scanner permet alors d'éliminer un éventuel diagnostic différentiel et le cas échéant de faire le diagnostic étiologique.

L'échographie pleuro-pulmonaire devrait être systématique aux urgences devant toute suspicion de pneumothorax. En effet c'est un examen rapide, non invasif, dont les performances dans cette situation sont excellentes. Le signe recherché est l'abolition du glissement pleural, il peut être recherché en mode bi-dimensionnel ou en mode TM (Figures 2 et 3). Ce glissement, qui correspond aux mouvements des deux feuillets pleuraux lors des mouvements respiratoires, n'est par définition visible que lorsque le poumon est accolé à la plèvre. Dans le cas contraire le glissement est aboli. En pratique, la visualisation du glissement pleural à tous les espaces intercostaux antérieurs permet d'éliminer un pneumothorax antérieur (de loin le plus fréquent des pneumothorax) avec une certitude diagnostique de 100 %^[3]. L'abolition du glissement pleural n'est en revanche pas spécifique d'un pneumothorax puisque d'autres pathologies pleurales peuvent être responsables de ce signe (symphyse pleurale, hypoventilation sévère...). Le seul

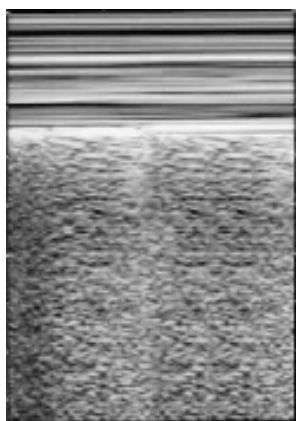


Figure 2 : Echographie en mode TM de la paroi antérieure du thorax. Aspect du poumon normal : le signe du « bord de mer ».

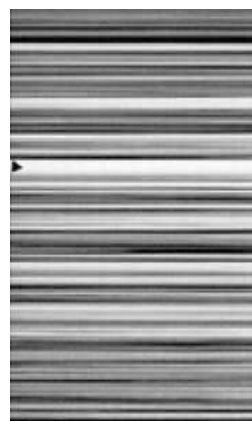


Figure 3 : Echographie en mode TM de la paroi antérieure du thorax. Aspect typique de pneumothorax : le signe du « code barre ».

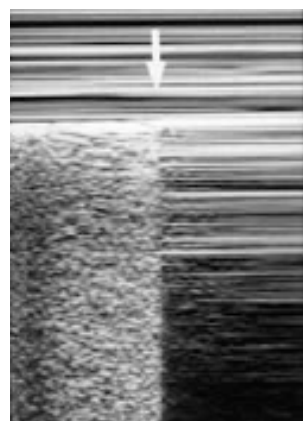


Figure 4 : Echographie en mode M de la paroi antérieure du thorax. Aspect pathognomonique du pneumothorax : « le point poumon ».

signe pathognomonique d'un pneumothorax est le « point poumon »^[3]. Il s'agit de la visualisation dynamique de la zone où la plèvre se décolle, avec d'un côté de l'image un glissement pleural et de l'autre une abolition de celui-ci (Figure 4). Le point poumon se déplace naturellement avec la respiration. Il n'est cependant visualisable que dans 50 % des cas environ.

Le traitement du pneumothorax est l'évacuation de l'épanchement gazeux pour permettre l'apposition pleurale.

Dans le cas des pneumothorax traumatiques, une lésion pleurale (le plus souvent par une plaie pénétrante ou un embrochage costal) ou une rupture bronchique sont les causes les plus fréquentes de l'épanchement pleural^[4]. Que le traumatisme thoracique soit ouvert ou fermé, cette situation est toujours dangereuse, car elle expose le patient à la fois à un risque d'asphyxie et à un risque de choc obstructif. En effet, l'existence d'une brèche pleurale ou pulmonaire fonctionne comme une valve uni-directionnelle : à chaque inspiration de l'air entre dans la cavité pleurale, mais ne ressort pas lors de l'expiration, entraînant une majoration continue et plus ou moins rapide de l'épanchement gazeux dont la pression augmente. Le risque est alors d'une part celui d'une tamponnade gazeuse par compression des cavités cardiaques droites par l'épanchement gazeux sous pression, et d'autre part celui d'une asphyxie par amputation du parenchyme pulmonaire fonctionnel. Ces deux complications peuvent être associées et peuvent même être aggravées par une spoliation sanguine inhérente à une plaie vasculaire de la paroi thoracique, d'un vaisseau thoracique ou due à une lésion extra-thoracique associée dans le cas du polytraumatisé. Lorsque les signes d'instabilité hémody-

dynamique ou de détresse respiratoire apparaissent, l'absence d'un traitement urgent conduit au décès du patient. C'est ainsi que s'explique la plus grande partie des 3000 décès annuels des traumatisés du thorax recensés chaque année en France^[5]. Tout pneumothorax traumatique doit donc être drainé en urgence. En effet, le drainage permet de lever la compression des cavités cardiaques et l'amputation du parenchyme pulmonaire fonctionnel, il permet également par l'apposition pleurale de stopper une hémorragie pariétale. La technique de drainage recommandée par toutes les sociétés savantes est la pose d'un drain thoracique de gros calibre, avec mise en aspiration douce (-25 à -30 cm d'eau)^[6,7]. La réalisation d'une imagerie avant (et après) la mise en place du drain est recommandée. Dans les situations de détresse vitale, l'exsufflation à l'aiguille est comme nous l'avons dit plus haut une technique de sauvetage efficace et recommandée en première intention, avant toute imagerie^[6,7]. Dans cette situation, l'amélioration du patient est souvent rapide, et permet dans la foulée la pose d'un drain thoracique conventionnel après réalisation d'une imagerie.

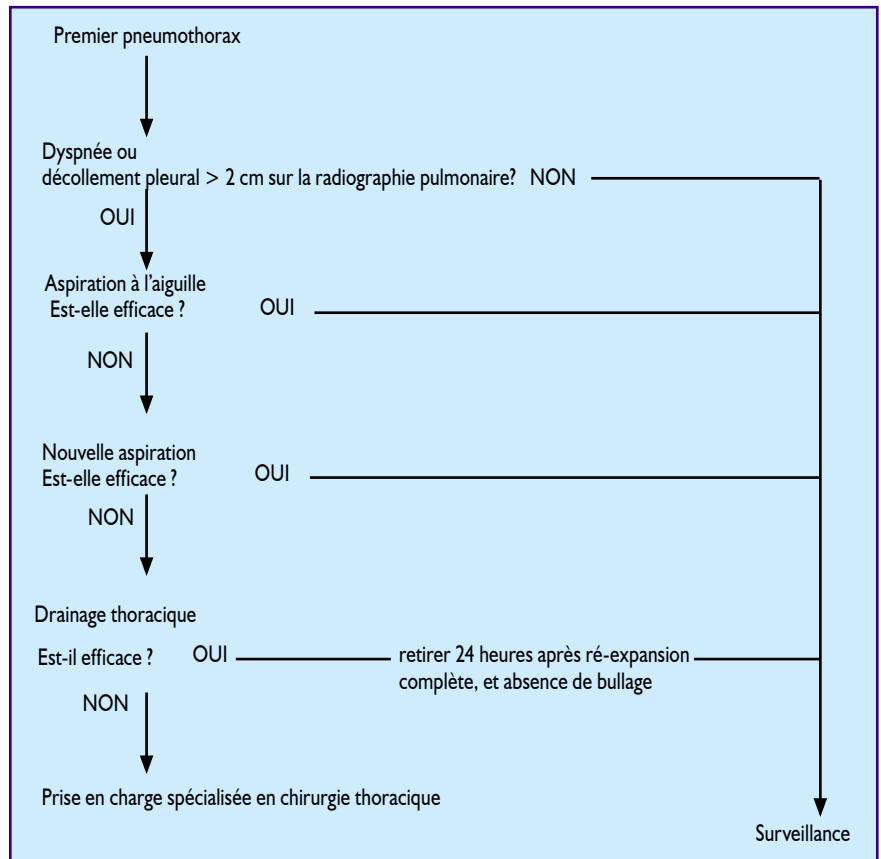
Dans le cas du pneumothorax spontané, il n'y a alors pas de brèche pleurale ni de rupture bronchique à l'origine de l'épanchement gazeux : le risque de pneumothorax sous pression est donc théoriquement nul. Le risque évolutif est dominé par la possibilité d'une majoration progressive de l'épanchement gazeux, avec à terme l'apparition d'une insuffisance respiratoire avec hypoxie, et plus tardivement hypercapnie. Ce risque évolutif est majoré chez le sujet âgé et le patient ayant des antécédents de pathologie pulmonaires chroniques, et notamment le patient BPCO et/ou emphysemateux^[8]. A l'inverse du pneumothorax

traumatique, le traitement du pneumothorax spontané n'est pas univoque : trois stratégies thérapeutiques sont possibles :

- L'abstention thérapeutique : c'est une solution recommandée pour les « petits pneumothorax », en pratique lorsque le décollement pleural reste apical et ne dépasse pas deux centimètres [7]. Pour des pneumothorax plus importants il est prouvé qu'en l'absence de geste évacuateur le risque de persistance ou de progression du pneumothorax est très importants [9]. De même, un âge de plus de 50 ans, l'existence de pathologie pulmonaire pré-existante et le caractère récidivant du pneumothorax sont des facteurs prédictifs établis de l'échec de la stratégie abstentionniste [10]. La British Thoracic Society ne recommande donc l'abstention thérapeutique que pour le premier épisode d'un pneumothorax spontané chez un sujet de moins de 50 ans, indemne de pathologie pulmonaire pré-existante, dont la radiographie montre un décollement apical ne dépassant pas deux centimètres (Cf. algorithme) [7].

- La mise en place d'un drain thoracique avec mise en aspiration douce : c'est une technique très efficace. Les deux voies d'abord possibles sont la voie antérieure, à hauteur du deuxième espace intercostal de la ligne médio-claviculaire, et la voie latérale, en passant par le quatrième ou le cinquième espace intercostal de la ligne médio-axillaire. Après une anesthésie locale de la paroi, une incision d'1 cm au bistouri avec dissection progressive des tissus à la pince à disséquer puis au doigt, jusqu'à atteindre la plèvre, nous permet de réaliser la pleurotomie. Lorsque celle-ci est faite, le drain thoracique est introduit dans l'orifice puis fixé à la peau (« spartiate »). La mise en aspiration doit avoir lieu avant la fixation du drain (-10 à -20 cm d'eau). Ce dernier peut être clampé après 24 heures sans bullage. La limite de cette stratégie thérapeutique est sa morbi-mortalité liée aux complications lors de la pose (embrochage du parenchyme pulmonaire, d'un organe ou d'un vaisseau). Il n'existe pas de recommandations établies pour guider le praticien dans le choix du type de drain à mettre en place.

- Les drains les plus utilisés sont les drains de MONOD et ceux de JOLY. Les médecins utilisent l'un ou l'autre en fonction d'habitudes locales et de leur expérience personnelle. La mauvaise réputation faite au drain de Joly tient plus de son mandrin métallique (à bout extrêmement contendant) que du drain lui-même. Pour éviter les accidents lors de la pose d'un drain de Joly (perforation d'organes ou de vaisseaux) nous recommandons de n'utiliser le mandrin que pour « rigidifier » le drain lors de



BTS guidelines for the management of spontaneous pneumothorax. M Henry, T Arnold, J Harvey, on behalf of the BTS Pleural Disease Group, a subgroup of the BTS standards of Care Committee.

son introduction dans la cavité thoracique (retrait de 1 à 2 cm du mandrin dans le drain avant l'introduction dans la cavité pleurale), après avoir réalisé une pleurotomie au doigt ou aidé d'une pince de Kocher (Figure 5). Le calibre du drain peut être petit (22 ou 24 F),

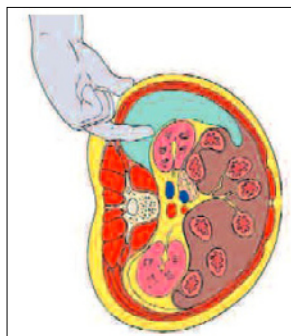


Figure 5 : Pleurotomie au doigt.

puisqu'il est admis que le risque d'obstruction du drain par caillottage, réel en cas d'hémithorax, est exceptionnel dans le cas du pneumothorax spontané.

S'il s'agit d'un pneumothorax traumatique, l'association fréquente à un hémithorax associé autorise la pose de drain de diamètre plus important (28 ou 32 F). Le choix du site de drainage entre le 2^{ème} espace intercostal sur la ligne médio-claviculaire et le 4^{ème} espace intercostal sur la ligne axillaire est une question d'école, et rien ne permet de recommander l'un par rapport à l'autre.

- Le PLEUROCATH à longtemps été un matériel très utilisé pour évacuer un pneumothorax. Mais ce drain de très petit calibre expose à risque important d'obstruction par caillottage en situation traumatique, et son mandrin à extrémité tranchante expose dans toutes les situations à un risque très important de complications perforatives. C'est pourquoi son utilisation est de moins en moins fréquente dans les services d'urgence. Nous ne l'utilisons pas dans notre service.

- L'aspiration à l'aiguille. Elle offre l'avantage de pouvoir rétablir la vacuité pleurale aussi rapidement que par un drainage conventionnel sans en avoir les risques. Des études comparatives montrent qu'avec ce matériel le risque de complications est nettement moindre qu'avec un drainage « classique » [11, 12]. La limite de la technique est le risque de récidive. Ce risque est en effet plus important qu'avec un drainage conventionnel suivi d'une mise en aspiration douce [8]. Les récidives de pneumothorax surviennent dans les premières heures après aspiration et sont favorisées par le tabagisme et une pathologie respiratoire préexistante (fibrose pulmonaire en particulier) [7]. Pour toutes ces raisons, le BTS recommande de ne débiter le traitement du pneumothorax par une aspiration à

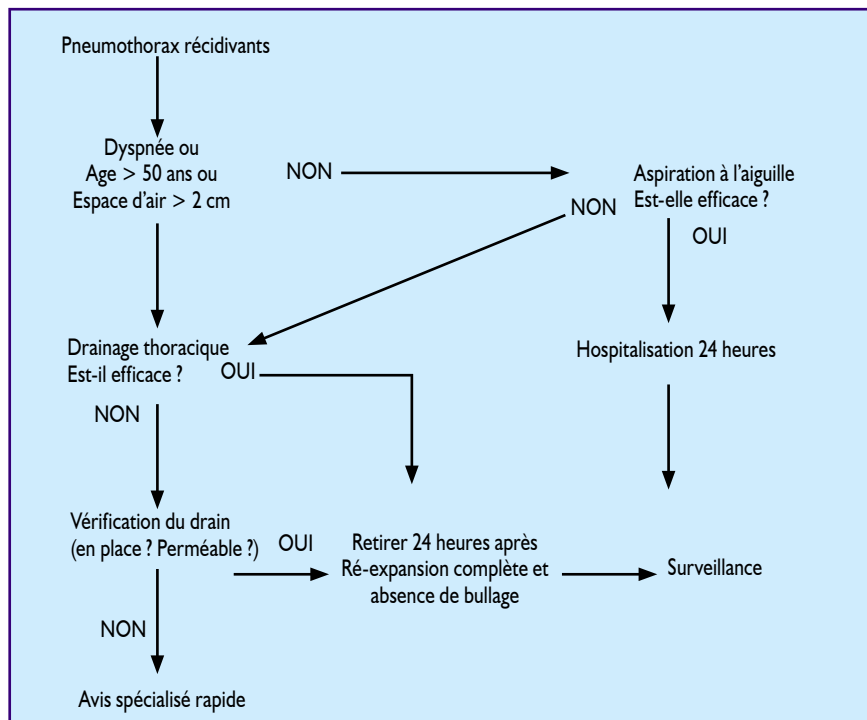


Figure 6 : Cathéter de Turkel.

Conclusion

La radiographie et l'échographie pleuro-pulmonaire sont les deux seules imageries nécessaires pour le diagnostic du pneumothorax aux urgences. L'exsufflation à l'aiguille est à réaliser avant toute imagerie lorsque le patient présente des signes de mauvaise tolérance cardiaque ou respiratoire. Le drainage thoracique ne doit pas être systématiquement réalisé. Si ce traitement reste indiscutable pour les pneumothorax traumatiques et les pneumothorax spontanés récidivant de gros volume (ou survenant sur terrain pulmonaire débilité), l'aspiration à l'aiguille devrait être le traitement de première intention d'un premier épisode de pneumothorax spontané. C'est une technique à la fois efficace, rapide, et moins invasive que la pose d'un drain. Il ne faut pas oublier que l'abstention thérapeutique est justifiée lorsque le décollement pleural est inférieur à 2 cm. ♦

l'aiguille que lorsqu'il s'agit d'un premier épisode de pneumothorax spontané chez un sujet de moins de 50 ans, sans antécédents de pathologie pulmonaire. Pour les pneumothorax récidivants et pour tous les patients âgés de plus de 50 ans ou connus pour une pathologie pulmonaire, la société savante recommande de débiter le traitement directement par un drainage thoracique avec mise en aspiration douce [7]. Il est de même pour les patients en ventilation mécanique ou devant être transportés par voie aérienne. Lorsqu'une aspiration à l'aiguille est décidée, plusieurs matériels et méthodes sont décrits.

- Nous avons l'habitude d'utiliser un drain

Vertec®, initialement destiné à l'évacuation des pleuro-péritoïnes mais surtout connus des médecins pour son utilisation pour évacuer des épanchements pleuraux liquidiens. L'utilisation de ce type de cathéter est rendue sécurisante grâce à son extrémité à bout mousse et rétractile qui empêche théoriquement tout embrochage du parenchyme pulmonaire ou d'un organe plein.

- Il existe d'autres cathéters, dont celui de Turkel qui offre la même sécurité et permet selon certaines équipes d'être relié à un système d'aspiration douce permettant d'éviter la manipulation répétée de la seringue et du robinet 3 voies (Figure 6).

Références :

1. Gupta D, Hansell A, Nichols T, Duong T, Ayres JG, Strachan D. Epidemiology of pneumothorax in England. *Thorax* 2000; 55: 666-71
2. Segers P, van Schil P, Jorens P, van den Brande F. Thoracic trauma: an analysis of 187 patients. *Acta chir Belg* 2001; 101: 277-82
3. Lichenstein D, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill: lung sliding. *Chest* 1995; 108: 1345-8
4. LoCicero J 3rd al. Epidemiology of chest trauma. *Surg Clin North Am*, 1989 Feb; 69 (1):15-9
5. Karmy-Jones R, Jurkovich CJ Blunt chest trauma. *Curr Probl Surg* 2004; 41: 211-380
6. Laplace C. Gestion d'un drain thoracique de la pose à l'ablation. www.sfar.org/artcle/431/gestion-d-rsquo-un-drain-thoracique-de-la-pose-a-l-rsquo-ablation
7. Henry M, Arnold T, Harvey J, on behalf of the BTS Pleural Disease Group, a subgroup of the BTS Standards of Care Committee. BTS guidelines for the management of spontaneous pneumothorax, *Thorax* 2003; 58 (suppl II): ii39-ii52
8. Courtney P.A, Mc Kane W.R. Audit of the management of spontaneous pneumothorax. *Ulster Med J* 1998; 67: 41-3
9. Light H W. Management of spontaneous pneumothorax. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148: 245-8
10. Laws D, Neuville E, Duffy J, on behalf of the British Thoracic Society Pleural Disease Group, a subgroup of the British Thoracic Society Standards of Care Committee. BTS guidelines for the insertion of a chest drain, *Thorax* 2003; 58 (suppl II): ii53-ii59
11. Harvey J.E, Prescott R.J Simple aspiration versus intercostal tube drainage for spontaneous pneumothorax in patients with normal lungs. *Br Med J* 1994; 309: 13389
12. Andrivet P, Djedaini K, Téboul J.L et al. Spontaneous pneumothorax. Comparison of thoracic drainage vs immediate or delayed needle aspiration. *CHEST* 1995; 108: 335-9

Mise au point : suspicion d'appendicite aiguë aux urgences : échographie ou scanner ?

Coralie ELHADJI TOUMANE, Olivier CATREVEAUX, Eric VIANT, Guillaume MARTIN, Stéphane SABOUREAU, Jérôme LEYRAL.

Service d'accueil des urgences. Hôpital Bégin.

L'appendicite est une des causes les plus fréquentes de douleur abdominale rencontrée aux urgences, où elle serait responsable de 10 à 15 % des syndromes douloureux abdominaux et de 30 à 40 % des interventions chirurgicales réalisées devant un abdomen aigu douloureux [1].

Le diagnostic d'appendicite est évoqué devant des critères cliniques et biologiques et notamment la triade :

- Douleur abdominale en fosse iliaque droite (point de Mac Burney) avec défense localisée
- Température supérieure à 38°C.
- Hyperleucocytose supérieure à 10 000/mm³

L'absence de cette triade, très spécifique, mais peu sensible, permet d'éliminer une appendicite évoluée, mais pas une appendicite débutante. Il est également prouvé que lorsque la décision chirurgicale n'est dictée que par les critères clinico-biologiques, elle aboutit dans un quart des cas à des appendicectomies saines [2-4]. Ces chirurgies inutiles sont responsables d'une morbidité notable, principalement en rapport avec les brides post opératoires et les retards à faire un diagnostic différentiel (pyélonéphrite, salpingite ...).

Ces limites de l'approche clinique dans le diagnostic des appendicites aiguës justifient la réalisation d'une imagerie. Aux Urgences, deux examens sont disponibles : l'échographie et le scanner. Ces deux techniques sont validées pour le diagnostic positif d'appendicite. Le médecin urgentiste est donc souvent confronté au dilemme échographie ou scanner ? Nous nous proposons de préciser ici à partir d'éléments factuels et d'une revue de la littérature les critères en fonction desquels la préférence doit être donnée à l'un ou l'autre de ces deux examens.

1) Avantages et inconvénients respectifs de l'échographie et du scanner

1.1. Echographie :

Après une échographie abdominale « classique », réalisée avec une sonde convexe 2-5 MHz, et explorant les organes pleins, les voies biliaires, les gros vaisseaux abdominaux et les récessus péritonéaux,

l'examen échographique à la recherche de l'appendice caecale est réalisé par la méthode de compression graduée, avec une sonde linéaire de haute résolution (5-10 MHz sur l'échographe Titan®). La compression graduée de l'abdomen est une technique qui consiste à appliquer une pression progressive sur l'abdomen, par la sonde d'échographie, afin de faire disparaître les interpositions gazeuses et d'explorer le tube digestif. La recherche de l'appendice se fait en balayant l'hypochondre droit, entre le caecum et les vaisseaux iliaques. Le début de la recherche peut se faire en demandant au malade de poser lui-même la sonde sur l'endroit du ventre où la douleur est la plus intense (permettant souvent de trouver directement l'appendice). L'appendice caecale se présente alors comme une structure d'allure digestive, sans péristaltisme, borgne, à raccordement



Figure 1.

caecal et située sous la dernière anse grêle (Figure 1).

Le diagnostic positif d'une appendicite aiguë repose alors sur les critères suivants :

- Présence de signes directs d'appendicite : appendice non compressible, douloureux à la pression de la sonde, dont le diamètre transverse est supérieur à 6 mm et/ou l'épaisseur pariétale supérieure à 3 mm. La présence de liquide intra-luminal et/ou d'un stercolithe appendiculaire sont des éléments également très évocateurs (Figure 2).

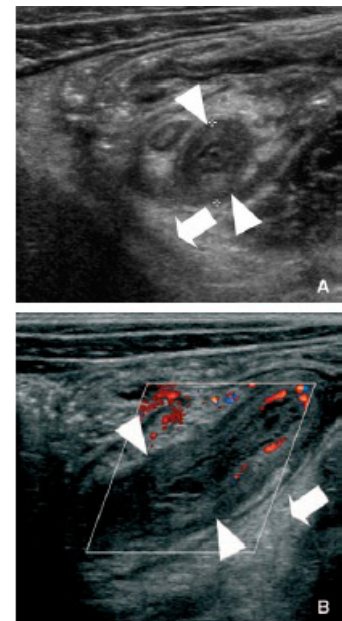


Figure 2.

- Mise en évidence de signes indirects en cas d'appendicite grave : abcès péri-appendiculaire et/ou épanchement péritonéal témoignant d'une péritonite.

L'échographie permet aussi d'affirmer certains diagnostics différentiels, notamment gynécologiques (torsion d'annexe) ou urologiques (obstruction des voies urinaires).

Les avantages de l'échographie sont nombreux :

- Elle peut être réalisée au sein même des urgences
- C'est un examen peu coûteux et non irradiant.
- L'échographie permet de faire en un seul temps le diagnostic positif d'appendicite, les diagnostics de gravité et les diagnostics différentiels.
- Les performances de l'échographie pour le diagnostic positif d'appendicite aiguë sont bonnes, puisque la sensibilité est évaluée à 78 % et la spécificité à 83 %. Ces performances sont encore meilleures chez l'enfant où elles sont comparables à celles du scanner [5,6]. Chez la femme enceinte, la

voie endovaginale peut compléter efficacement la voie transpariétale, lorsque celle-ci ne fait pas le diagnostic [5,6].

Les principaux inconvénients de l'échographie sont :

- Ses performances sensiblement moins bonnes que celles du scanner (sauf chez l'enfant).

- La durée de l'examen : la recherche de l'appendice caecale peut prendre du temps, surtout lorsque le patient est âgé ou obèse. Selon le moment de la journée, la durée de l'examen peut alors être incompatible avec le fonctionnement normal du service de radiologie ou des urgences.

- La relecture des images par un second médecin est difficile, puisque par définition l'échographie est un examen « dynamique ».

- L'échogénéicité médiocre de certains malades, notamment les sujets obèses. La présence de gaz abondants ainsi que la douleur intense peuvent aussi rendre l'examen non réalisable.

1.2. Scanner :

Le diagnostic positif de l'appendicite repose sur les critères suivants : un diamètre appendiculaire supérieur à 6 mm associé à une infiltration de la graisse péri-appendiculaire et/ou la visualisation d'un stercolithe (Figure 3).

Les avantages du scanner sont nombreux :

- Avec une sensibilité comprise entre 88 et 97 % et une spécificité entre 86 et 100 %, c'est l'examen le plus performant pour le diagnostic positif d'appendicite. Il peut être réalisé sans injection de produit de contraste, avec des performances encore satisfaisantes.

- L'impact positif du scanner sur la morbidité post-chirurgicale des appendicectomies est prouvé : l'examen permet de réduire le taux des appendicectomies non pathologiques de 25 % à 3 % [7]. Les coûts de prise en charge sont également sensiblement diminués [5].

- Le scanner permet aussi la recherche concomitante des complications (perforation,

abcès, pyléphlébite) et une « cartographie » appendiculaire, parfois très utile au chirurgien lorsque l'appendice est dans une position atypique.

- Le scanner est plus performant que l'échographie pour les diagnostics différentiels (pyélonéphrite, diverticulite...) [7].

Le seul inconvénient réel du scanner est son irradiation. Cette irradiation doit toujours être prise en compte pour le risque cancérogène, au moins théorique, qu'elle induit. Ce risque est d'autant plus important que l'examen est réalisé chez un patient jeune, et a fortiori « in utero ». Un autre inconvénient du scanner, est l'accessibilité parfois limitée à l'examen (ou au radiologue qui l'interprète), notamment la nuit. Cependant nous pouvons nuancer le propos devant la capacité des chirurgiens à interpréter les clichés en vue d'une éventuelle intervention.

1.3. IRM (Imagerie par résonance magnétique)

Aujourd'hui, le manque de disponibilité des machines et la durée de l'examen (au moins 15 minutes) ne permet pas de retenir l'IRM comme examen « de routine » pour faire le diagnostic de l'appendicite. Néanmoins, de nombreux travaux attestent de performances probablement comparables à celles du scanner (sensibilité évaluée entre 97 et 100 %, spécificité entre 99 et 100 %) [8]. Dans l'avenir, l'IRM sera certainement une alternative au scanner et à l'échographie.

2) Démarche ALARA (As Low As Reasonably Achievable)

La démarche ALARA est une démarche de prévention d'exposition aux rayonnements ionisants, qui impose de ne débiter une stratégie d'imagerie par un examen à rayonnements ionisants que si « celui-ci n'est pas substituable par un examen non irradiant apportant les mêmes informations ». Le respect de cette démarche est obligatoire puisque elle est inscrite dans le code de santé publique (retranscription de la directive Euratom 97/43) [9]. La dé-

marche ALARA est applicable à tous les patients, mais a fortiori chez ceux pour lesquels l'exposition aux rayons ionisants est potentiellement la plus nuisible : femme enceinte et dans une moindre mesure l'enfant et adulte jeune (risque théorique de cancérogénèse).

3) Stratégie d'imagerie

La stratégie d'imagerie doit donc être un compromis entre la tentation de réaliser systématiquement un scanner en première intention car c'est l'examen le plus performant et la volonté de respecter scrupuleusement la démarche ALARA pour éviter une irradiation du patient.

Dans la pratique, s'ajoute des réalités de terrains : disponibilité des examens, habitudes locales des chirurgiens, urgentistes et radiologues.

Nous proposons d'individualiser trois situations :

3.1. La suspicion d'appendicite de l'enfant et de l'adulte jeune :

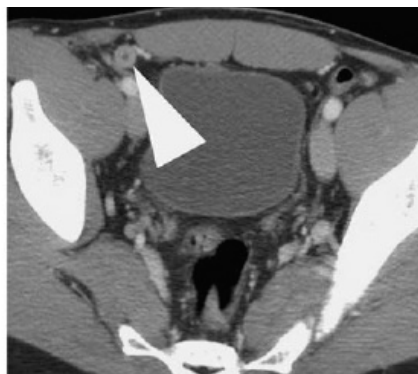
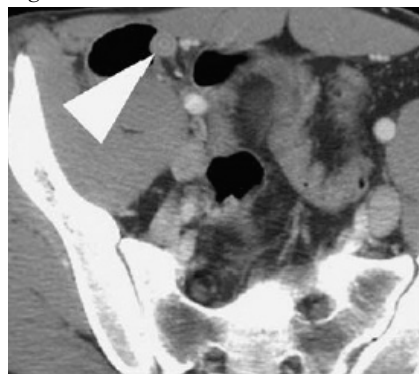
Les excellentes performances de l'échographie pour le diagnostic d'appendicite chez l'enfant permettent de débiter systématiquement la recherche d'une appendicite par une échographie. C'est d'ailleurs la stratégie en place aux Etats-Unis [5,6].

Le risque cancérogène théorique est d'autant plus élevé qu'un examen à rayons ionisants est réalisé dans les jeunes années de la vie. Cette constatation nous amène à proposer de débiter systématiquement la démarche diagnostique par l'échographie chez l'adulte jeune de moins de 35 ans. En cas d'échec de l'échographie, ou de résultat douteux, le scanner est alors l'examen de choix.

3.2. La suspicion d'appendicite chez une femme enceinte :

Tout doit être mis en œuvre pour éviter l'irradiation du fœtus (le risque tératogène est nul, mais le risque cancérogène existe, au moins théoriquement) [10]. L'échographie abdominale par compression graduée est donc l'examen de première intention. Si celle-ci n'est pas contributive au diagnostic, un complément par voie endovaginale doit être réalisé [7]. En cas d'échec de ces deux techniques, une IRM doit être envisagée en deuxième intention [5,8]. Si celle-ci n'est pas réalisable, alors le scanner abdomino-pelvien trouve son indication. La patiente doit alors être informée, à la fois par le médecin urgentiste et le radiologue, des risques pour le fœtus de l'exposition aux rayonnements. La dose délivrée au fœtus est comprise entre 5 et 25 mGy. L'information délivrée peut affirmer que le risque tératogène est nul, et que le risque de

Figure 3.



cancérogène est uniquement théorique, probablement nul, mais que l'on ne peut formellement éliminer une majoration du risque de l'ordre 0,5 pour mille [10].

3.3. La suspicion d'appendicite dans les autres situations :

Dans toutes les autres situations, et notamment chez les personnes âgées ou obèses pour lesquelles on sait par avance que l'examen échographique sera difficile et souvent peu performant, le scanner peut être réalisé en première intention.

3.4. Dans le contexte particulier de la médecine militaire

Deux situations méritent d'être discutées :

- Le cas du médecin en situation isolée qui dispose d'un échographe Titan (Sono-site®). Si celui-ci est équipé d'une sonde linéaire, il peut effectuer le diagnostic d'appendicite, comme nous l'avons décrit plus haut. Si l'échographe n'est équipé que de la sonde micro-convexe 2-5 Mhz, la recherche de l'appendice est impossible. Néanmoins, l'échographie doit être réalisée à la recherche de signe de péritonite (présence d'un épanchement péritonéal localisé en fosse

iliaque droite ou plus abondant) et à la recherche d'un diagnostic différentiel de l'appendicite aiguë (obstruction lithiasique des voies urinaires du rein droit, cholécystite et autre pathologie lithiasique des voies biliaires, pathologie ovarienne ou grossesse extra-utérine chez la femme...). Dans tous les cas, les résultats de son examen seront un argument de plus dans la stratégie de prise en charge du malade et notamment pour décider de son transfert ou non vers une structure hospitalière.

- Le cas du médecin en GMC qui a à sa disposition un échographe et un scanner : dans cette situation, comme dans un hôpital en temps de paix, soit le flux des patients lui permet de consacrer du temps à un examen échographique et il peut appliquer la stratégie que nous avons proposée, soit le flux de patients est trop important pour qu'il se consacre à une échographie possiblement prolongée, et il semble alors logique de réaliser directement un scanner.

Conclusion

Sauf dans les situations d'emblée prédictives d'un échec de cette technique, notam-

ment chez le sujet âgé et le sujet obèse, l'échographie doit toujours être l'examen d'imagerie de première intention pour faire le diagnostic d'appendicite aiguë. Lorsque l'échographie n'est pas réalisable, non contributive au diagnostic, ou douteuse, ou d'emblée chez le sujet âgé ou obèse, le scanner est l'examen de choix. La femme enceinte est un cas particulier : la stratégie d'évitement des rayonnements ionisants doit être maximaliste et fait passer le scanner en troisième intention, après échec de l'échographie (pelvienne et endovaginale) et lorsque une IRM n'est pas réalisable. Dans tous les cas, l'échographie appendiculaire est un examen difficile, qui ne peut être réalisé que par un médecin formé et aguerri à la technique. La formation des médecins militaires à cette technique ne peut se faire que par la réalisation de nombreuses échographies de compagnonnage. Il ne peut donc s'agir que d'un stage prolongé dans un service d'urgences accueillant régulièrement des patients présentant un syndrome douloureux abdominal, équipé d'un échographe et de médecin rodés à l'échographie appendiculaire. ◆

Références

- 1) Cuénod CA, Wind P, Sauve N, Clément O, Bénichou J, Frija G. Diagnostic des urgences digestives chez l'adulte. Apport de l'imagerie. *Gastroenterol Clin Biol* 1999 ; 23 : 1170-86
- 2) Taourel P. Exploration de l'appendicite : la fin des certitudes. *J Radiol* 2001 ; 82 : 443-4
- 3) Birnbaum BA, Wilson SR. Appendicitis at the millennium. *Radiology* 2000 ; 215 : 337-48
- 4) Primatesta P, Goldacre MJ. Appendicectomy for acute appendicitis and for other conditions: an epidemiology study. *Int J Epidemiol* 1994 ; 23 : 155 - 60
- 5) American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® - Clinical Condition: Right Lower Quadrant Pain - Suspected Appendicitis. <http://www.acr.org/guidelines>
- 6) Doria AS, Moineddin R, Kellenberger CJ, et al. US or Ct for diagnosis of appendicitis in children and adults? A metanalysis. *Radiology* 2006; 241 : 83-94
- 7) van Randen A, Laméris W, van Es HW et al. Profiles of US and CT imaging features with a high probability of appendicitis. *Eur Radiol* 2010; 20: 1657-66
- 8) Zins M, Boulay-Coletta I, Jullès M-C. Fosse iliaque droite. In: Schouman-Claeys E, Taourel P, eds. *Imagerie TDM et IRM des urgences non traumatiques*. 56ème journées françaises de radiologie 2008. Paris 2008 : SFR. p. 19-30
- 9) Conseil des communautés européennes. Directive Euratom 97-43 du 30 juin 1997 relative à la protection sanitaire des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants lors des expositions à des fins médicales.
- 10) Cordoliani Y.-S., Foehrenbach H. Grossesse et exposition médicale. In : Cordoliani Y.-S., Foehrenbach H. eds. *Radioprotection en milieu médical*. Paris 2008: Masson. p.77-89

Suspicion de thrombose veineuse profonde aux urgences : intérêt de l'échographie en deux points.

Pierre LEROY, Stéphane SABOUREAU, Guillaume MARTIN, Olivier CATREVAUX, Eric VIANT, Jérôme LEYRAL.

Service d'Accueil des Urgences, Hôpital d'Instruction des Armées Bégin

La thrombose veineuse profonde (TVP) correspond à la formation d'un thrombus dans la lumière d'une veine, avec pour point de départ la paroi de celle-ci. Les mécanismes en sont connus et sont plurifactoriels (Tableau 1).

Un de ces facteurs est la traumatologie des membres inférieurs, notamment lorsqu'elle nécessite une immobilisation, même partielle du membre. Dans cette situation, le diagnostic de thrombose veineuse profonde est rendu encore plus difficile par la présence fréquente d'une douleur, d'un œdème et d'une perte de la souplesse du mollet témoignant non pas d'une thrombose veineuse, mais d'une inflammation post-traumatique. Le dosage des D-Dimères est lui-même peu contributif, parce que l'inflammation est responsable d'une élévation de ce marqueur au-delà du seuil de positivité.

Nous rapportons et discutons ici, à partir d'un cas clinique, l'apport dans la conduite à tenir diagnostique et thérapeutique de l'échographie veineuse « en deux points » telle qu'elle est réalisée aux urgences.

OBSERVATION

Un homme de 40 ans, est adressé aux urgences de l'hôpital Bégin par son médecin traitant pour « suspicion de phlébite ». Celle-ci a été évoquée devant la présence d'une douleur et d'un œdème du mollet gauche, associée à une mesure des D-Dimères à 1400 µg/L (Normale < 500 µg). Ces signes s'inscrivent 10 jours après un traumatisme sportif : au début d'un exercice de course à pied, apparition d'une vive douleur du mollet gauche avec sensation de craquement, imposant l'arrêt de l'effort sportif.

L'interrogatoire ne retient aucun antécédent personnel ou familial et aucun traitement en cours.

L'examen clinique retrouve des constantes dans les limites de la normale (pression artérielle à 125/80 mmHg, fréquence cardiaque 80 bpm, saturation artérielle en oxygène 97 % en air ambiant, fréquence ventilatoire 16 cycles/min, température 36,9°). L'examen du membre révèle un mollet de volume globalement augmenté par rapport au mollet controlatéral, sans prise du godet, avec perte du ballant et douleur à la pression et à la manœuvre de Homans.

ACQUIS	GENETIQUES = thrombophilie	MIXTES
- Age	- Déficit en antithrombine III	- Hyperhomocystéinémie
- Antécédent de MVTE	- Déficit en protéine S	- Taux élevés de fibrinogène
- Immobilisation d'un membre, alitement prolongé	- Déficit en protéine C	- Taux élevés de Facteur VIII
- Traumatisme d'un membre	- Facteur V Leyden	- Taux élevés de facteur XI
- Chirurgie	- Facteur II G20210A	- Taux élevés de facteur IX
- Traitements hormonaux (contraception ...)	- Dysfibrinogénémie	
- Grossesse		
- Syndromes myéloprolifératifs		
- Syndrome des anti-phospholipides		
- Maladie inflammatoire digestive		
- Insuffisance veineuse/Varices		
- Obésité		
- Tabac		
- Compression veineuse extrinsèque (tumeur, hématome, syndrome de Cockett)		
- Chimiothérapie		
- Voyages (avion)		
- Thrombo-angéites		
- Présence d'un corps étranger (cathéter central)		
- Syndrome inflammatoire		

Tableau 1 : principaux facteurs de risque de maladie veineuse thrombo-embolique (MVTE).

Les pouls périphériques sont bien perçus et il n'existe pas de rougeur des téguments. Il existe un petit liseré hématique, à la partie inférieure de la malléole externe. Le reste de l'examen cardiaque est sans anomalie. L'électrocardiogramme enregistre un rythme sinusal avec une cadence ventriculaire à 56 battements/min, sans trouble de la repolarisation, ni trouble de la conduction ventriculaire, ni aspect de SIQ3T3.

La suspicion de thrombose veineuse profonde du membre inférieur gauche est donc réelle et la réalisation d'une échographie en deux points des membres inférieurs est réalisée par le médecin junior, sous le contrôle d'un praticien expérimenté. Celle-ci retrouve des deux côtés une compressibilité totale des veines fémorale commune et de la veine poplitée, témoignant de l'absence de thrombose veineuse à ce niveau. L'examen montre également la présence d'un épanchement d'aspect liquidien entre les chefs musculaires du

mollet, stigmate d'une très probable lésion musculaire avec épanchement hématique ou inflammatoire associé.

Devant l'absence de signe échographique de thrombose veineuse profonde suspoplitée, le patient quitte les urgences, sans traitement anti-coagulant, avec la prescription d'un Doppler veineux suspoplitée à réaliser dans les sept jours et d'une consultation d'un médecin du sport pour la prise en charge d'une probable déchirure musculaire.

Cette consultation aux urgences n'a duré qu'une vingtaine de minutes.

DISCUSSION

L'échographie veineuse des membres inférieurs dite en « deux points » est une technique échographique permettant de rechercher sans utilisation du mode Doppler une thrombose veineuse de la veine fémorale et de la veine poplitée. Cette

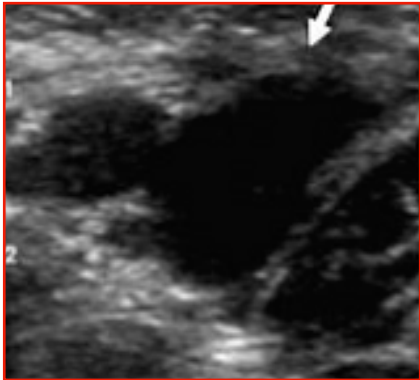
technique a de nombreux avantages justifiant sa réalisation de plus en plus régulière aux urgences.

Une technique facile à disposition de tous :

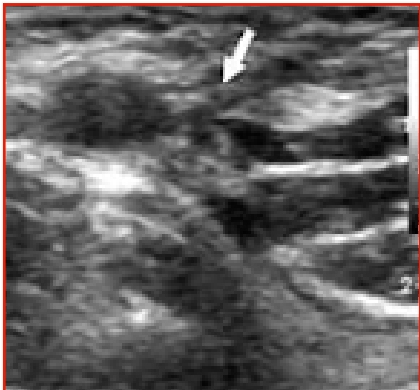
Des échographes portatifs (échographes Titan de sonosite®) sont disponibles dans tous les services d'urgence des hôpitaux d'instruction des armées (HIA). De plus en plus de nos médecins urgentistes sont formés à l'échographie d'urgence. Une des indications validées de l'échographie par l'urgentiste et enseignée au diplôme national d'échographie appliquée à l'urgence est la recherche d'une thrombose veineuse profonde fémoro-poplitée par une échographie veineuse « en deux points », par la technique de la compression.

Cette technique nécessite de disposer d'un échographe équipée d'une sonde superficielle (comme la sonde 5-10 MHz du Titan) et du mode bi-dimensionnel (2D). Le mode Doppler, qu'il soit couleur, pulsé ou continu, n'est pas utile à cette technique et son utilisation n'est pas recommandée. En échographie bidimensionnelle, une veine non thrombosée est totalement compressible lorsqu'elle est soumise à la pression de la sonde d'échographie, tandis qu'une veine thrombosée est totalement ou partiellement incompressible (Figures 1 et

Figure 1 : Echographie avec et sans compression d'une veine non thrombosée.



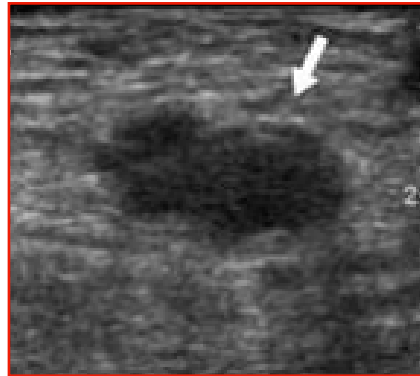
Sans compression la veine fémorale est bien visible.



Avec compression la veine fémorale disparaît.

2). Dans la technique de l'échographie en « deux points », Le test de compression est réalisé sur chaque membre inférieur en deux endroits : en regard de la veine fémorale commune, sur un patient installé en décubitus dorsal proclive idéalement à 30°, et en regard de la veine poplitée, sur un patient assis « jambes pendantes » sur le bord de la table d'examen (ou si cette position est impossible, allongé jambes fléchies à 45°) (Figures 3 et 4). Lorsque les veines fémorale et poplitée sont entièrement compressibles

Figure 2 : Echographie avec et sans compression d'une veine thrombosée.



Sans compression.



Avec compression. La veine fémorale thrombosée n'est pas compressible

des deux côtés, l'opérateur peut conclure à l'absence de thrombose veineuse fémoro-poplitée. À l'inverse, la présence d'une veine non compressible ou incomplètement compressible permet de poser le diagnostic de thrombose veineuse.

Une technique qui fait gagner du temps :

Environ 75 % des malades qui consultent aux urgences pour une suspicion de phlébite n'ont pas de thrombose veineuse [1]. La démocratisation du dosage des D-Dimères, et la difficulté d'interprétation d'une positivité de ce marqueur (D-Dimères > 500 ng/ml) amène de plus en plus de médecins généralistes à adresser leur patient aux urgences pour « éliminer une phlébite ». Le diagnostic positif de thrombose veineuse profonde est ainsi une situation quasi quotidienne pour les médecins urgentistes de nos hôpitaux.

L'évaluation de la probabilité clinique de thrombose veineuse profonde, notamment par le calcul du score de Wells (Tableau 2), guide alors la démarche diagnostique (Figure 5). Lorsque les D-Dimères sont positifs, quel que soit le niveau de probabilité, une imagerie est indiquée. C'est le cas dans notre observation : certes une déchirure musculaire génératrice d'inflammation peut expliquer l'élévation des D-Dimères, mais d'une part une lésion traumatique musculaire est en elle-même un facteur local de thrombose veineuse et d'autre part cette pathologie est un diagnostic différentiel fréquent de la thrombose veineuse (Tableau 3). Seule l'échographie permet d'éliminer l'existence d'une phlébite et le cas échéant de monter des signes de lésions musculaires. Cette échographie doit explorer le réseau veineux sous-poplité (au minimum les veines tibiales postérieures et les veines fibulaires qui sont potentiellement thrombogènes par extension au réseau sus-poplité).



Figure 3 : Echographie de la veine fémorale.



Figure 4 : Echographie de la veine poplitée.

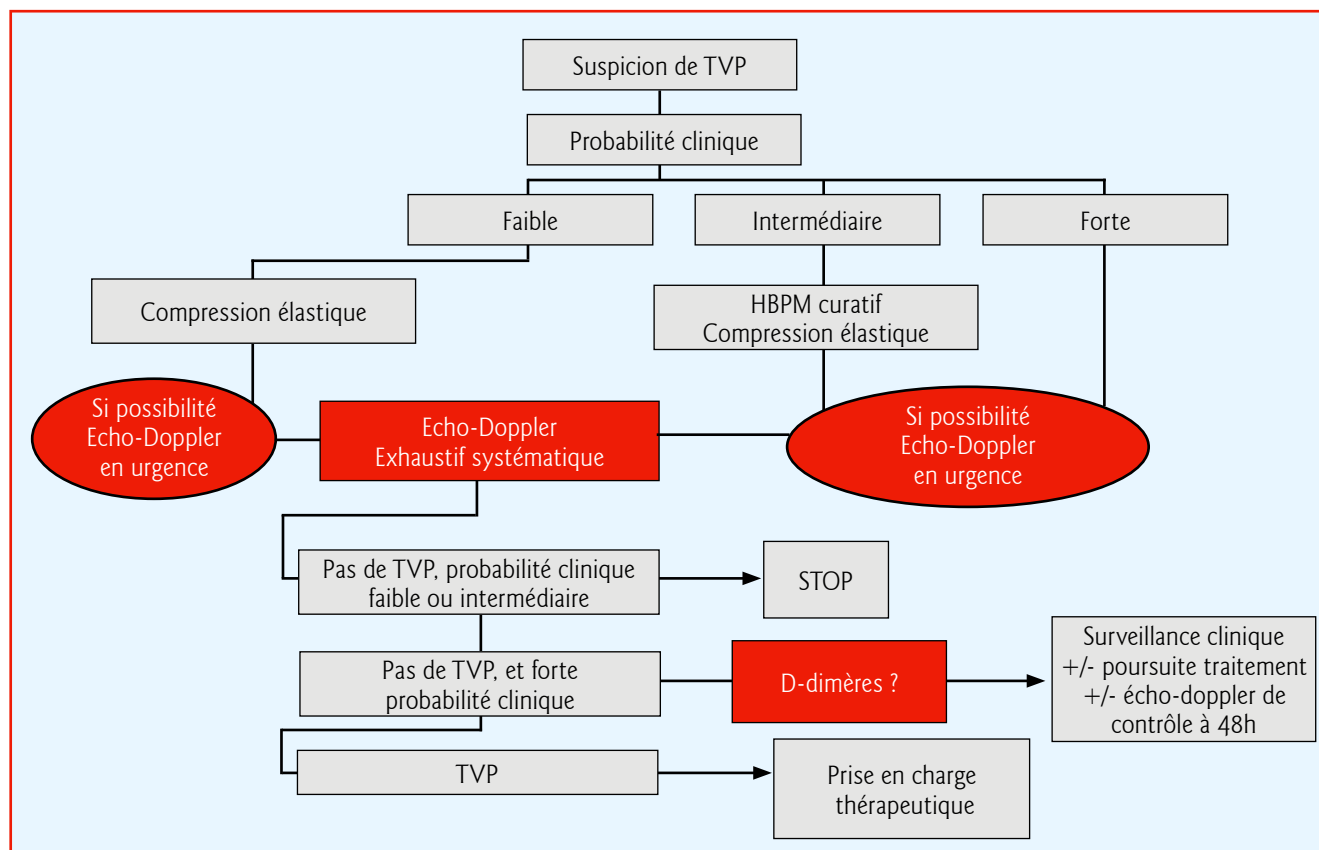


Figure 5 : Algorithme décisionnel de PEC d'une suspicion de TVP (d'après www.angioweb.fr)

Éléments	Points
Cancer	1 point
Paralysie ou immobilisation plâtrée récente	1 point
Alitement > 3 jours ou chirurgie < 4 semaines	1 point
Douleur à la palpation du trajet des veines profondes	1 point
Tuméfaction de la cuisse et du mollet	1 point
Tuméfaction limitée au mollet (différence de diamètre > 3 cm)	1 point
Œdème prenant le godet	1 point
Veines superficielles dilatées	1 point
Diagnostic alternatif au moins aussi probable que la TVP	- 2 points
Probabilité clinique	Score total
Faible	0 point ou moins
Moyenne	1 ou 2 points
forte	> 2 points

Tableau 2 : score de Wells.

- Rupture de kyste poplité,
- Déchirure musculaire,
- Tendinopathie,
- Hématome musculaire ou des parties molles,
- Arthrite de genou ou de cheville,
- Erysipèle,
- Lymphangite,
- Lymphoedème,
- Insuffisance veineuse chronique (ou maladie post-phlébitique).

Tableau 3 : Principaux diagnostics différentiels d'une thrombose veineuse des membres inférieurs.

Classiquement, l'urgentiste demande alors au service de radiologie ou de cardiologie un examen écho-Doppler veineux des membres inférieurs. Cet examen n'est souvent disponible qu'aux heures ouvrables et il est alors quasiment toujours réalisé après un long délai. Le temps de passage du patient est ainsi prolongé de plusieurs heures et une hospitalisation est parfois nécessaire lorsque la consultation a lieu le soir ou la nuit.

La technique de l'échographie veineuse en deux points permet au médecin des urgences d'éliminer lui-même et de façon fiable et rapide une thrombose sus-po-

plitée. Or il est prouvé que seules les thromboses veineuses sus-poplitées sont à risque important de complications par embolisation des artères pulmonaires [2]. Aussi les sociétés savantes proposent de n'hospitaliser que les seuls patients ayant une thrombose sus-poplitée et de traiter en ambulatoire les autres [3]. Lorsque l'échographie en deux points élimine une phlébite sus-poplitée elle permet donc au médecin urgentiste de laisser sortir le patient sans traitement anti-coagulant et le cas échéant sans attendre le résultat du dosage des D-Dimères (probabilités faible ou intermédiaire). L'examen n'explorant

pas le réseau veineux sous-poplité, il est nécessaire et recommandé de réaliser dans un délai maximum de 7 jours un examen écho-Doppler veineux complet des membres inférieurs. La découverte d'une thrombose lors de cet examen est rare (moins de 5 % des cas), mais impose alors la mise d'un traitement anti-coagulant le plus souvent ambulatoire [4, 5].

Une technique fiable et reconnue.

La fiabilité de l'échographie veineuse en deux points est prouvée depuis longtemps lorsqu'elle est réalisée par des cardiologues, phlébologues ou radiologues : sa sensibilité est alors comprise entre 93-100 %, sa spécificité entre 97-100 %, et sa valeur prédictive négative est supérieur à 95% [6, 7]. Réalisée par des médecins urgentistes

formés, les performances sont comparables [8, 9]. Une formation appropriée est cependant nécessaire. Cette formation n'est pas très longue, puisque la littérature montre que 25 examens supervisés par des praticiens expérimentés suffisent [10]. Un nombre d'examen d'apprentissage qui peut aisément être atteint par un interne en stage dans un service d'urgence.

Une technique intéressante du point de vue médico-économique :

Jusqu'ici la suspicion d'une thrombose veineuse des membres inférieurs en heures « non ouvrables » obligeait souvent le médecin soit à garder le patient en hospitalisation (souvent la nuit) jusqu'à ce qu'un examen écho-Doppler soit réalisé par le radiologue ou le cardiologue, soit à le faire sortir avec une anti-coagulation « probabiliste » par héparine, avec prescription d'un écho-Doppler à faire en ville. L'échographie en deux points lorsqu'elle élimine une thrombose sous-poplitée permet au médecin urgentiste de laisser sortir le patient, sans traitement anti-thrombotique et sans

redouter la survenue précoce d'une embolie pulmonaire [2]. Le bénéfice économique est évident : il s'agit principalement de l'économie d'hospitalisations inutiles et probablement de l'économie d'accidents hémorragiques sous héparine au coût difficilement estimable.

Une technique rapide :

La durée moyenne de l'examen est aussi un argument en sa faveur : le temps moyen de réalisation de l'échographie en 4 points oscille entre 3 min 30 sec et 8 min 20 sec [11,12]. Dans notre expérience quotidienne il est même certain que ce temps est nettement plus faible lorsque l'examen est réalisé par un médecin bien entraîné, il est alors probablement de l'ordre d'une à deux minutes.

CONCLUSION

L'échographie en deux points est une technique fiable et rapide pour le diagnostic des thromboses veineuses sus-poplitées. Elle doit donc être connue et maîtrisée

des médecins urgentistes et des médecins d'unité appelés à servir en situation isolée. Cette technique permet de n'hospitaliser que les malades présentant une thrombose veineuse sus-poplitée et de laisser sortir les autres, sans traitement anti-thrombotique, avec une prescription d'examen écho-Doppler veineux en ambulatoire. La prise en charge du patient est donc plus rapide, plus pertinente et moins contraignante. La formation de nos médecins doit donc être encouragée lors de leur stage aux urgences, où la réalisation d'une vingtaine d'examens, sous le contrôle d'un médecin sénior expérimenté, suffirait à assurer une excellente performance diagnostique. Cette formation pourrait être incluse dans un programme beaucoup plus vaste de formation à l'échographie de l'avant pour tous les médecins « projetables ». ♦

Références bibliographiques

1. Bénard E, Lafuma A, Ravaut P. Épidémiologie de la maladie thromboembolique veineuse. *La presse med.* 2005 ; 34 : 415-9
2. Martin C., Riou B., Vallet B. *Physiologie humaine appliquée.* Edt Arnette, Paris 2006 ; p. 183
3. Castillon G. Actualités dans la maladie thromboembolique : Peut on traiter une phlébite en ambulatoire ? - <http://amem.free.fr/textes/mthroemb.htm>
4. Cogo A, Lensing A, Koopman M, Piovella F, Siragusa S. Compression ultrasonography for diagnostic management of patients with clinically suspected deep vein thrombosis: prospective cohort study. *BMJ* 1998, 316: 17-20
5. Anderson D. Probabilité clinique et prise en charge *Arch Int Med.* 1999; 159: 477-82
6. Theodoro D, Blaiwas M, Duggal S, Snyder G, Lucas M. Real-time B-mode ultrasound in the ED saves time in the diagnosis of deep vein thrombosis (DVT). *Am J Emerg Med.* 2004; 22: 197-200
7. Frazee BW. Emergency Department compression ultrasound to diagnose proximal deep vein thrombosis. *J Emerg Med.* 2001; 20: 107-12
8. Burnside PR, Brown MD, Kline JA. Systematic review of emergency physician-performed ultrasonography for lower-extremity deep vein thrombosis. *Acad Emerg Med.* 2008; 15: 493-8
9. Shiver SA, Lyon M, Blaiwas M, Adhikari S. Prospective comparison of emergency physician-performed venous ultrasound and CT venography for deep venous thrombosis. *Am J Emerg Med.* 2010;28:354-8
10. Barrellier M-T, Armand-Perroux A, Bosson JL. Validation d'une formation des urgentistes au flash-écho-deux points (FEDP). *Journal des maladies vasculaires* 2007 ; 32 : 53-5
11. Magazzini S. Duplex Ultrasound in the Emergency Department for the diagnostic . Management of clinically suspected Deep Vein Thrombosis . *Acad Emerg Med* 2007; 14: 216-20
12. Pezzullo JA. Symptomatic deep Vein thrombosis: diagnosis with limited compression US. *Radiology* 1996; 198 : 67-70.

Conduite à tenir face à un risque radiologique contexte de Fukushima

Sandra BOHAND, Xavier MICHEL.

Service de protection radiologique des armées | bis rue du lieutenant Raoul Batany 92141 Clamart Cedex.

Le service de protection radiologique des armées (SPRA) a été sollicité dans le contexte de la catastrophe du Japon avec notamment la participation à une mission de projection sur site, qui s'est déroulée du 13 mars au 1er avril 2011.

Les circonstances dans lesquelles peut survenir une exposition aux rayonnements ionisants déterminent la nature et l'importance du risque, ainsi que les conditions de prise en charge des personnes exposées. Selon l'emplacement de la source de rayonnements ionisants par rapport à l'organisme, il faut distinguer trois modes d'exposition : l'exposition externe, la contamination externe et la contamination interne. Les risques et les moyens de protection à mettre en œuvre sont fonction du type de rayonnement et de la modalité d'exposition.

L'urgence pour un irradié réside dans l'évaluation de la dose qu'il s'agisse d'une irradiation globale ou d'une irradiation localisée. Dans la prise en charge d'une suspicion de contamination, l'urgence médicale prime sur l'urgence radiologique.

La prise en charge des contaminés externe est techniquement simple, du moins tant que leur nombre reste modéré. Elle consiste essentiellement en un lavage non agressif des zones contaminées. Cette décontamination est à envisager dans des structures spécialisées type établissements de soins référents, les hôpitaux d'instruction des armées (HIA) disposant d'un centre de traitement des blessés radiocontaminés, les services médicaux des centres nucléaires ou encore des unités mobiles dédiées. Il est impératif de ne pas transformer une contamination externe en contamination interne. Le traitement de la contamination interne est administré dès que possible, quelque soit le niveau d'intervention, sur simple suspicion.

Le SPRA est un établissement du service de santé des armées (SSA), sous la tutelle de la direction centrale du service de santé des armées (DCSSA), qui exerce sa mission au profit de l'ensemble du ministère de la défense. Suite aux événements du vendredi 11 mars, dès le lendemain, sous la coordination du centre opérationnel de gestion interministérielle de crise, le ministère de l'intérieur décide de projeter, en renfort des moyens de secours japonais, un détachement français de la Sécurité civile (Figure 1).



Figure 1. Crédit photo DSC.

Ce détachement se compose de différentes unités de formations militaires de la sécurité civile (FORMISC), de Brigade des sapeurs pompiers de paris (BSPP) et de différents services départementaux d'incendie et de secours (SDIS). Compte tenu de la situation préoccupante de plusieurs centrales nucléaires dans cette zone d'intervention, il est décidé d'intégrer à la mission, une composante expertise et conseils techniques en radioprotection, chargée d'assurer la sécurité radiologique des équipes françaises de secours. Dans ce contexte, à la demande de la Direction de la Sécurité Civile (DSC), la DCSSA, après activation par l'Etat major des armées, désigne le SPRA pour assurer la protection radiologique du détachement qui allait être projeté. Une réunion de crise est organisée au SPRA afin de définir l'équipe qui sera projetée, à savoir un binôme qui se compose d'un médecin de la Division médicale et d'un pharmacien de la Division technique. Les délais de mise en route sont extrêmement brefs et l'équipe du SPRA est prête dans le délai fixé, à savoir 5 heures plus tard. Lors de la mise en route, l'objectif initial de la mission du détachement est très clair, il s'agit de sauvetage et de déblaiement



Figure 2. Crédit photo SPRA.

des victimes du tremblement de terre, la mission du SPRA, elle, est le conseil et l'expertise afin d'assurer la sécurité radiologique de ce détachement en opération. Pendant le vol Paris-Tokyo, la situation a évolué et la composante radiologique est devenue prépondérante pour la réussite de la conduite des opérations. Lors de la mission de sauvetage et de déblaiement, au sein même de la zone du sinistre, à Sendai, très rapidement il s'est avéré que le tsunami et les conditions météorologiques ne laissaient aucun espoir de retrouver des survivants. La mission s'oriente alors vers



Figure 3 Crédit photo SPRA.

l'aide aux populations avec des actions de déblaiement, de nettoyage des zones sinistrées, l'acheminement de fret humanitaire et des actions menées au profit de l'ambassade et des familles françaises expatriées (Figure 2).

L'ensemble des mesures de radioprotection assurées est à replacer dans un contexte de rusticité extrême, alliant fatigue importante, répliques sismiques fréquentes, températures négatives, absence d'eau, d'électricité, de sanitaires, de liaison GSM et alimentation en boîtes de rations. L'état de sûreté nucléaire instable, sans visibilité, impose de réévaluer en continu les données radiologiques afin de pouvoir anticiper la mise à l'abri du détachement. L'analyse de la situation est quotidienne, en liaison avec la cellule de crise de l'ambassade, et doit s'adapter aux constantes évolutions de l'état du parc nucléaire de Fukushima. Les décisions prises sont très dépendantes des informations météorologiques fournies par météo France, avec une fiabilité de 36 heures pour les prévisions annoncées. Cette mission hors norme a dégagé plusieurs faits marquants. La validation du caractère opérationnel du SPRA qui a pu répondre favorablement à la sollicitation de la DCSSA. Les personnels étaient prêts à intégrer un détachement opérationnel en s'adaptant parfaitement aux conditions extrêmes. La situation instable, du fait des explosions au sein des bâtiments réacteurs, du dénoyage de cœurs, des

d'un comprimé d'iodure de potassium (KI). Dans le contexte opérationnel particulier de cette mission, il fallait poursuivre la mission dans cette ambiance avérée et envisager de réitérer l'administration de comprimés de KI malgré l'absence de recommandations validées.

Dès l'atterrissage en France, le détachement a tout d'abord été dirigé vers une chaîne de détection-décontamination déployée à Tremblay en France (Figure 3). Ensuite la prise en charge a été assurée sur l'îlot Percy, à Clamart, selon un circuit établi par la cellule de crise nationale du SPRA, comprenant un débriefing d'accueil, des examens d'anthroporadiométrie et de



Figure 4 Crédit photo SPRA.

fuites de piscines, a été très dépendante des conditions météorologiques. Elle a nécessité une réévaluation permanente des décisions à prendre. Cela a généré des tensions fortes supportées par les experts grâce à la possibilité de conforter entre eux les choix décisionnels. Le positionnement au plus près du commandement a favorisé l'adaptation des décisions en temps réel avec la plus valeur du SPRA dans l'expertise vis-à-vis de l'exposition interne. Les conditions d'intervention théoriques en situation d'urgence radiologique avec présence d'I311 supposent le retrait immédiat de la zone sous le nuage après la prise

radiotoxicologie des urines ainsi qu'une consultation assurée par un psychologue ou un psychiatre de l'HIA Percy (Figure 4). Sur le terrain, la pratique professionnelle quotidienne et complémentaire de ce binôme médecin-pharmacien a constitué un atout majeur dans le conseil radiologique au commandement et l'aide à la prise de décision sur site. Cette mission riche d'enseignements a permis de valider le caractère opérationnel du SPRA mais aussi de mettre en avant la complémentarité des actions effectuées en local et sur le territoire national. ♦

Afflux massif de brûlés thermiques ou chimiques en temps de paix

Alexis DONAT, Thomas LECLERC, Laurent BARGUES.

Hôpital d'instruction des Armées Percy, Centre de Traitement des Brûlés.

Le but de ce travail est de revenir sur les catastrophes les plus marquantes de l'histoire, de définir les grands principes de triage et d'organisation des soins, de présenter les principaux plans nationaux et de rappeler la doctrine française.

L'afflux massif de brûlés thermiques ou chimiques est une situation de crise fréquemment rencontrée dans le monde en temps de paix. Les catastrophes nucléaires restent plus rares et violentes, occasionnent davantage de victimes, nécessitent des prises en charge spécifiques que nous n'aborderons pas ici. Aux États-Unis lors du 20^{ème} siècle, Barillo D. et al. ont retrouvé 73 catastrophes majeures avec un grand nombre de brûlés ^[1]. Depuis 2001, suite aux attentats à New York et Washington, les sociétés savantes internationales de brûlures ont réfléchi à l'élaboration de plan pour la prise en charge de grand nombre de brûlés ^[2]. Ces « plans catastrophes » se sont multipliés afin de répondre aux particularités de chaque pays ou région et afin d'optimiser l'utilisation des centres de brûlés dans ce contexte.



A) L'HISTOIRE

Les circonstances de survenue sont malheureusement assez proches et de grandes similitudes existent entre les différents désastres. On peut classer les circonstances en cinq catégories : les incendies, les accidents industriels et pétroliers, les attentats, les accidents de transport et les catastrophes naturelles.

1) Les incendies

La donnée de la littérature montrent une grande fréquence d'incendies très meurtriers dans des lieux publics comme les night-clubs et discothèques ^[3]. Toutes les conditions sont réunies pour la survenue d'un drame : grand nombre de jeunes victimes, espace clos avec dégagement de fumées, réactions de panique, évacuations de secours limitées ^[4]. On retrouve des similitudes dans le nombre élevé de victimes, la relative faible surface cutanée brûlée et l'incidence élevée de lésions respiratoires par inhalation de fumées. Les feux dans les discothèques survenus à Gothenburg (Suède-1998) ^[4], à Volendam (Pays-bas, 2001) ^[5], à Rhode Island (USA-2003) ^[6], à Bangkok (Thaïlande-2009) ^[7] sont marqués par des afflux de 50 à 100 brûlés graves. A Rhode Island par exemple, les jeunes victimes avaient des surfaces brûlées moyennes de seulement 18 % de la surface

corporelle et plus de deux tiers d'entre eux portaient des brûlures respiratoires ^[6]. Le nombre de décès sur site (67 à Bangkok, 100 à Rhode Island) témoigne de la violence du sinistre.

Les victimes d'incendies dans les immeubles d'habitation ou des hôtels constituent en hiver un recrutement régulier pour les centres de brûlés dans les pays occidentaux. Les caractéristiques de ces brûlés sont la faible surface brûlée, mais l'incidence élevée de lésions respiratoires, responsables de la quasi totalité des décès ^[8]. A Paris en 2005 lors d'un incendie dans un hôtel, il y a eu 50 brûlés (surtout des brûlures de la face et des mains) et 25 décès (dont 11 enfants) sur les lieux du sinistre par inhalation grave de fumées.

2) Les accidents industriels et pétroliers

Les feux et explosions en milieu industriel et dans les raffineries sont connus pour leur violence et leur caractère meurtrier. La puissance de l'énergie délivrée par les hydrocarbures, les gazoducs, les plateformes pétrolières en feu est considérable. Ces catastrophes à l'extérieur sont celles qui provoquent le plus grand nombre de décès, de brûlures graves et de lésions respiratoires ^[8]. La toxicité respiratoire des produits industriels entraîne des détresses respiratoires précoces ^[9]. La très grande majorité des victimes et impliqués peuvent

avoir des tableaux respiratoires irritatifs ^[10]. En Afrique, l'absence de sécurité sur les installations pétrolières et les mauvaises conditions de transport d'hydrocarbures sont responsables de catastrophes impliquant régulièrement plus de 300 brûlés ^[11]. L'insuffisance de moyens hospitaliers locaux contribue à un taux de mortalité très élevé ^[12]. L'explosion d'un gazoduc en Belgique à Ghislenghien en 2004 a causé la mort immédiate de 16 ouvriers, des blessures chez 155 personnes dont 65 brûlés graves. Malgré la survenue à l'extérieur, les surfaces brûlées étaient importantes (moyenne 32 % de la Surface Corporelle Totale ou SCT) comme les lésions respiratoires associées (15 %) ^[13].

3) Les attentats

Le nombre total d'explosions terroristes n'a fait qu'augmenter lors des dernières décennies ^[14]. Malgré un nombre important de victimes, les attentats terroristes sont relativement peu pourvoyeurs de brûlures. Les effets physiques de l'explosion et les lésions pénétrantes par les objets métalliques placés dans les bombes vont créer des traumatismes majeurs. Les brûlures dues à l'énergie thermique dégagée par l'explosion sont à la fois secondaires et peu étendues. A New-York (USA) le 11 septembre 2001, les autorités n'ont recensé qu'une cinquantaine de brûlés parmi les milliers de blessés

et les 3000 morts ou disparus^[15]. Lors des attentats de Londres et Madrid en mars 2004, la proportion de blessés avec brûlures était faible (moins de 20 %). Les brûlures étaient peu étendues, localisées aux zones découvertes (face, mains), peu profondes (1^{er} et 2^{ème} degré) et liées à la chaleur radiante à proximité de l'explosion^[16]. La brûlure associée aux traumatismes et au blast n'aggrave pas le pronostic d'une victime d'attentat^[17]. Les attentats suicide en Israël sont responsables chez les victimes de polytraumatismes, de lésions chirurgicales aiguës et très secondairement de brûlures légères^[18].

4) Les accidents de transport

Depuis le tragique accident de Ramstein (Allemagne- 1988) lors d'un meeting aérien faisant près de 400 blessés, les catastrophes liées au transport et impliquant des brûlés en grand nombre sont restées rares^[19]. Des accidents ponctuels sont rapportés régulièrement dans la littérature : accidents aériens^[20], ferroviaires^[8] ou maritimes^[21].

5) Les catastrophes naturelles

Les catastrophes naturelles s'accompagnent surtout de difficultés de prise en charge, de transport et de traitement des brûlés en grand nombre, suite aux évacuations des régions sinistrées et de la pénurie de structures hospitalières^[22]. Dans les incendies suivant les tremblements de terre et les tsunamis^[23], les feux de forêts^[24] ou les ouragans^[10], les brûlures ne représentent pas la priorité de santé publique même si leur nombre n'est pas négligeable^[1].

B) LES PRINCIPES DE PRISE EN CHARGE

L'expérience de différentes catastrophes a montré la nécessité d'intégrer des grands principes dans les différents plans destinés à soigner des brûlés en grand nombre.

1) Les premiers soins

Les soins immédiats de référence doivent autant que possible s'appliquer chez le brûlé même en situation de saturation et d'afflux. Les traitements de base sont : A (Airway) ou sauvegarde de la liberté des voies aériennes, B (Breath) ou maintien de la ventilation, C (Circulation) ou rétablissement de la circulation par escarrotomies dans les six heures après brûlure, D (Disability) ou prise en compte des troubles



de conscience et coma, E (Exposure) ou retrait puis antagonisation de l'agent causal responsable des brûlures, F (Fluid) ou remplissage vasculaire^[25]. Le détail de ces soins urgents figurent dans certains plans d'urgence^[13].

2) Les premiers soignants et les secouristes

Les soins aux victimes doivent être dispensés par des personnels para médicaux ayant une compétence, une expérience ou une formation dans le domaine de la brûlure. Des évaluations et des cycles de préparation spécifiques ont montré leur efficacité chez les soignants pour mieux appréhender en urgence ce traitement^[26]. L'intensité et la lourdeur de ces soins ont été rapportées par les hôpitaux militaires américains confrontés à des brûlés de guerre en grand nombre^[27]. Des cycles de formation orientés vers la prise en charge de brûlés en masse ont été déployés dans des hôpitaux civils afin de se préparer à une éventuelle catastrophe^[28].

3) Le triage

Il s'agit de l'étape essentielle d'un plan catastrophe avec brûlés. Le triage doit évaluer le nombre et la gravité des victimes, orienter les brûlés vers des structures sanitaires disponibles et adaptées à leurs lésions^[29]. Ces principes de triage sont anciens et ont été appliqués depuis des siècles dans différentes situations de catastrophe et d'afflux en temps de paix ou de conflit^[30].

3.1) L'équipe de triage

Les recommandations de l'American Burn Association (ABA) sont de confier le triage de ces patients à des personnels issus de centres de brûlés et expérimentés dans cette pathologie^[31]. Les plans nationaux les plus récents, en Belgique et en Suisse, ont retenu ce principe de triage spécialisé par une équi-

pe déployée dans les meilleurs délais après la catastrophe vers le lieu de triage^[13,32].

3.2) Le lieu du triage

Le site du triage peut être l'hôpital le plus proche du sinistre, surtout si celui-ci possède un centre de brûlés^[6]. Des hôpitaux périphériques, éloignés des centres spécialisés, ont effectué dans le service des urgences l'accueil et le tri d'un nombre important de brûlés^[33]. Dans l'organisation nord américaine, le site du triage sera rapidement désigné en fonction des conditions locales et du lieu de la catastrophe^[34].

Dans la doctrine française, le triage prend place au Poste Médical Avancé (PMA) déployé par le Service d'Aide Médicale Urgente (SAMU)^[35].

3.3) Les règles du triage primaire

Le triage primaire (première catégorisation des victimes) s'oppose au triage secondaire (réorientation plus tardive des brûlés après stabilisation vers un centre de soins éloigné et adapté)^[36]. Le triage non spécifique a été peu employé chez le brûlé et semble trop orienté vers les détresses vitales immédiates, souvent retardées chez le brûlé même gravement atteint^[37].

Les règles de triage ont beaucoup évolué dans le temps pour devenir plus spécifiques :

- Triage selon les délais chirurgicaux. Ces patients nécessitent rarement une intervention chirurgicale urgente et leur survie ne dépend pas du temps d'acheminement minimal vers un bloc opératoire. Les incisions de décharge sont à réaliser avant la sixième heure, mais peuvent être faites dans le sas de déchocage d'un PMA ou d'un service d'urgences.
- Triage selon la Surface Cutanée Brûlée (SCB). Cette règle a été la référence pendant des décennies, mais pose le problème de l'imprécision de l'évaluation, de l'ignorance des profondeurs de brûlures et des lésions associées (inhalation de fumées, polytraumatisme, blast).
- Triage selon la SCB et l'âge. Cette règle, mise en place par l'ABA en 2005, réserve les infrastructures lourdes et soins les plus coûteux aux patients ayant un rapport espérance de vie / moyens favorable^[38].
- Triage selon la SCB, l'âge et la présence d'inhalation de fumées. Ces trois facteurs sont selon Ryan CM et al. les critères pronostiques les plus déterminants chez le brûlé^[39]. Des plans en cas de catastrophe, inspirés de celui de l'ABA, intègrent ces trois paramètres^[40]. La notion de brûlures



respiratoires ne peut pas être ignorée en raison des conséquences immédiates sur les soins (intubation, ventilation mécanique, complications potentielles) et des conséquences retardées sur la survie.

3.4) La régulation centralisée

Le choix est fait dans la plus part des pays de confier la régulation au centre des brûlés de référence ou de proximité [13, 32, 34]. Cette régulation, faite par un praticien expérimenté dans le domaine, utilise une « hot line » et coordonne les destinations des victimes en fonction du triage et des capacités hospitalières disponibles. Cette démarche nécessite une connaissance des places de lits pour grands brûlés sur le territoire national et dans les pays voisins. Le suivi en temps réel des lits dans les centres de brûlés s'avère particulièrement complexe et difficile à obtenir, même dans des pays riches en moyens de communication comme les USA [41]. En Europe, seule l'Allemagne et les pays germanophones limitrophes (Suisse, Autriche) ont un réseau entretenu permettant une coopération rapide et efficace en cas de catastrophe [42].

3.5) Le transport secondaire

L'expérience de catastrophes civiles ou d'attentats terroristes montre la possibilité de créer des évacuations sanitaires en grand nombre de brûlés depuis le triage vers des hôpitaux d'infrastructure éloignés [6]. Des « ponts aériens » ont permis l'évacuation de victimes d'un crash aérien entre la Caroline du Nord et le Texas [20] ou entre Bali et l'Australie après l'explosion d'une bombe [43]. Ces transports de patients critiques peuvent être confiés à des équipes paramédicales issues des centres de brûlés [13, 20, 27].

3.6) La coopération internationale

Le nombre limité de centres de brûlés dans les pays d'Europe rend indispensable la coopération des pays voisins pouvant recevoir des victimes. Les catastrophes de Ghislenghin (Belgique) et de Volendam (Pays

Catégories de brûlés	Lits hospitaliers adaptés
Surface Brûlée > 60 % SCT +/- inhalation de fumées +/- Poly traumatisme	Centre de triage (PMA, réveil, SAU)
Surface Brûlée 20 à 60 % SCT +/- inhalation de fumées +/- Poly traumatisme	Centre des brûlés
Surface Brûlée < 20 % SCT +/- inhalation de fumées +/- Poly traumatisme	Réanimation médicale ou chirurgicale
Surface Brûlée < 20 % SCT avec site critique (main, face, pieds)	Chirurgie
Surface Brûlée < 20 % SCT sans site critique	Service d'accueil des urgences (SAU)

Tableau I : classification des brûlés et orientation hospitalière [35].



Bas) sont de bons exemples de solidarité et d'entraide entre les états [13, 5]. A une autre échelle, différents états doivent s'associer en réseau pour faire face à une catastrophe sur le territoire nord-américain [34]. Selon une enquête ancienne, les pays pouvant faire face seuls à un afflux massif de brûlés sont très rares en Europe [44].

3.7) L'organisation des centres de brûlés

Les centres de brûlés doivent se préparer localement à un afflux massif [45]. L'organisation des services doit intégrer cette notion d'hospitalisation en grand nombre aussi bien sur le plan de l'infrastructure, du personnel que du matériel [46]. L'idéal étant de disposer d'un secteur de crise facilement et rapidement mobilisable en cas de catastrophe.

C) LA DOCTRINE FRANÇAISE

Notre pays compte des spécificités dans le domaine des catastrophes : régulation par le SAMU, triage dans le PMA, répartition

géographique homogène des centres de brûlés, disponibilité de 200 lits pour brûlés dont 100 lits de type réanimation, , déchochage dans des structures hospitalières orientées vers le traumatologie comme les salles de réveil des hôpitaux universitaires, collaboration régulière avec les pays voisins (Belgique en particulier). L'originalité de la démarche française est d'organiser le tri des brûlés en fonction du lieu de destination. Les autres acteurs de l'urgence (salles de réveil, services d'urgence, réanimations médicale et chirurgicale) sont mis à contribution pour recevoir des brûlés et préserver les lits spécialisés [35].

Les plans les plus récents et les plus évolués comme celui de la ville de New York définissent un réseau de soins, ne se limitant pas aux seuls centres des brûlés [47].

Le plan français de la Société Française d'Étude et de Traitement des Brûlures (SFETB) propose une catégorisation des victimes en cinq catégories et une hospitalisation dans cinq types de lits adaptés (Tableau I).

CONCLUSION

Les nombreuses catastrophes impliquant des brûlés ont permis d'élaborer des réponses sanitaires au niveau national. Les données historiques de la littérature

mettent en évidence de grandes similitudes entre les différents désastres ayant frappé les pays occidentaux. Des grands principes de triage, de premiers soins, de transport et de régulation des lits sont communs aux différents plans américains et européens. La

doctrine française a pour caractéristique essentielle d'orienter la victime vers un lit hospitalier adapté à la taille des brûlures et aux lésions traumatiques associées. ♦

BIBLIOGRAPHIE

1. Barillo DJ, Wolf S. Planning for burn disasters: Lessons learned from one hundred years of history. *J Burn Care Res* 2006 ; 27: 622-634.
2. ABA board of trustees, and committee on organization and delivery of burn care. Disaster management and the ABA plan. *J burn Care Rehabil* 2005; 26: 102-106.
3. Dacey MJ. Tragedy and response – The Rhode Island nightclub fire. *N Engl J Med* 2003 ; 349, 21: 1990-1992.
4. Cassuto J, Tarnow P. The discotheque fire in Gothenburg 1998. A tragedy among teenagers. *Burns* 2003; 29: 405-416.
5. Welling L, Van Harten SM, Patka P, Bierens JJLM, Boers M, Luitse JSK, Mackie DP, Trouwborst A, Gouma DJ, Kreis RW. The café Fire on new year's Eve in Volendam, the Netherlands: description of events. *Burns* 2005 ; 31: 548-554.
6. Mahoney EJ, Harrington DT, Biffi WL, Metzger J, Oka T, Cioffi WG. Lessons learned from a nightclub fire: institutional disaster preparedness. *J Trauma* 2005; 58: 487-491.
7. Jongcheerdchootrakul K, Henderson AK, Jiraphongsa C. Injuries and deaths at a pub fire in Bangkok, Thailand on new year's eve 2009. *Burns* 2011 ; 37: 499-502.
8. Cancio LC, Pruitt BA. Management of mass casualty burn disasters. *International Journal of Disaster Medicine* 2005 ; 1: 1-16.
9. Wolter TP, Fuchs PC. Fumes in industrial fires can make inhalation injury more severe – a report of three cases of industrial burn accident. *Burns* 2005 ; 31: 925-929.
10. Bing M, Wei W, Zhao-Fan X, Hong-Tai T, Shi-Hui Z, Yu W, Guang-Yi W, Da-Sheng C, Shi-Chu X. Mass chemical burn casualty. Burn management of 118 patients with alkali burn during a Matsa Typhoon attack in Shanghai, China in 2005. *Burns* 2007 ; 33: 565-571.
11. Fadeyibi IO, Omosebi DT, Jewo PI, Ademiluyi SA. Mass burns disaster in Abule-Egba, Lagos, Nigeria from a petroleum pipeline explosion fire. *Annals of burns and fire disasters* 2009 ; 2: 97-103.
12. Van Kooij E, Schrever I, Kizito W, Hennaux M, Mugenya G, Otieno E, Trelles M, Ford NP, Chu KM. Responding to major burn disasters in resource-limited settings: lessons learned from oil tanker explosion in Nakuru, Kenya. *J Trauma* 2011 ; 71: 573-576.
13. Jennes S, Caesar S, Colpaert K, Magnette A. Les recommandations de la BABI sur le management pré hospitalier et intra hospitalier de grands brûlés au cours des 72 premières heures post brûlure. Belgian Association for Burn Injuries (BABI). Fondation Belge des Brûlures. 2007 ; www.brûlures.be.
14. Frykberg ER. Medical management of disasters and mass casualties from terrorist bombings : How can we cope ? *J Trauma* 2002 ; 53: 201-212.
15. Yurt RW, Bessey PQ, Bauer GJ, Dembicki R, Laznick H, Alden N, Rabbits A. A regional Burn's center response to a disaster : September 11, 2001, and the days beyond. *J Burn Care Rehabil* 2005 ; 26: 117-124.
16. Perral-Gutierrez de Cebalos J, Turegano-Fuentes F, Perez-Diaz D, Sanz-Sanchez M, Martin-Llorente C, Guerrero-Sanz JE. 11 march 2004: The terrorist bomb explosions in Madrid, Spain – an analysis of the logistics, injuries sustained and clinical management of casualties treated at the closest hospital. *Crit Care* 2005 ; 9: 104-111.
17. Peleg K, Liran A, Tessone A, Givon A, Orenstein A, Haik J. Do burns increase the severity of terror injuries ? *J Burn Care Res* 2008 ; 29: 887-892.
18. Kosashvili Y, Loebenberg MA, Lin G., Peleg K, Zvi F, Kluger Y, Blumenfeld A. Medical consequences of suicide bombing mass casualty incidents: the impact of explosion setting on injury patterns. *Injury* 2009 ; 7: 698-702.
19. Kossman T, Wittling I, Buhren V, Sutter G, Trentz O. Transferred triage to a level I trauma center in a mass catastrophe of patients: many of them with burns. *Acta Chir Plast* 1991 ; 33: 145-150.
20. Mozingo DW, Barillo DJ, Holcom JB. The Pope Air Force Base crash and burn disaster. *J Burn Care Rehabil* 2005 ; 26: 132-140.
21. Ben DF, Ma B, Chen X-L, Zhu S-H, Tang H-T, Lu W, Xia Z-F. Burn injuries caused by ship fires: a 12-year study in Shanghai. *Burns* 2010 ; 36: 576-580.
22. Gallagher JJ, Jaco M, Marvin J, Herndon DN. Can burn centers evacuate in response to disaster ? *J Burn Care Res* 2006 ; 27: 596-599.
23. Jain V, Noponen R, Smith BM. Pediatric surgical emergencies in the setting of natural disaster : experiences from the 2001 earthquake in Gujarat, India. *J Pediatr Surg* 2003 ; 38: 663-667.
24. Phua YS, Miller JD, Wong She RB. Total care requirements of burn patients : implications for a disaster management plan. *J Burn Care Res* 2010 ; 31: 935-941.
25. Durrant CAT, Simpson AR, Williams G. Thermal injury- the first 24 hour. *Current anaesthesia & critical care* 2008 ; 19: 256-263.
26. Breederveld RS, Nieuwenhuis MK, Tuinbreijer WE, Aardenburg B. Effect of training in emergency management of severe burns on the knowledge and performance of emergency care workers as measured by an online simulated burn incident. *Burns* 2011 ; 37: 281-287.
27. Greenfield E, Winfree J. Nursing's role in the planning, preparation, and response to burn disaster or mass casualty events. *J Burn Care Rehabil* 2005 ; 26: 166-169.

28. Wetta-Hall R, Cusick Jost J, Jost G, Praheswari Y, Berg-Copas GM. Preparing for burn disasters : evaluation of a continuing education training course for pre-hospital and hospital professionals in Kansas. *J Burn Care Res* 2007 ; 28: 97-104.
29. The american college of surgeons, committee on trauma, Statement on disaster and mass casualty management. *J Am Coll Surg* 2005 ; 2: 855-856.
30. Iserson KV, Moskop JC. Triage in Medicine, part I: concept, history and types. *Ann Emerg Med* 2007 ; 3: 275-280.
31. Sheridan R, Barillo DJ, Herndon D, Solem L, Mohr W, Kadilack P, Whalen B, Morton S, Nall J, Massman N, Buffalo M, Briggs S. Burn specialty teams. *J Burn Care Rehabil* 2005 ; 26: 170-173.
32. Potin M, Sénéchaud C, Carsin H, Fauville JP, Fortin JL, Kuenzi W, Lupi G, Raffoul W, Schiestl C, Zuercher M, Yersin B, Berger MM. Mass casualty incidents with multiple burn victims : rationale for a Swiss burn plan. *Burns* 2010 ; 36: 741-750.
33. Leslie CL, Cushman M, McDonald GS, Joshi W, Maynard AM. Management of multiple burn casualties in a high volume ED without a verified burn unit. *Am J Emerg Med* 2001 ; 19: 469-473.
34. Barillo DJ, Dimick AR, Cairns BA, Hardin WD, Acker JE, Peck MD. The southern region burn disaster plan. *J Burn Care Res* 2006; 27: 589-595.
35. Carli P, Carsin H. Table ronde afflux massif de brûlés. Société Française d'Etude et de Traitement des Brûlures (SFETB). *Brûlures* 2006 ; 4: 191-206.
36. Moser R, Connelly C, Baker L, Barton R, Buttrey J, Morris S, Saffle J, Whitney JR. Development of a state medical surge plan, Part II : components of a medical surge plan. *Disaster manage response* 2006 ; 4: 19-24.
37. Khan CA, Schultz CH, Miller KT, Anderson CL. Does START triage work ? An outcome assessment after a disaster. *Ann Emerg Med* 2009 ; 3: 424-430.
38. Saffle JR, Gibran N, Jordan M. Defining the ratio of outcomes to resources for triage of burn patients in mass casualties. *J Burn Care Rehabil* 2005 ; 26: 478-482.
39. Ryan CM, Schoenfeld DA, Thorpe WP, Sheridan RL, Cassem EH, Tompkins RG. Objective estimates of the probability of death from burn injuries. *N Engl J Med* 1998; 338: 362-366.
40. Yurt RW, Bessey PQ, Alden RN, Meisels D, Delaney JJ, Rabbitts A, Greene WT. Burn-injured patients in a disaster: September 11th revisited. *J Burn Care Res* 2006; 27: 635-641.
41. Barillo DJ, Jordan MH, Jocz RJ, Nye D, Cancio LC, Holcomb JB. Tracking the daily availability of burn beds for national emergencies. *J Burn Care Rehabil* 2005 ; 26: 174-182.
42. Vogt PM, Busche MN. Evaluation of infrastructure, equipment and training of 28 burn unit / burn centers in Germany, Austria and Switzerland. *Burns* 2011 ; 2: 257-264.
43. Kennedy PJ, Haertsch PA, Maitz PK. The Bali burn disaster: implications and lessons learned. *J Burn Care Rehabil* 2005 ; 26: 125-131.
44. Vedler V, Künzi W, Bürgi U, Meyer VE. Care of burns victims in Europe. *Burns* 1999 ; 25: 152-157.
45. Haberal M. Guidelines for dealing with disasters involving large numbers of extensive burns. *Burns* 2006 ; 32: 933-939.
46. Squires SJ. Organization of burns services. *Current anesthesia and Critical Care* 2002; 13: 83-86.
47. Leahy NE, Yurt RW, Lazar EJ, Villacara AA, Rabbitts AC, Berger L, Chan C, Chertoff L, Konlon KM, Cooper A, Green LV, Greens-tein B, Lu Y, Miller S, Mineo FP, Pruitt D, Ribaudo DS, Ruhren C, Silber SH, Soloff S. Burn disaster response planning in New York city : updated recommendations for best practices. *J Burn Care Res* 2012 ; DOI 10.97/BCR.0b013e3318241b2cc.

Lésions par explosion

Jean Louis DABAN¹, Pierre PASQUIER², Bernard LENOIR¹, Bruno DEBIEN¹

¹ Service d'anesthésie-réanimation - Hôpital d'instruction des armées Percy. ² Service d'anesthésie-réanimation - Hôpital d'instruction des armées Bégin.

Les explosions sont des phénomènes physiques ou chimiques d'origines diverses : électriques (flash, fulguration), physiques (accidents d'autocuiseur), nucléaires, ou chimiques (trinitrotoluène ou TNT, dynamite). Nous centrerons notre propos sur ces dernières. Elles sont principalement causées par des accidents industriels, des conflits armés ou des actes de terrorisme. Ces explosions terroristes ont vu leur fréquence multipliée par quatre, leur morbidité par neuf et leur létalité par quinze en huit ans(1). C'est dire l'importance, pour les équipes de secours, de comprendre le mécanisme vulnérant, les lésions engendrées et les moyens thérapeutiques à mettre en œuvre. Nous définirons les explosions, décrirons les lésions spécifiques, la présentation des victimes et enfin leur prise en charge.

Les explosions

Ce sont des réactions chimiques exothermiques qui donnent naissance à une onde de choc, un souffle et un dégagement de chaleur. Elles transforment en un temps très court un corps liquide ou solide en gaz dont le volume final est parfois mille fois supérieur au volume initial du réactif⁽²⁾. Ce pouvoir d'expansion génère localement, avant la détente des gaz, un pic de pression très important pouvant atteindre plusieurs centaines de milliers de kilopascals (kPa). Cette surpression, qui se propage dans le milieu avec une vitesse très largement supersonique (4000 à 8000 m/sec) est appelée « onde de choc ». Le pic de pression et la vitesse de propagation décroissent d'autant plus vite que le milieu est peu dense (dans l'air en particulier). L'expansion des gaz produits et la mise en mouvement des masses d'air environnantes forment le « souffle » de l'explosion. La troisième composante vulnérante d'une explosion est la « chaleur ». Elle est liée au caractère exothermique de la réaction chimique⁽²⁾.

Les lésions

Lésions primaires :

Elles sont causées par l'onde de choc et sont aussi appelées lésions de blast ou blast injuries ou plus simplement blast⁽³⁾. L'atteinte pulmonaire (blast pulmonaire), qui ressemble à une contusion pulmonaire « classique » est la plus connue et la plus redoutée, bien qu'elle ne soit retrouvée que chez 4 à 8 % des survivants. Elle se manifeste, dans les formes graves, par une insuffisance respiratoire aiguë. L'examen clinique recherche une toux, une hémoptysie, une sensation de brûlure rétro-sternale, des râles crépitants, un pneumothorax ou un emphysème sous-cutané⁽⁴⁾. Les lésions de blast digestif sont moins connues.

Elles surviennent pour des pics de pression similaires à ceux entraînant un blast pulmonaire. Elles se manifestent par des perforations digestives, immédiates ou retardées, des contusions hépatiques ou spléniques⁽⁵⁾. L'atteinte tympanique se manifeste sous la forme d'une perforation, d'une hyperhémie ou d'un hémotympan⁽⁶⁾. Elle est souvent isolée chez des patients indemnes de toute lésion de blast pulmonaire ou digestif.

Lésions secondaires :

Le souffle de l'explosion est responsable de la projection de débris de la charge explosive elle-même, de l'environnement (graviers) ou de corps étrangers assemblés autour de l'explosif par les terroristes pour en augmenter le caractère vulnérant. Il crée des lésions projectilaires appelées aussi lésions secondaires. Ce sont les lésions les plus fréquentes chez les survivants d'explosion^(7,8).

Lésions tertiaires :

Le souffle peut aussi projeter les victimes elles-mêmes et entraîner des lésions qui ressemblent aux traumatismes fermés du temps de paix (accidents de la voie publique, chutes). Ce sont les lésions tertiaires⁽³⁾.

Autres lésions :

Les lésions d'enveloppement, les brûlures, l'inhalation de fumées ou le stress aigu sont appelées lésions quaternaires tandis que le syndrome de réponse inflammatoire systémique récemment identifié constitue la lésion quinaire^(1,9).

Les victimes d'explosion :

Nous prendrons comme mode de description, la victime d'attentat terroriste en milieu urbain.

Si la victime était proche de la charge explosive, elle peut présenter une association lésionnelle complexe : amputations de membres voire fragmentation corporelle, brûlures, lésions de blast (pulmonaires et digestives), traumatismes fermés et lésions projectilaires.

Si le blessé était très éloigné de la source de l'explosion, il peut ne présenter que des lésions de criblage

Le profil lésionnel des victimes varie donc selon la distance (Figure 1)⁽¹⁰⁾. Cependant, d'autres facteurs peuvent influencer la gravité des lésions présentées :

- un milieu fermé : les phénomènes de réflexion de l'onde de choc sur les murs et un amortissement plus faible du pic de pression expliquent la fréquence plus élevée

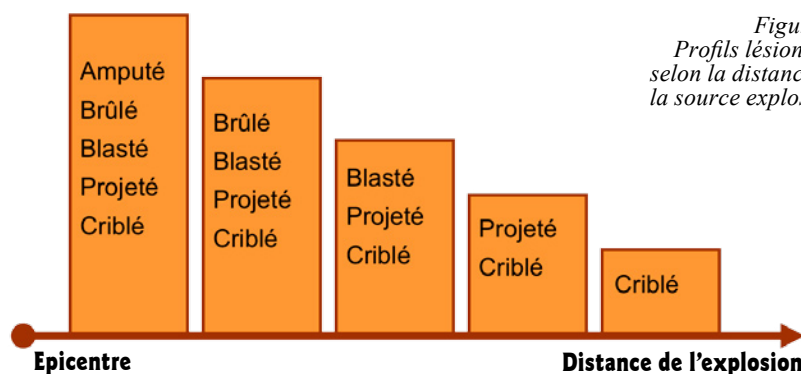


Figure 1.
Profils lésionnels
selon la distance de
la source explosive.

du blast pulmonaire et une mortalité plus importante chez les survivants.

- la position de la victime (protégée par une paroi ou un mur ayant résisté au souffle) peut expliquer qu'elle ne soit pas projetée ni victime de criblage.

- l'effondrement de l'immeuble est, par contre, toujours associé à une létalité plus importante ⁽¹¹⁾.

La prise en charge

En urgence :

La prise en charge est d'abord orientée vers la mise en évidence et le traitement des détresses vitales :

- Libération des voies aériennes, exsufflation d'un pneumothorax, installation en position demi-assise, oxygénothérapie et analgésie sont envisagés en priorité en cas d'insuffisance respiratoire aiguë. Le drainage pleural ou l'intubation trachéale sont décidés en cas d'inefficacité des mesures précédentes. L'éventualité d'un blast pulmonaire ne doit pas faire différer une intubation urgente. L'existence d'une perforation tympanique chez un patient asymptomatique non hypoxique ne doit pas faire craindre l'apparition d'une détresse respiratoire retardée ⁽¹²⁾.

- En cas d'état de choc, un remplissage vasculaire adapté est entrepris avec le contrôle du saignement.

- L'intubation trachéale, enfin, est envisagée devant un patient présentant un trouble de conscience persistant.

Ne sont conduits à l'hôpital que les

patients symptomatiques ou devant bénéficier d'un bilan lésionnel urgent. Les indemnes sont laissés sur place, sous peine de saturer les structures de soins et d'entraîner, du fait de ce sur-triage, une surmortalité hospitalière ⁽¹³⁾.

A l'hôpital :

La stabilisation du patient est poursuivie pendant la réalisation du bilan lésionnel. Celui-ci s'oriente vers la mise en évidence des lésions secondaires et tertiaires afin de poser d'éventuelles indications chirurgicales.

Le bilan lésionnel repose, en urgence, sur la réalisation d'une échographie d'urgence (pleurale, péritonéale et péricardique), d'une radiographie thoracique et du bassin. Ces examens sont performants pour mettre en évidence l'origine d'un saignement en cas de traumatisme fermé, mais peu sensibles pour déterminer le caractère pénétrant ou non de lésions projectilaires de l'abdomen ⁽¹⁴⁾. L'examen de choix est la tomographie (TDM), mais sa réalisation en cas d'afflux de victimes transforme le service d'imagerie en goulet d'étranglement ⁽¹⁵⁾. Les victimes les plus graves sont le plus souvent chirurgicales d'emblée. Chez celles-ci, en cas de doute sur une pénétration projectilaire, une exploration de l'orifice de la plaie peut-être réalisée dans le même temps opératoire par le chirurgien. Le TDM est alors réalisé de façon différée pour parfaire le bilan lésionnel. Les victimes les plus légères peuvent être le plus souvent explorées par des radiographies simples.

Le scanner est donc réalisé d'emblée uniquement chez les blessés dont la prise en charge immédiate en dépend.

Au plan chirurgical, les plaies pénétrantes du thorax sont rarement opérées ⁽¹⁶⁾. Le drainage permet le plus souvent de tarir un hémithorax et de traiter un pneumothorax. Les plaies pénétrantes de l'abdomen sont conduites en urgence au bloc opératoire, surtout en cas de choc, d'éviscération ou de péritonite ⁽¹⁷⁾. Les plaies des membres sont opérées en cas de fracture, d'atteinte vasculaire ou articulaire ou de délabrement important. Les criblages superficiels bénéficient d'un simple lavage antiseptique. Les plaies cranio-cérébrales, enfin, bénéficient d'une chirurgie urgente ayant pour but de parer les orifices de pénétration et de restaurer l'étanchéité de la dure-mère ⁽¹⁸⁾.

Conclusion

Les blessures par explosion constituent un sujet d'actualité en milieu civil comme en cas de conflit. Leur prise en charge répond aux mêmes règles que les autres traumatismes graves : identification et prise en charge des détresses vitales, réalisation rapide d'un bilan lésionnel permettant de poser les indications chirurgicales urgentes. Les lésions projectilaires multiples, très fréquentes, posent des problèmes diagnostiques et thérapeutiques complexes. La prise en charge de l'insuffisance respiratoire aiguë du blast pulmonaire ne présente quant à elle aucune spécificité. ♦

Références :

1. Wolf S, Bebar V, Bonnett C, Pons P, Cantrill S. Blast injuries. *Lancet* 2009 ; 374 : 405-15.
2. Thouvenin J. La détonique. Valor Eds. 1997
3. DePalma R, Burris D, Champion H, Hodgson M. Blast injuries. *N Engl J Med* 2005 ; 352: 1335-42.
4. Pizov R, Oppenheim-eden A, Matot I, Weiss YG, Eidelman LA, Rivkind AV, Sprung CL. Blast lung injury from an explosion on a civilian bus. *Chest* 1999;115:165-72.
5. Mayorga MA: The pathology of primary blast overpressure injury. *Toxicology* 1997;121:17-28.
6. Garth RJ: Blast injury of the ear: an overview and guide to management. *Injury* 1995 Jul; 26(6): 363-6
7. Mallonee S, Shariat S, Stennies G, Waxweiler R. Physical injuries and facilities resulting from the Oklahoma city bombing. *JAMA* 1996;276(5):382-7.
8. Kluger Y. *Eur J Emerg Med* 2005 ; 12(1):19-23
9. Kluger Y, Nimrod A, Biderman P, Mayo A, Sorokin P. The quinary pattern of blast injury. *Am J Disaster Med* 2007 ; 2 : 21-5.
10. Wightman JM, Gladish SL. Explosions and blast injuries. *Ann Emerg Med* 2001;37(6):664-78.
11. Debieu B. Lésions par explosion. In : MAPAR Editors. *Mise Au Point en Anesthésie Réanimation*, Paris, 2006. p. 537-55.
12. Ashkenazi I, Olsha O, Alfici R. Blast injuries. *N Engl J Med* 2005;352:2651-2.
13. Frykberg E, Tepas J. Terrorist bombings. Lessons learned from Belfast to Beirut. *Ann Surg* 1988 ; 208 : 569-76.
14. Udobi KF, Rodriguez A, Chiu WC, Scalea TM. Role of ultrasonography in penetrating abdominal trauma: a prospective clinical study. *J Trauma* 2001 ; 50 : 475-9.
15. Hirshberg A, Stein M, Walden R. Surgical resource utilization in urban terrorist bombing: a computer simulation. *J Trauma* 1999 ; 47 : 545-50.
16. Richardson JD. Thorax. In : Ivatury RR, Cayten CG, editors. *The textbook of penetrating trauma*. Baltimore : Williams and Wilkins ; 1996. p 273-80.
17. Salim A, Velmahos GC. When to operate on abdominal gunshot wounds. *Scand J Surg* 2002 ; 91 : 62-6
18. Forgiione MA, Moores LE, Wortmann GW. Prevention of infections associated with combat-related central nervous system injuries. *J Trauma* 2011 ; 71 : S258–263.

Optimisation de l'hémostase en évacuation sanitaire stratégique: apport du Coaguchek® XS pro

Jean COTTE¹, Guillaume LACROIX¹, Laurent GRASSER², Jean-Louis DABAN³, Christophe LIONS⁴, Bruno FONTAINE⁵, Eric MEAUDRE¹

¹ HIA Sainte Anne, Toulon; ² HIA du Val-de-Grâce, Paris; ³ HIA Percy, Clamart; ⁴ HIA Desgenettes, Lyon; ⁵ HIA Legouest, Bordeaux.

La coagulopathie qui complique les hémorragies traumatiques est fréquente et aggrave le pronostic des blessés de guerre [1, 2]. Elle participe à la constitution d'une « triade létale » en association à l'hypothermie et l'acidose. Des objectifs chiffrés à atteindre pour les différents éléments du bilan d'hémostase ont été définis [3]. Un monitoring des taux de plaquettes, du fibrinogène et du taux de prothrombine est indispensable dans les heures qui suivent un traumatisme sévère. Le TP doit rester supérieur à 40 %, et à 60 % en cas de traumatisme crânien grave [4].

La durée des évacuations sanitaires (EVASAN) depuis un théâtre d'opération extérieure est actuellement de plusieurs heures. Il n'existe pas actuellement de monitoring de la coagulation à bord des aéronefs militaires français. Une coagulopathie peut s'aggraver et se compliquer d'une récurrence du saignement potentiellement dramatique, en particulier au niveau cérébral.

Le Coaguchek® XS pro (Roche Diagnostics, Mannheim, Allemagne) est un appareil portatif qui mesure le taux de prothrombine (TP) et l'International Normalized Ratio (INR). Il a été initialement développé pour le suivi à domicile des patients sous traitement anti vitamine K (Figure 1) [5].

Figure 1.



Figure 2.

Son utilisation a été évaluée favorablement en chirurgie hémorragique, en service d'accueil des urgences et en réanimation pédiatrique [6 - 9]. Nous rapportons son utilisation pour 3 blessés graves au cours d'une EVASAN MORPHEE d'une durée de 11 heures.

Observation

Les trois militaires étaient victimes de plaies balistiques par balle sur le Combat Outpost (COP) Gwan en région Kapisa à l'est de Kaboul. Les mesures de sauvetage au combat étaient réalisées et les trois blessés étaient évacués sur l'hôpital médico-chirurgical de Kaboul (KAIA). Le patient 1 présentait une plaie cranio-cérébrale associée à une plaie transfixiante du pied gauche. Il bénéficiait d'une craniectomie gauche associée à la mise en place d'une dérivation ventriculaire externe et d'un capteur parenchymateux de pression intracrânienne. La chirurgie se compliquait d'un choc hémorragique nécessitant la transfusion de 4 plasma cryodesséchés sécurisés déleucocytés (PCSD), 1 concentré de globules rouges (CGR), 6 unités de sang total et 3 grammes de fibrinogène (Figure 2). Le patient 2 présentait une plaie abdomino pelvi fessière avec hémorétropéritoine. Une laparotomie écourtée était réalisée à KAIA avec ligature de l'artère iliaque interne droite,

sigmoïdectomie et packing intra abdominal. Une transfusion de 2 CGR et 3 PCSD était réalisée. Le troisième patient présentait une plaie orbitaire droite avec éclats intracérébraux associée à une fracture complexe calcanéo-astragalienne droite. Un parage chirurgical de l'orbite droite était réalisé. Une coagulopathie débutante nécessitait la transfusion de 2 PCSD.

Après stabilisation initiale sur le théâtre une EVASAN était réalisée 20 h après le traumatisme au moyen du module MORPHEE. Les 3 patients étaient alors intubés, sous ventilation mécanique et support vasopresseur par noradrénaline. Avant le départ de KAIA, les bilans d'hémostase réalisés respectivement au laboratoire et avec le Coaguchek® XS pro montraient: 61% / 59% pour le patient 1, 66% / 63% pour le patient 2 et 63% / 64% pour le patient 3. Au cours du vol, une surveillance du TP était réalisée avec le Coaguchek® XS pro pour chaque patient. L'hémoglobémie avant décollage était à 10,1 g/dL pour le patient 1, 9,3 g/dL pour le patient 2 et 10,3 g/dL pour le patient 3. Durant le vol la surveillance de l'hémoglobémie capillaire par microméthode ne montrait pas de déglobulisation. Aucun des patients n'a nécessité de transfusion en CGR durant l'EVASAN. A l'admission en réanimation, les taux d'hémoglobine étaient respectivement à 9,3 g/dL, 10,3 g/dL et 9,5 g/dL.

Après 6 h de vol, le TP du patient 1 était à 51 % (Figure 3). Il bénéficiait de la transfusion d'un PCSD. Le contrôle réalisé 3h après ne montrait pas d'amélioration du bilan d'hémostase, avec un TP à 48 %. Une nouvelle transfusion de 2 PCSD était réalisée. Une heure après, le TP était dans les objectifs requis pour un traumatisé crânien grave à 68 %. A l'admission en réanimation à l'Hôpital d'Instruction des Armées (HIA) du Val-de-Grâce, le TP mesuré était de 67 %.

Le TP du patient 2 était à 45 % lors du contrôle à H6 (Figure 3). Une transfusion d'un PCSD était décidée. A H9, le TP était à 56 %. Il demeurait stable avec un TP mesuré à 59 % en réanimation à l'HIA Bégin.

Les mesures réalisées chez le patient 3 montraient une stabilité du TP à 62 et 61 % respectivement à H6 et H9 (Figure 3).

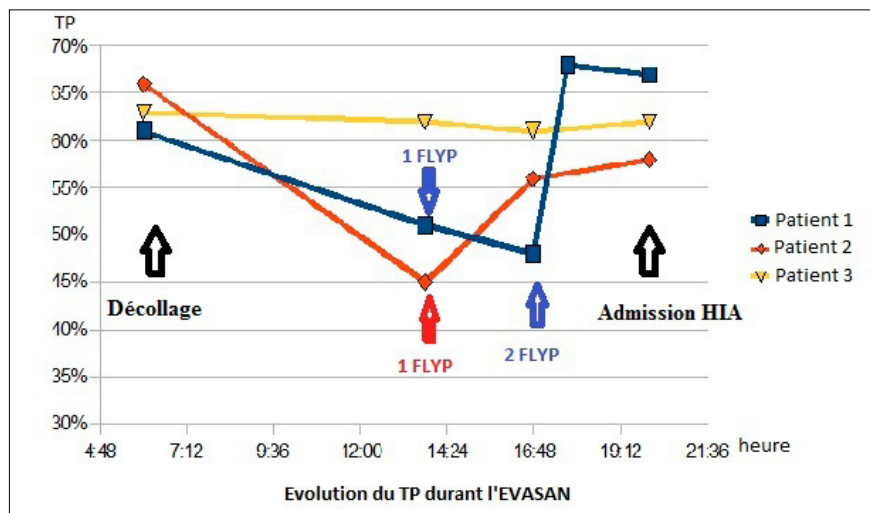


Figure 3.

Aucune transfusion n'était réalisée pendant le vol. Ces résultats étaient cohérents avec le TP à 62% mesuré à l'HIA du Val-de-Grâce.

Discussion

Ce cas clinique illustre l'apport du Coagu-chek® XS pro en traumatologie militaire. Dans le cas présent, il a guidé la transfusion de PCSD chez 3 patients au cours d'une EVASAN d'une durée supérieure à 10 h. Les patients avaient initialement des bilans d'hémostase comparables. La surveillance rapprochée permise par cet appareil a permis de détecter précocement l'apparition d'une coagulopathie chez 2 des patients. Des mesures correctrices ont ainsi pu être prises durant le vol, évitant la prolongation d'une situation hypocoagulante à risque de majoration des lésions hémorragiques. La possibilité de répéter les mesures a permis de poursuivre la transfusion de FLYP chez l'un des patients dont le TP n'avait pas été corrigé.

Le Coagu-chek® XS pro est un appareil portable fonctionnant sur batterie rechargeable sur secteur 220 V ou piles AA. L'autonomie est de 80 mesures. Un prélèvement sanguin veineux ou capillaire (volume supérieur à 8 µL) est réalisé et déposé sur une bandelette de mesure. Le TP, le temps de prothrombine et l'INR sont obtenus en moins d'une minute. Sa mise en œuvre est simple et ne nécessite pas de formation spécialisée en techniques de laboratoire. Initialement développé pour l'auto-surveillance de l'INR au cours des traitements par anti vitamine K, ses

champs d'application se sont élargis [5]. Plusieurs études se sont intéressées à son utilisation en chirurgie hémorragique. Elles retrouvaient une bonne corrélation entre les valeurs mesurées par le Coagu-chek® XS pro et celles obtenues par le laboratoire hospitalier [6,7]. De même, une étude a établie une bonne fiabilité des mesures réalisées en service d'accueil des urgences, ainsi qu'en réanimation pédiatrique [8,9]. Les résultats d'une étude réalisée à KAIA comparant TP obtenu par Coagu-chek® XS pro et par le laboratoire sont en cours d'analyse.

Le Coagu-chek® XS pro présente de nombreux avantages en traumatologie. Les résultats sont obtenus dès l'admission du patient et permettent une mise en route rapide de la transfusion de plasma frais congelés ou de PCSD. L'amélioration du délai de correction de la coagulopathie pourrait limiter sa gravité. Une prise en charge agressive des troubles de l'hémostase est actuellement préconisée en traumatologie. Ceci implique notamment un ratio élevé de transfusion PFC/CGR. Une telle approche a montrée une amélioration du pronostic dans une population de blessés de guerre recevant une transfusion massive [10]. La possibilité de répéter les mesures permet un suivi rapproché de l'efficacité du traitement. En contexte militaire, plusieurs structures ne disposent pas de matériels de laboratoire permettant le monitoring de l'hémostase (dotation de base des antennes chirurgicales, lot de chirurgie vitale, MORPHEE). En effet, ces appareils sont encombrants et nécessitent

des personnels formés à leur utilisation. Les matériels de biologie délocalisée en dotation dans ces structures ne comprennent actuellement pas d'outils d'analyse de l'hémostase. En s'affranchissant de ces limites, le Coagu-chek® XS pro permet de guider le traitement d'une coagulopathie dans des situations où la disponibilité en produits sanguins labiles est limitée. La transfusion de plasma n'est pas anodine et est associée à une augmentation du risque de survenu d'un syndrome de détresse respiratoire aiguë ou d'une défaillance multi-viscérale [11]. En évitant une prescription probabiliste de PCSD, le pourrait limiter la survenue de ces complications chez des patients dont l'hémostase ne nécessite pas de correction.

Cependant, le Coagu-chek® XS pro n'est pas dénué de limites. Des interférences sont possibles en présence de concentration trop élevée de bilirubine, de triglycérides ou d'héparine. Le test est en revanche insensible aux héparines de bas poids moléculaire si la concentration est inférieure à 2 UI Anti-Xa/ml. Cet appareil ne mesure que le TP, le temps de prothrombine et l'INR. Il ignore donc le fibrinogène et les plaquettes, fréquemment déficitaires en situation hémorragique. De plus, les recommandations récentes sur la prise en charge du choc hémorragique insistent sur les limites du bilan d'hémostase classique [3]. Elles suggèrent l'utilisation d'outil de monitoring global de l'hémostase, tel le thromboélastogramme [3]. Ces outils fournissent des informations complémentaires utiles, mais nécessitent une organisation de type laboratoire de campagne. Le Coagu-chek® XS pro ne doit donc pas être considéré comme la solution unique en traumatologie. Son utilisation doit s'intégrer à une stratégie globale de prise en charge de la coagulopathie.

Au total, le Coagu-chek® XS pro a permis de monitorer efficacement le TP et d'ajuster le traitement de la coagulopathie au cours d'une EVASAN MORPHEE. Ce dispositif « de poche » pourrait être très utile et trouver sa place dans les structures médico-chirurgicales qui ne disposent pas de laboratoire. Une évaluation prospective de ses performances dans ce contexte semble nécessaire. ♦

Références

1. Floccard B, Rugeri L, Faure A, et al. Early coagulopathy in trauma patients: an on-scene and hospital admission study. *Injury* 2012;43(1):26–32.
2. Niles SE, McLaughlin DF, Perkins JG, et al. Increased mortality associated with the early coagulopathy of trauma in combat casualties. *J Trauma* 2008;64(6):1459–1463; discussion 1463-5.
3. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, et al. Management of bleeding following major trauma: an updated European guideline. *Crit Care* 2010;14(2):R52.
4. Audibert G, Hoche J, Masson A, et al. traumatisme crânien. 53eme congrès national d'anesthésie et de réanimation 2011.
5. Colella MP, Fiusa MML, Orsi FLA, de Paula EV, Annichino-Bizzacchi JM. Performance of a point-of-care device in determining prothrombin time in an anticoagulation clinic. *Blood Coagul Fibrinolysis* 2012;23(2):172–4.
6. Nishiyama J, Matsuda M, Urimoto G, et al. Applicability of a compact PT-INR measuring device CoaguChek XS to perioperative management. *Tokai J Exp Clin. Med* 2011;36(4):134–8.
7. Toulon P, Ozier Y, Ankri A, et al. Point-of-care versus central laboratory coagulation testing during haemorrhagic surgery. A multicenter study. *Thromb Haemost* 2009;101(2):394–401.
8. Celenza A, Skinner K. Comparison of emergency department point-of-care international normalised ratio (INR) testing with laboratory-based testing. *Emerg Med J* 2011;28(2):136–40.
9. Urwyler N, Staub E, Staub LP, et al. Point-of-care prothrombin time testing in paediatric intensive care: an observational study of the ease of use of two devices. *Eur J Anaesthesiol* 2012;29(2):75–81.
10. Borgman MA, Spinella PC, Perkins JG, et al. The ratio of blood products transfused affects mortality in patients receiving massive transfusions at a combat support hospital. *J Trauma* 2007;63(4):805–13.
11. Watson GA, Sperry JL, Rosengart MR, et al. Fresh frozen plasma is independently associated with a higher risk of multiple organ failure and acute respiratory distress syndrome. *J Trauma* 2009;67(2):221–7.

Tour d'horizon sur les tourniquets

Marc DANGUY DES DÉSERTS, Christophe GIACARDI, Diane COMMANDEUR, Sophie HUYNH, Mehdi OULD-AHMED.

Fédération Anesthésie Réanimation Urgences, HIA Clermont Tonnerre

Résumé

Objectif : Le but de ce travail est de recenser les publications récentes concernant l'utilisation des garrots dans les hémorragies des membres dans la prise en charge du blessé de guerre.

Matériel et méthodes : Une recherche bibliographique au moyen de PubMed utilisant les mots clés « Tourniquet » « Haemorrhage » « War » « Military » « Combat » a été menée.

Résultats : Neuf études cliniques, dont quatre rapportant une évaluation théorique et cinq une évaluation en pratique, ont été publiées ces six dernières années. Les garrots les plus efficaces d'un point de vue théorique sont les garrots dédiés et notamment le CAT, le SOFFT et l'EMT. D'un point de vue pratique, l'utilisation précoce des garrots permet une amélioration du taux de survie des traumatisés des membres. Des recommandations et des revues ont également fait l'objet de publications dont une sélection des plus importantes a été faite dans cette mise au point.

Conclusion : Les garrots tourniquets, largement utilisés sur le terrain, permettent de sauver des vies.

Mots clés : Garrot tourniquet, Hémorragie des membres, Blessé de guerre

La majorité des décès évitables suite à une blessure au combat seraient secondaires à un phénomène hémorragique [1,2]. La modification du profil des blessés de guerre, avec notamment une représentation croissante des blessures des extrémités devant une meilleure protection du tronc et de la tête et la part importante des engins explosifs improvisés en tant qu'agent vulnérant, explique le nombre important de blessures traumatiques des membres actuellement [3,4]. Afin de réduire cette mortalité, des moyens existent pour lutter contre ces hémorragies, dont le garrot, largement diffusé auprès de nos troupes. Cet outil est le sujet d'une controverse historique au vu des risques liés à son utilisation malgré les bénéfices qu'il peut apporter [5,6]. Après une présentation générale des garrots et en particulier des modèles les plus utilisés, les études ayant évalué l'utilisation en situations théorique et pratique du garrot sont analysées. La littérature et les recommandations récentes concernant l'utilisation civile et militaire des garrots sont également revues. Enfin, des consignes d'utilisation du garrot sont proposées.

Largement utilisé en chirurgie réglée au bloc opératoire, le garrot a pour principe d'interrompre la circulation sanguine en aval de son lieu d'application afin de diminuer un saignement et doit donc exercer une pression suffisante sur la peau se transmettant aux structures sous-jacentes pour occlure la circulation artérielle.

Cette pression peut être exercée par une bande de tissu serrée à son maximum autour du membre dont on veut interrompre la vascularisation, avec éventuellement un système de tige rigide qui va permettre d'exercer une pression supplémentaire en raccourcissant davantage la bande de

tissu (système dit du tourniquet ou « Spanish windlass » en anglais) (Figure 1). Cette pression peut également être exercée par l'intermédiaire d'un brassard gonflable (système analogue au brassard à tension).

Historiquement, les garrots étaient des garrots tourniquets, improvisés à l'aide d'une bande de tissu et une tige rigide, mais des modèles spécifiques, plus adaptés, plus robustes ont été développés. Il s'agit des garrots :

- Special Operation Forces Tactical Tourniquet® (SOF TT, Tactical Medical Solution, LLC, Raeford, NC) (Figure 2), modèle réglementaire dans l'armée française (NMA



Figure 2.

693 400 120 001).
- Combat Application Tourniquet® (CAT, North American Rescue Products, Inc., Simpsonville, SC) (Figure 3),

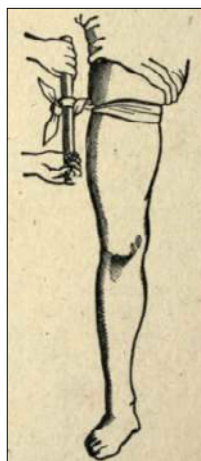


Figure 1.



Figure 3.



Figure 4.

- Self Applied Tourniquet System® (SATS, Tactical Medical Solutions, LLC) (Figure 4)
Des modèles de garrots pneumatiques dédiés ont également été conçus, l'exemple le plus utilisé est l'Emergency & Military Tourniquet EMT® (Delfi Medical Innovations, Inc., Vancouver, BC, Canada) (Figure 5).



Figure 5.

Il n'existe qu'un nombre limité d'études ayant évalué les garrots « in vitro », dont les critères de jugement ne sont pas tous équivalents et dont les résultats, résumés dans le tableau I, sont parfois contradictoires.

La première étude, menée par Walters et al. au sein de l'U.S. Army Institute of Surgical Research, a comparé sept garrots : le CAT, le SOFFT, l'EMT, le SATS, le One-Handed Tourniquet® (OHT, Hemodyne,

Auteur	Journal	Année	Objectif	Population	Lieu	Date recueil
Lakstein	J. of Trauma	2003	Description utilisation TK préhospitalier, complications, indications, ...	Patients ayant bénéficié de la pose d'un TK en urgence en pré hospitalier	Défense Israélienne	Janvier 1999 - janv-01 Rétrospectif
Beekley	J. of Trauma	2008	Montrer un meilleur contrôle de l'hémorragie par l'utilisation préhospitalière du TK et l'absence de complications liées à son utilisation	Patients avec indication de garrot préhospitalier : - amputation traumatique - plaie vasculaire majeure extrémité - ou garrot préhospitalier en place à l'arrivée	31è Combat Support Hospital Bagdad, Irak	Année 2004 Rétrospectif
Kragh	J. of Trauma	2008	Mesurer l'utilisation préhospitalière du TK et ses complications	Patients avec pose d'un TK en urgence - préhospitalier - service des urgences - soins intensifs	10è Combat Support Hospital Bagdad, Irak	Mars - octobre 2006 Prospectif
Kragh	Ann of Surgery	2008	Mesurer utilisation préhospitalière du TK et son efficacité	Patients avec pose d'un TK en urgence - préhospitalier - service des urgences - soins intensifs	10è Combat Support Hospital Bagdad, Irak	Mars - octobre 2006 Prospectif
Kragh	J Emerg Med	2009	Mesurer utilisation préhospitalière du TK et son efficacité	Patients avec pose d'un TK en urgence - préhospitalier - service des urgences	10è Combat Support Hospital Bagdad, Irak	Mars 2006 - mars-07 Prospectif

Tableau 1 : Principales références illustrant l'utilisation pratique et théorique de garrot en milieu préhospitalier. (TK : Garrot tour niquet).

Inc., Bethesda, MD), ainsi que le Mechanical Advantage Tourniquet® (MAT, Bio Cybernetics International) et le Last Resort Tourniquet® (LRT, Hammerhead, LLC)^[7]. La population étudiée était de 18 volontaires sains. Le garrot était appliqué par le participant lui-même à la cuisse puis au bras. Le critère de jugement principal était la perte de signal doppler de l'artère poplitée au creux poplité et de l'artère radiale au poignet respectivement lors de l'expérimentation à la cuisse et au bras recherché par une échographie réalisée par un opérateur extérieur. Seuls les garrots CAT, SOFFT et EMT ont permis d'atteindre l'objectif de perte du signal au creux poplité et au poignet dans 100 % des cas, les autres n'ayant permis au mieux d'atteindre cet objectif que dans 80% des cas, limite que les auteurs s'étaient fixés pour juger du caractère efficace d'un dispositif. Au sein de l'armée canadienne, King et al. ont évalué cinq modèles de garrots : trois modèles dédiés (SATS, OHT, EMT) et deux modèles rudimentaires (tie & cravat Improvised Tourniquet IT, garrot latex Surgical Tubing ST)^[8]. La population étudiée était de dix

praticiens juniors, tour à tour utilisateurs et patients, dans des conditions qualifiées d'été (tenue normale) et hiver (tenue rembourrée). Le garrot était placé à la cuisse. Le critère de jugement principal était la perte du signal Doppler artériel en aval du garrot au niveau tibial postérieur et au dos du pied. Le critère de jugement secondaire était la perte clinique de la palpation des pouls aux mêmes sites. Le temps nécessaire à la pose était également noté. Seuls l'EMT et le garrot latex chirurgical sont considérés comme efficaces, permettant d'abolir le signal doppler dans respectivement 80 et 90 % des cas dans des conditions idéales (70 et 90% dans des conditions qualifiées « d'hiver »). L'étude confirme les résultats décevants de l'OHT et du SATS (10 et 50 % de succès respectivement). Le garrot tourniquet improvisé ne fait pas moins bien que ces deux derniers avec 40 % de succès. On note que cette étude n'a pas comparé le garrot SOFFT, modèle réglementaire dans l'armée française. Au sein de l'armée américaine, Swan et al. ont étudié l'efficacité de trois garrots qualifiés de fortune (brassard à tension, garrot élastique, garrot en tissu) et de

points de compression manuelle artériels chez dix volontaires sains^[9]. Les garrots et les points de compression étaient appliqués à quatre sites différents : la cuisse, la jambe, le bras et l'avant bras. Le critère de jugement principal était la perte du signal Doppler et l'absence de retour de signal à 60 secondes, recueilli à la cheville et au poignet. Les garrots ont tous permis une abolition du pouls sans retour du signal doppler aux quatre membres. Les points de compression (artère brachiale au bras et dans la fosse cubitale/pli du coude, artère fémorale commune au pli de l'aîne et artère poplitée au creux poplité) quant à eux ont globalement permis une abolition du signal doppler, mais un retour de celui-ci était constaté dans la plupart des cas dans les trente secondes suivantes, probablement en raison d'une circulation collatérale. On peut retenir de cette étude que les garrots improvisés paraissent efficaces d'un point de vue théorique, mais qu'il reste à évaluer leur efficacité sur le terrain. Les points de compression quant à eux paraissent peu efficaces, mais peuvent s'avérer être la seule solution disponible

Résultat	Différence significative	Différence non significative	Limites	Temps ischémie (en minutes)	Taux indication correcte / indication non correcte	Taux efficacité / inefficacité	Autres
91 patients inclus - pour 110 TK	Meilleure efficacité MS (94) / MI (71)		1 nationalité Hommes Adultes jeunes Rétrospectif	83 +/- 52 (1 - 305)	53 / 47	78 / 22	5,5 % complications nerveuses
165 patients inclus - 67 avec TK - 98 sans TK	- Contrôle de l'hémorragie chez les patients graves (ISS>15)	- Mortalité - Complications - Produits sanguins	Monocentrique Rétrospectif	Moyenne 70 (5 - 210)			
232 patients - pour 428 TK - sur 309 membres		- Pas de complications secondaire à TK	Monocentrique	Moyenne 10 (0 - 75)	97 / 3	Pré H : 76 % H : 86 %	CAT le plus utilisé e f f i c a c i t é EMT>CAT>SOFFT 14 % temps TK renseigné
232 patients - pour 428 TK - sur 309 membres	- Taux de survie pose préH / H 77 / 0 avant / après choc 90 / 10		Monocentrique Petit effectif calcul préH / H				
499 patients - 862 TK - sur 651 membres	- Taux de survie pose préH / H 89 / 78 avant / après choc 96 / 4		2 investigateurs 2 équipes ≠ Monocentrique		98 / 2		1,7 % lésion nerveuse transitoire Pose préhospitalière : 85 % Pose hospitalière : 15 %

dans certaines situations extrêmes.

La dernière étude en date menée par Taylor et al. a comparé l'efficacité du CAT à l'EMT chez une population de 24 volontaires sains [10]. Le CAT était appliqué par le volontaire lui-même à la racine de sa cuisse, puis par un utilisateur entraîné à la manipulation du CAT sur l'autre cuisse. Enfin, l'EMT était appliqué par un utilisateur entraîné à la manipulation de l'EMT sur la première cuisse. Le jugement de critère principal était la disparition du signal Doppler au niveau de l'artère poplitée. Les résultats montrent une nette différence d'efficacité en faveur de l'EMT (16,7 % de réussite pour une auto-application du CAT, 8,3% en cas d'hétéro-application du CAT, 75 % de réussite pour une hétéro-application de l'EMT). Les auteurs notent des différences significatives en termes d'Index de Masse Corporelle (IMC) et de Tension Artérielle Systolique (TAS) entre les groupes échec des deux garrots (IMC moyen groupe échec du CAT 27,4 contre 31,4 pour l'EMT $p = 0,01$; TAS moyenne groupe échec du CAT 125 contre 134 pour l'EMT $p = 0,04$). Les auteurs expliquent la différence im-

portante d'efficacité du CAT entre leurs résultats et ceux de Walters et al. en soulignant que leur étude n'a comparé que deux garrots, au sein d'un échantillon un peu plus important. Ils précisent que leurs résultats ne remettent pas en cause la place du CAT comme garrot utilisé à l'avant, mais concluent en suggérant que l'EMT trouve une place plus importante auprès des soignants présents à l'avant.

Concernant l'utilisation « in vivo » des garrots tourniquets, les études sont elles aussi en nombre limité et ont été menées lors de conflits armés par des médecins militaires. Leurs principaux résultats sont résumés dans le tableau 2.

En 2003 au sein de l'armée israélienne, Lakstein et al. ont mené une étude rétrospective sur une durée de 4 ans (Janvier 1997 à Janvier 01), incluant tous les patients ayant bénéficié de la pose d'un garrot tourniquet (TK) improvisé ou d'un garrot élastique (garrot réglementaire de l'armée israélienne lors du recueil) [11]. 91 patients ont été inclus pour un total de 110 garrots utilisés. Un résultat intéressant est l'indica-

tion de la pose du garrot, parmi lesquelles l'élément tactique (situation : sous le feu, afflux de blessés) et non médical prédomine. Un deuxième résultat intéressant est que la pertinence (environ 50% de pose pertinente) et l'efficacité (environ 80 % de garrots efficaces) d'utilisation semblait peu différente qu'il soit posé par un médecin, un personnel paramédical ou un combattant. L'étude n'a pas pu démontrer de gain sur la survie ou sur le phénomène hémorragique. Un taux de complications nerveuses de 5,5 % était rapporté.

Plus récemment, le conflit en Irak a été l'occasion d'évaluer l'utilisation préhospitalière du TK, de mesurer son efficacité et les complications liées à son utilisation.

Au sein du 31 Combat Support Hospital, une étude rétrospective d'une durée d'1 an (2004) a été menée par Beekley et al. [12]. Elle incluait tous les patients ayant une indication théorique de pose pré hospitalière de TK (i.e. se présentant au 31 CSH avec une amputation traumatique ou une blessure vasculaire) et/ou ayant bénéficié de la pose pré hospitalière d'un garrot tourniquet (groupe TK). 165 patients ont été inclus

dont 67 ayant bénéficié de la pose pré hospitalière d'un garrot contre 98 n'en ayant pas bénéficié. Le critère de jugement principal était la notion clinique de persistance de l'hémorragie notée dans le dossier ou retrouvée par interrogatoire du chirurgien si possible. Les résultats montrent un meilleur contrôle de l'hémorragie dans le groupe TK, notamment dans les sous groupes des patients traumatisés du membre supérieur et patients les plus graves (ISS > 15), mais ne retrouvent pas de différence statistiquement significative notamment en termes de transfusion de produit sanguin. Il n'était pas retrouvé de complication attribuable au garrot tourniquet.

Kragh et al. ont publié trois études prospectives en se basant sur une cohorte de patients recrutés au sein du CSH de Bagdad avec pour critère d'inclusion la pose en urgence d'un TK, en milieu pré hospitalier et/ou en milieu hospitalier. Les deux premières [13,14] étaient réalisées sur une durée de 7 mois de mars à octobre 2006 et étaient basées sur une cohorte de 232 patients. Au total, 428 garrots ont été répertoriés sur 308 membres traumatisés. Un fort taux de pertinence des TK est rapporté (97%). Après une discussion fournie, les autres concluent à une morbidité directement imputable à l'utilisation des TK faible, précisant que les taux de complications étaient similaires dans le groupe TK préhospitalier et hospitalier. Un résultat intéressant est la disparité en termes d'efficacité et la morbidité selon le type de garrot utilisé, illustrant une nette différence d'efficacité entre garrots dédiés et improvisés. Le résultat majeur est cependant l'amélioration du taux de survie à 25 jours chez les patients ayant bénéficié de la pose précoce d'un TK, défini par une pose avant versus après l'apparition d'un choc (90 vs 10 % ; p<0,001). Le choc était défini par l'absence ou un faible pouls radial constaté par un personnel médical.

La troisième étude était une prolongation des deux premières, la période d'inclusion allant de mars 2006 à mars 2007 et incluait 499 patients avec 862 garrots tourniquets posés sur 651 membres traumatisés [15]. Le résultat majeur est une amélioration du taux de survie grâce à l'utilisation du garrot tourniquet : avant versus après l'apparition d'un choc (96 versus 4 % p<0,001) d'une part puis milieu pré hospitalier versus milieu hospitalier (89 versus 78 % p = 0,015) d'autre part. La fréquence des complications, notamment de type neurologique, était faible (0 à 1,7 %).

Le principal biais de toutes ces études est leur exhaustivité dans l'inclusion des patients (les plus graves décédant sur le terrain ou durant le transport) dans le recueil des données de la prise en charge sur le terrain.

Auteur	Journal	Année	Objectif	Population	Site d'application
Walters	Prehosp Emerg Care	2005	Comparer les garrots CAT, SOFFT, EMT, OHT, SATS, MAT, LRT	18 volontaires sains	Cuisse (1er temps) puis bras (2è temps) > si TK jugé 1er temps Auto-application
King	J. of Trauma	2006	Comparer les garrots SATS, OHT, EMT Tourniquet Improvisé (IT) et Garrot latex chirurgical (ST)	10 praticiens juniors	Cuisse Auto-application
Swan	J. of Trauma	2009	Comparer des garrots improvisés Tourniquet improvisé (IT) Garrot latex chirurgical (ST) Brassard à tension (BT) Et comparer les points de compression manuelle (Point Fémoral PF, Poplité PP Brachial PB, Ulnaire PU)	10 volontaires sains	4 sites - cuisse - jambe - bras - avant bras
Taylor	J. of Trauma	2011	Comparer CAT et EMT	24 volontaires sains	Cuisse - auto application CAT - hétéro application CAT contrôlée - hétéro application EMT sur l'è

Tableau 2 : Principales références illustrant l'utilisation théorique du garrot.

Concernant l'utilisation en milieu civil des garrots, il n'existe pas à notre connaissance d'étude ayant évalué l'utilisation en théorie ou en pratique des garrots dans le contexte de l'urgence civile, mais il existe des revues s'intéressant à l'utilisation du garrot dans ce contexte, s'appuyant sur l'expérience acquise en milieu militaire.

Mabry et MacManus, praticiens militaires, plaident pour l'application en milieu civil des principes du TCCC (Tactical Combat Casualty Care) pour la prise en charge pré hospitalière des traumatismes graves, en particulier en précisant l'utilisation large du garrot tourniquet en médecine de guerre, mais aussi de l'utilisation des agents hémostatiques, en effectuant un parallèle entre médecine de guerre et médecine civile en milieu hostile (attentats, catastrophes naturelles,...) [16].

Doyle et Taillac [17] ainsi que Lee et al., praticiens civils, proposent des revues concernant l'utilisation du garrot en milieu

pré hospitalier civil, plaident pour leur utilisation dans le cadre de fusillades à l'origine d'hémorragies massives, d'explosions dans le cadre d'attentats ou plus généralement de catastrophes avec victimes multiples et sauveteurs isolés [18]. Ils rappellent également des notions générales sur les garrots tourniquets (physiologie, physiopathologie, complications) et proposent des algorithmes et règles d'utilisation.

Il existe également des recommandations récentes précisant la place des garrots dans la prise en charge des urgences traumatiques dans le milieu civil.

La 8^{ème} édition de l'ATLS (Advanced Trauma Life Support, référentiel nord américain de prise en charge initiale des traumatismes) accorde une recommandation de grade 4 (série de cas), précisant qu'« une utilisation judicieuse du garrot tourniquet peut être utile et salvatrice [19]. L'utilisation d'un garrot tourniquet bien que controversée peut parfois sauver une vie ou un membre devant un phénomène hémorragique non contrôlé par

Application du TK	Critère de jugement principal	Autres critères de jugement	Résultats
Temps) (même temps) Jugé efficace au	Abolition du signal Doppler - au niveau poplité (1) - au niveau radial (2) Jugé efficace si atteint dans 80% des cas	/	CAT, SOFFT, EMT : 100 % d'efficacité (1) et (2) MAT : 88 % en (1) 75 % en (2) LRT : 67 % en (1) SATS : 44 % en (1) OHT : 22 % en (1)
Abolition	Abolition du signal Doppler au niveau poplité	(1) : Ablation de la palpation du pouls (2) : Temps mis à la pose 1 pose en conditions idéales 1 pose en conditions «hiver» (résultats en moyenne des 2) Questionnaire concernant la facilité, la douleur lors de la pose	ST : 90 % de réussite, (1) : 100 %, (2) : 24,2 sec EMT : 85 % de réussite, (1) : 80 %, (2) : 37,2 sec IT : 40 % de réussite, (1) : 75 %, (2) : 35,2 sec SATS : 45 % de réussite, (1) : 65 %, (2) : 34,9 sec OHT : 5 % de réussite, (1) : 25 %, (2) : 34 sec
	Abolition du signal Doppler et absence de retour de pouls à 60 secondes Recueil à la cheville et au poignet	Facilité d'utilisation Douleur lors de la pose	100 % d'abolition + pas de retour pour les TK improvisés PF : 90 % perte de pouls, 80 % retour à 60 secondes PP : 60 % _____, 40 % _____ PB : 90 % _____, 80 % _____ PU : 60 % _____, 30 % _____
Application du (catérol) Application de (re cuisse)	Abolition du signal Doppler au niveau poplité	Index de Masse Corporelle Tension Artérielle	CAT auto application : 16,7 % de réussite CAT hétéro application : 8,3 % de réussite EMT hétéro application : 75 % de réussite Différence significative entre CAT (moyenne hétéro + auto) et EMT p=0,001 Pas de différence significative entre les 2 groupes CAT p = 0,25 IMC moyen du groupe échec CAT : 27,4 (moyenne hétéro + auto) p = 0,01 IMC moyen du groupe échec EMT : 31,4 TA moyenne groupe échec CAT : 125 mmHg (moyenne hétéro + auto) p = 0,04 TA moyenne groupe échec EMT : 134 mmHg

une pression directe. Un garrot tourniquet correctement utilisé, bien qu'endommageant le membre peut sauver la vie. Un garrot doit être artériel, un garrot veineux majorant le saignement. Les risques liés à l'utilisation d'un garrot tourniquet sont temps dépendants. Si un garrot tourniquet doit rester en place durant une période prolongée pour sauver une vie, le choix de sauver la vie en dépit du membre doit être clairement compris du praticien. »

Les dernières recommandations européennes sur la gestion des hémorragies massives post traumatiques précisent qu'il est recommandé « d'utiliser en situation pré hospitalière un garrot tourniquet pour arrêter une hémorragie des extrémités des membres menaçant la survie » (recommandation de grade IC) [20].

La place du garrot tourniquet, précisée dans les référentiels des soins aux combats, en fait un outil incontournable du secourisme de combat [21]. C'est l'un des premiers « soins-réflexes » à apporter à un blessé.

Chaque soldat doit savoir poser un garrot, y compris à soi même d'une seule main et doit le porter à tout moment, facilement accessible dans la Trousse Individuelle du Combattant (TIC). L'enseignement de son utilisation est effectué lors de formations au secourisme de combat.

On distingue trois modes d'utilisation du garrot :

- tactique (= au combat, sous le feu) où il est mis en place devant tout saignement,
- d'essai en relai d'une technique insuffisante,
- et de dernier recours devant une hémorragie incontrôlée.

Le concept du garrot tactique qui nous intéresse ici est d'appliquer le plus vite possible un moyen efficace de contrôle de l'hémorragie avant d'évacuer rapidement le blessé et ses accompagnants (intérêt tactique). On pourrait au vu de la littérature y ajouter un intérêt médical au vu du gain en termes d'efficacité du garrot s'il est utilisé en pré hospitalier. Ce garrot tactique est

ensuite ré-évalué au calme, remplacé par un autre outil plus adapté ou maintenu si nécessaire.

Quelques consignes d'utilisation, sous forme de questions réponses courtes, faciles à retenir et à faire retenir, peuvent être proposées à la lumière de la littérature et de l'expérience tirée de son utilisation sur le terrain :

Qui doit utiliser le TK ?

Tout le monde, y compris sur soi-même

Qu'utiliser comme TK ? (Quoi ?)

Modèle dédié en priorité (SOFFT), improvisé sinon, voire points de compression

Où utiliser le TK ?

Partout : pré hospitalier, mais aussi hospitalier

Quand utiliser le TK ?

Le plus tôt possible

Comment utiliser le TK ?

Utilisation tactique

Pourquoi utiliser le TK ?

Gain en termes de survie

Les règles d'or à ne pas oublier lors de son utilisation sont :

- inscrire l'heure de pose du TK sur le blessé,
- ne jamais couvrir le garrot (doit rester visible pour ne pas être oublié)
- rappeler au blessé (si possible) d'alerter chaque soignant le prenant en charge qu'il porte un garrot.

Les six conditions pour desserrer un garrot en place sont :

- un environnement sûr,
- une surveillance du saignement possible,
- une mise en place depuis moins de six heures,
- une hémodynamique du patient stable,
- un saignement contrôlé,
- si le saignement reprend et qu'il n'est pas contrôlé par le moyen de relai, il doit être à nouveau serré.

Les autres moyens de contrôle d'une hémorragie ne doivent pas être oubliés notamment lors de la réévaluation du



Figure 6 : Dispositif de compression : CRoC®.

garrot. Un pansement simple (ex : pansement israélien) peut suffire. Des produits hémostatiques type Quikclot® ou Quikclot gauzes® sont également efficaces. Si l'hémorragie n'est pas contrôlée par un garrot, il est possible d'en ajouter un (d') autres(s) adjacent(s). Un nouveau dispositif,

le CRoC® (Combat Ready Clamp, Combat Medical Systems, Fayetteville, NC, Figure 6) a été conçu pour permettre le contrôle des hémorragies du creux inguinal. Ce produit, approuvé par la Food and Drug Administration et recommandé par les TCCC après utilisation d'un garrot tourniquet et de produits hémostatiques dans les hémorragies des membres inférieurs, n'a cependant à ce jour pas fait l'objet de publications. Enfin si aucun outil n'est à disposition il est toujours possible d'effectuer un point de compression artériel manuel.

Le garrot tourniquet est un outil simple, efficace, adapté aux conditions d'un théâtre d'opérations, aux effets secondaires acceptables pour un bénéfice certain. Son utilisation pratique doit être maîtrisée de tout combattant, son concept d'utilisation doit être compris par tous les soignants. ♦

Références :

1. Champion HR, Bellamy RF, Roberts CP, Leppaniemi A. A profile of combat injury. *J Trauma* 2003;54:S13-9.
2. Holcomb JB, McMullin NR, Pearse L, Caruso J, Wade CE, Oetjen-Gerdes L, et al. Causes of death in U.S. Special Operations Forces in the global war on terrorism: 2001-2004. *Ann. Surg* 2007;245:986-91.
3. Kelly JF, Ritenour AE, McLaughlin DF, Bagg KA, Apodaca AN, Mallak CT, et al. Injury severity and causes of death from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2003-2004 versus 2006. *J Trauma* 2008;64:S21-7.
4. Mabry RL, Holcomb JB, Baker AM, Cloonan CC, Uhorchak JM, Perkins DE, et al. United States Army Rangers in Somalia: an analysis of combat casualties on an urban battlefield. *J Trauma* 2000;49:515-29.
5. Navein J, Coupland R, Dunn R. The tourniquet controversy. *J Trauma* 2003;54:S219-20.
6. Richey SL. Tourniquets for the control of traumatic hemorrhage: a review of the literature. *World J Emerg Surg* 2007;2:28.
7. Walters TJ, Wenke JC, Kauvar DS, McManus JG, Holcomb JB, Baer DG. Effectiveness of self-applied tourniquets in human volunteers. *Prehosp Emerg Care* 2005;9:416-22.
8. King RB, Filips D, Blitz S, Logsetty S. Evaluation of possible tourniquet systems for use in the Canadian Forces. *J Trauma* 2006;60:1061-71.
9. Swan KG Jr, Wright DS, Barbaggio SS, Swan BC, Swan KG. Tourniquets revisited. *J Trauma* 2009;66:672-5.
10. Taylor DM, Vater GM, Parker PJ. An evaluation of two tourniquet systems for the control of prehospital lower limb hemorrhage. *J Trauma* 2011;71:591-5.
11. Lakstein D, Blumenfeld A, Sokolov T, Lin G, Bssorai R, Lynn M, et al. Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience. *J Trauma* 2003;54:S221-5.
12. Beekley AC, Sebesta JA, Blackbourne LH, Herbert GS, Kauvar DS, Baer DG, et al. Prehospital tourniquet use in Operation Iraqi Freedom: effect on hemorrhage control and outcomes. *J Trauma* 2008;64:S28-37.
13. Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J, et al. Practical use of emergency tourniquets to stop bleeding in major limb trauma. *J Trauma* 2008;64:S38-50.
14. Kragh JF Jr, Walters TJ, Baer DG, Fox CJ, Wade CE, Salinas J, et al. Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. *Ann. Surg* 2009;249:1-7.
15. Kragh JF Jr, Littrel ML, Jones JA, Walters TJ, Baer DG, Wade CE, et al. Battle casualty survival with emergency tourniquet use to stop limb bleeding. *J Emerg Med* 2011;41:590-7.
16. Mabry R, McManus JG. Prehospital advances in the management of severe penetrating trauma. *Crit. Care Med* 2008;36:S258-66.
17. Doyle GS, Taillac PP. Tourniquets: a review of current use with proposals for expanded prehospital use. *Prehosp Emerg Care* 2008;12:241-56.
18. Lee C, Porter KM, Hodgetts TJ. Tourniquet use in the civilian prehospital setting. *Emerg Med J* 2007;24:584-7.
19. Kortbeek JB, Al Turki SA, Ali J, Antoine JA, Bouillon B, Brasel K, et al. Advanced trauma life support, 8th edition, the evidence for change. *J Trauma* 2008;64:1638-50.
20. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, Coats TJ, Duranteau J, Fernández-Mondéjar E, et al. Management of bleeding following major trauma: an updated European guideline. *Crit Care* 2010;14:R52.
21. Butler FK Jr, Holcomb JB, Giebner SD, McSwain NE, Bagian J. Tactical combat casualty care 2007: evolving concepts and battlefield experience. *Mil Med* 2007;172:1-19.



Fiches techniques en salle de surveillance post-interventionnelle.

Céline Péraldi, Jean-Vivien Schaal, Stéphane Mérat, Laurent Grasser

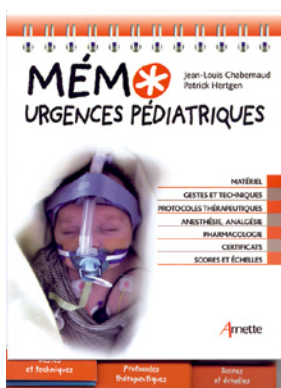
Au cours de ces 20 dernières années, l'anesthésie n'a cessé d'élaborer des recommandations destinées à améliorer la sécurité anesthésique.

Parmi les différentes procédures obligatoires mises en place, on note la présence de salle de surveillance post-interventionnelle au sein des différents blocs opératoires (SSPI). Cette obligation a pour but d'anticiper et traiter, à tout moment, une complication liée à l'anesthésie d'une part et à l'acte chirurgical d'autre part, et ce durant la phase de réveil, pour tout patient opéré.

La surveillance doit alors être adaptée à chaque type de chirurgie, et tenir compte des contraintes liées au terrain. Fort de leur expérience, sous la direction de Céline Péraldi (IADE), les auteurs proposent, sous forme de fiches techniques, claires, précises et synthétiques, de présenter aux différents acteurs de ces unités de soins, les points forts des surveillances dont doivent bénéficier les opérés. Cette analyse et par ailleurs complétée par la description des prises en charge thérapeutiques qui en découlent. ◆

Format : 15 x 21 cm, Broché, 320 pages. Prix : 37,05 €

Arnette : www.librairie-sante.fr



Mémo : urgences pédiatriques

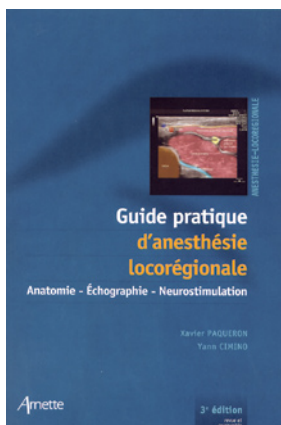
Jean-Louis Chabernaud, Patrick Hertgen

À la collection, appréciée des médecins, mémo urgence, il manquait un opus pédiatrie. C'est chose faite grâce à deux confrères très impliqués dans l'urgence.

Nous retrouvons le cheminement classique à cette collection, séparant les grands chapitres par des onglets. Ici sont abordés successivement : Gestes techniques, protocoles thérapeutiques, et enfin scores et échelles. Les sujets sont particulièrement bien traités, allant à l'essentiel, tout en étant exhaustifs. Les schémas et illustrations sont nombreux et de qualité. La présentation spiralée facilite son utilisation. Cet outil pratique devrait trouver place dans tous les blousons ou sacs d'urgence. ◆

Format : 11 x 15 cm, 128 pages couleur, Prix : 17,50 €

Editions Arnette - www.librairiesante.fr



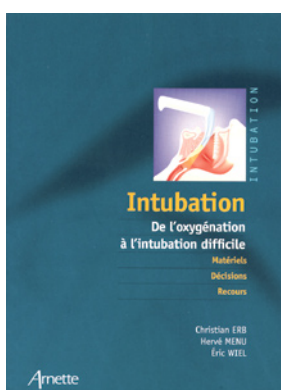
Guide pratique d'anesthésie locorégionale

Xavier Paqueron, Yann Cimino

Soyons simples et directs : quel magnifique ouvrage que cette troisième édition que nous livrent nos confrères. En sus des techniques usuelles de repérage, dont la neurostimulation, elle inclut l'échoguidage, faisant ainsi de cet opus une référence qui va être appréciée aussi bien des anesthésistes réanimateurs que des urgentistes, pour qui l'anesthésie de conduction est une pratique de plus en plus usitée. Tous les blocs sont présentés : membre supérieur, membre inférieur, cervicaux, tronc. Pour chacun d'eux, les indications et contre-indications sont rappelées, et de nombreux schémas et illustrations, de grande qualité, permettent de « guider » la main de l'opérateur. Une courte bibliographie permet, chaque fois, à ceux qui le souhaitent d'aller plus loin dans leurs connaissances. Un livre qui justifie largement son prix. ◆

Format : 16 x 24 cm, 368 pages couleur, Prix : 69 €

Arnette - www.librairiesante.fr



Intubation : De l'oxygénation à l'intubation difficile

C. Erb, H. Menu, E. Wiel.

S'il est un sujet qui préoccupe les médecins de l'urgence, c'est bien celui de la gestion des voies aériennes. Sujet souvent débattu, mais peu d'ouvrages apportent comme celui-ci une vue synthétique sur le problème et surtout les solutions. Commencant par un rappel anatomique essentiel, les auteurs poursuivent fort logiquement par les techniques de ventilation au masque, avant d'aborder l'intubation proprement dite, avec les critères prédictifs d'intubation difficile, puis les matériels à disposition. La présentation est extrêmement soignée. Cet ouvrage va faire référence, à n'en pas douter ! ◆

Format : 13 x 18 cm, Broché, 208 pages. Prix : 37 €

Arnette - www.librairie-sante.fr

Cotisation au CARUM Abonnement à Réanoxyo inclus

Document à renseigner le plus précisément possible. Photocopie admise ou téléchargeable sur le site www.carum.org. La cotisation au CARUM donne droit à une carte de membre.

Nom : Prénom :

Date de naissance :

Grade : Fonction :

Affectation :

Adresse professionnelle :

N°, rue :

Ville et code postal :

Téléphone : E-mail :

Adresse personnelle :

N°, rue :

Ville et code postal :

Téléphone : E-mail :

Spécialité : anesthésiste-réanimateur ; urgentiste ; médecin d'unité ; IADE

IDE ; autre (préciser) :

Titre : agrégé ; spécialiste ; assistant ; interne ; cadre ;

autre (préciser) :

Statut : de carrière ; réserviste ; autre (préciser) :

Institutions*	Agrégés, MCS, civils	Spécialistes, Officiers supérieurs	Assistants, internes, médecins	IADE, IDE
100 €	50 €	30 €	20 €	15 €

* institutions : tout ce qui n'est pas une personne (bibliothèques, hôpitaux, directions, inspections, ...)

Moyens de paiement :

- Par Paypal sur le site du CARUM : www.carum.org
- Par chèque à l'ordre du CARUM adressé à : MC ASTAUD Cécil-Emmanuel, BSPP, 55 Bd de PORT ROYAL, 75013 PARIS



© MC Gérard Dosseh 8^{ème} ACA : évolution récente d'un des lieux historiques du Service de Santé en OPEX, GammaGTI, Epervier, Tchad.