

Traumatologie thoracique : plaies par balle

David Tran Van

Service de Réanimation, Hôpital d'Instruction des Armées Robert Picqué, Bordeaux

Introduction

Il n'existe pas de donnée récente sur l'épidémiologie des blessures par balle en France. L'INSERM rapportait qu'en 1999 et en 2005 le nombre de décès par armes à feu était respectivement de 2607 et 2105. La grande majorité de ces décès était survenue dans un contexte de suicide, alors que les homicides représentaient moins de 10 % des cas.

Cependant, depuis quelques années, les actions violentes et armées, liées au banditisme ou au terrorisme, se sont multipliées sur le territoire national. Le point d'orgue a été les attaques terroristes du 13 novembre 2015 à Paris, au cours desquelles plusieurs fusillades à l'arme de guerre et trois attaques-suicides ont été perpétrées dans plusieurs lieux de rassemblement dont la salle de concert du Bataclan. Les systèmes de santé pré-hospitaliers et hospitaliers ont été soumis à une forte tension car le bilan de la soirée fut extrêmement lourd avec au moins 130 morts et 351 blessés.

Ces événements violents ont brutalement fait prendre conscience à la communauté médicale civile qu'il fallait se préparer à la possibilité de prendre en charge des blessés de guerre sur notre territoire en situation de crise. Ces blessés se caractérisent souvent par leur arrivée à l'hôpital en grand nombre et par une gravité effective ou potentielle en rapport avec des blessures pénétrantes par balles ou par éclats que les praticiens ont peu l'habitude de voir.

Nous traiterons ici de la prise en charge hospitalière initiale des blessures par balles du thorax, en écartant volontairement les blessures par éclats qui concernent les patients victimes d'explosion. En effet, ces derniers présentent un tableau plus complexe, associant souvent traumatismes pénétrants et effets de blast, brûlures, polytraumatisme et polycrissage.

L'atteinte balistique de l'aire thoracique n'est pas la plus fréquente en pratique militaire du fait du port d'éléments individuels de protection (gilet pare-balles), mais peut être souvent rencontrée en pratique civile à cause de la surface exposée et du choix préférentiel après l'extrémité céphalique en cas de tentative de suicide.

La gravité des plaies par balles du thorax dépend du type d'arme et de munitions utilisées et surtout des lésions sous-jacentes dans une région anatomique riche rassemblant des éléments respiratoires, cardiovasculaires et digestifs. Les blessés les plus gravement atteints vont décéder dans les minutes suivant le traumatisme opérant ainsi un « tri naturel ». Pour les patients instables qui survivent, une course contre la montre va démarrer afin de lutter principalement contre l'hémorragie. La prise en charge repose alors sur une stratégie diagnostique et thérapeutique rapide, organisée et multidisciplinaire.

1. Données générales

1.1. Notions de balistique [1, 2]

Les plaies par armes à feu représentent un ensemble très hétérogène du fait de la variété des types d'armes. On distingue les armes d'épaule et les armes de poing :

- Parmi les armes d'épaule, le fusil d'assaut Kalachnikov AK-47 est l'arme de guerre la plus accessible et la plus répandue avec près de 100 millions d'exemplaires en circulation dans le monde. Il tire des balles de 7,62 mm à vitesse supersonique. Les armées françaises et américaines utilisent actuellement les fusils d'assaut FAMAS et M-16 qui tirent à vitesse supersonique des munitions de plus petit calibre (5,56 mm) pesant 3 g. Le pouvoir vulnérant de ces munitions est très important du fait de leur vitesse et de l'effet de déstabilisation qui les caractérise. En pratique civile, à l'exception des armes de chasse, les fusils les plus courants sont le fusil à pompe qui tire une cartouche de 18,2 mm et le fusil 22 Long Rifle qui tire une balle de 5,5 mm.

Il s'agit d'armes tirant des munitions à plus faible vitesse, pratiquement en vente libre, et responsables d'une grande partie des traumatismes balistiques en temps de paix.

- Parmi les armes de poing, les pistolets MAC 50 ou MAS 61, dérivés du parabellum de 1904, le 38 Spécial ou le 357 Magnum, sont les armes de poing des forces de l'ordre en France. Tous tirent des munitions de calibre 9 mm pesant 8 à 10 g, à vitesse initiale subsonique. Ces projectiles sont en plomb, non chemisés et s'écrasent en pénétrant leur cible en réalisant un effet de champignonnage. Le Colt 45, très apprécié par les américains et le milieu du banditisme, tire une munition de calibre 11,43 mm pesant 15 g à vitesse initiale faible (70 m/sec).

Les lésions entraînées par un projectile balistique dépendent de nombreux facteurs.

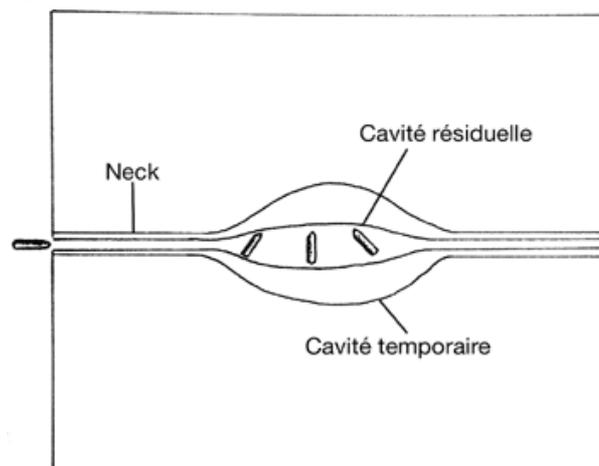
1.1.1. Facteurs balistiques

1.1.1.1. Energie : L'énergie libérée à l'impact du projectile est directement corrélée à sa capacité lésionnelle. Cette puissance est décrite par l'équation $[E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2]$ qui permet de comprendre que la vitesse du projectile (v) a un rôle lésionnel majeur. Ainsi, on sépare les projectiles à haute vitesse et haute énergie (jusqu'à 1000 m/sec) caractéristique des armes de guerre actuelles, et les projectiles à basse vitesse et basse énergie tirés par des armes de poing.

1.1.1.2. Distance : La diminution du pouvoir lésionnel en fonction de la distance est particulièrement importante dans le cas de plaies par armes de chasse qui, à une distance inférieure à 3 mètres, ont un pouvoir lésionnel majeur (effet emporte-pièce), alors qu'à une distance supérieure à 10 mètres, les lésions sont modérées avec un criblage superficiel.

1.1.1.3. Phénomène de cavitation : Un projectile qui traverse un milieu homogène provoque l'apparition d'un trajet rectiligne appelé « neck » suivi d'un tunnel d'attrition appelé cavité permanente ou résiduelle (figure 1). Les tissus y sont broyés et détruits. Le temps du passage du projectile, un mécanisme d'étirement et de refoulement tissulaire très brutal crée une zone lésionnelle temporaire qui peut atteindre 25 fois le diamètre du projectile, en fonction de son énergie et des propriétés élastiques du milieu traversé. Cette zone lésionnelle est appelée cavité temporaire, elle sera le siège de lésions nécrotiques évolutives par atteinte de la vascularisation. Ce phénomène est d'autant plus important que l'énergie dissipée est élevée.

Figure 1. Comportement balistique dans un milieu homogène

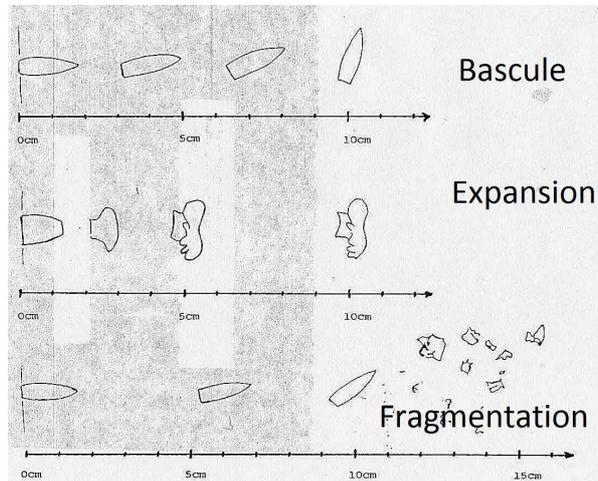


1.1.1.4. Nature du projectile : Les munitions sont nombreuses, de calibre et poids variables, et leur comportement dans les tissus a un impact sur les blessures occasionnées (figure 2). On distingue :

- Les munitions chemisées ou blindées (full metal jacket), dont le corps est recouvert de métal afin d'éviter leur fragmentation ou leur écrasement. Après le « neck », ces projectiles ont tendance à basculer et présentent ainsi un front de pénétration plus large augmentant la taille de la cavité permanente.

- Les munitions homogènes, faites le plus souvent de plomb, et qui vont entraîner un effet de champignonnage/expansion par écrasement.
- Les munitions semi-chémisées, dont le nez n'est pas recouvert de métal et dont l'enveloppe va se défaire, se fragmenter dans les tissus, et entraîner la génération de projectiles secondaires.

Figure 2. Différents comportements lors de la collision entre une munition et un tissu biologique



1.1.2. Facteurs anatomiques

Les tissus exposés à un projectile se comportent différemment selon leur nature. Plus la densité des tissus est élevée et leur élasticité faible, plus le transfert d'énergie est important entre le projectile et l'organe concerné, avec un phénomène important de cavitation :

- Ainsi, les structures osseuses, les plus denses de l'organisme, seront celles à haut transfert d'énergie avec pour conséquence la possibilité de fracas complexes.
- Les organes à haute teneur en eau, denses et peu élastiques, comme les organes pleins abdominaux, les reins, le cœur et le cerveau, sont le siège de lésion à type d'éclatement et de broiement.
- Les organes à haute teneur en air, peu denses et élastiques, comme le poumon, l'estomac, la vessie, sont plus résistants aux traumatismes balistiques du fait du faible transfert d'énergie observé, en l'absence de fragmentation du projectile. Toutefois, un estomac plein ou une vessie pleine se comporteront comme des organes denses au regard d'un traumatisme balistique.

Si on applique ces données au thorax, la rencontre du projectile avec les structures osseuses thoraciques (côtes, clavicules, rachis, omoplate) modifie le comportement théorique du projectile et la reconstitution du trajet de celui-ci devient difficile. À l'inverse, les espaces intercostaux n'offrent aucune résistance et ne perturbent pas la trajectoire. Les poumons, du fait de leur faible densité et de leur élasticité, sont relativement tolérants à la pénétration d'un projectile en l'absence de fragmentation. Le cœur et les gros vaisseaux se comportent comme des organes denses et peu élastiques. Les lésions observées avec les projectiles à haute énergie sont souvent au-delà de toute ressource thérapeutique. Seules les lésions par projectile à faible énergie sont susceptibles d'être accessibles au traitement.

1.1.3. Balistique lésionnelle et bilan lésionnel

La balistique lésionnelle permettrait d'amener des éléments théoriques quant à la prévision des lésions provoquées par un tir de balle sur le corps humain. Cependant, au moment de la prise en charge du blessé, beaucoup de données peuvent être manquantes telles que le type d'arme, de munition, la distance et la trajectoire du tir ou encore l'existence de ricochets ou d'obstacles franchis avant la pénétration dans les tissus... De plus, l'hétérogénéité et la densité des tissus traversés

peuvent modifier, de manière aléatoire, l'axe de direction de l'agent vulnérant et rendre difficile la reconstitution mentale des lésions internes entre orifice d'entrée et de sortie quand il existe.

Par conséquent, il est maintenant admis qu'en terme de blessure par balle « il faut traiter une plaie et non une arme ! » [3]. Le praticien devra donc avant tout prendre en compte le caractère possiblement délabrant de la balle (neck, cavitation temporaire et permanente, projectiles secondaires), ainsi que la possibilité d'un trajet aléatoire. En traumatologie balistique du thorax, la recherche des hypothèses lésionnelles reposera d'abord sur une bonne connaissance de l'anatomie de l'aire thoracique et des pièges qui lui sont liés.

1.2. L'aire thoracique

1.2.1. Rappels anatomiques

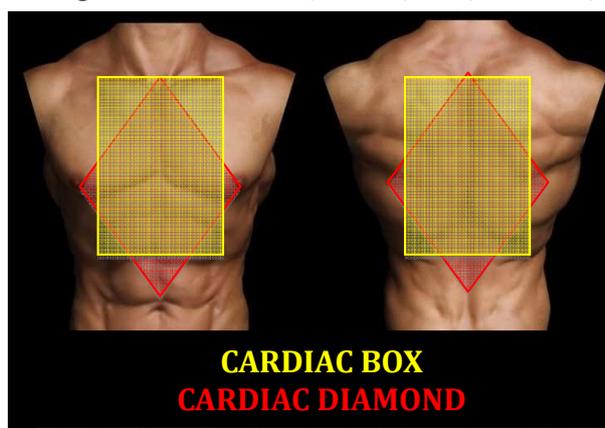
Le thorax est la région anatomique supérieure du tronc, qui s'étend de la base du cou au diaphragme. La cage thoracique est limitée en arrière par les vertèbres dorsales et les scapula, latéralement par le grill costal, en avant par le sternum, et en bas par le muscle diaphragmatique. Elle contient les principaux organes de la respiration et de la circulation. La partie centrale est le médiastin qui contient le cœur et les gros vaisseaux, le canal thoracique, l'appareil trachéo-bronchique proximal et l'œsophage. De part et d'autre du médiastin, se répartissent le système pleuro-pulmonaire et sa vascularisation.

La région thoracique est contiguë des régions cervicale, abdominale et dorso lombaire.

1.2.2. Les notions fondamentales à connaître en cas de plaie par balle du thorax [4]

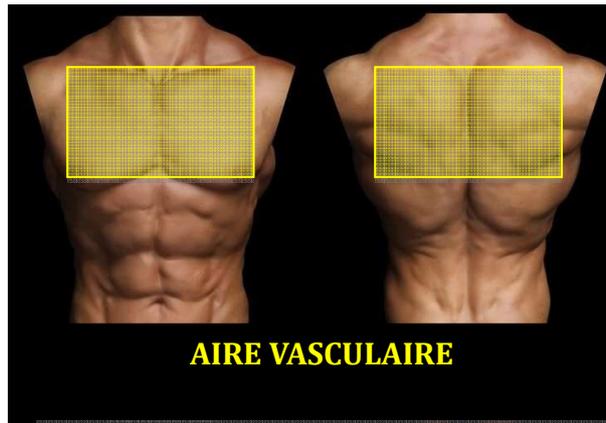
- Il faut systématiquement rechercher une lésion thoracique même en cas d'orifice d'entrée à distance (cou, abdomen, région lombaire)
- Tous les éléments constitutifs du thorax peuvent être blessés dans une pénétration thoracique
- Plaie cardiaque :
 - Toute plaie thoracique par balle peut être une plaie du cœur
 - La zone anatomique la plus à risque est l'aire précordiale. Le clinicien devra aussi être alerté en cas de plaie par balle située dans la « cardiac box » délimitée par les 2 lignes médio-claviculaires. Le « cardiac diamond » a été aussi décrit et prend en compte l'aire épigastrique. Il est délimité par un losange situé entre la fourchette sternale, les deux mamelons et le nombril (figure 3).

Figure 3. Aires anatomiques à risque de plaie cardiaque



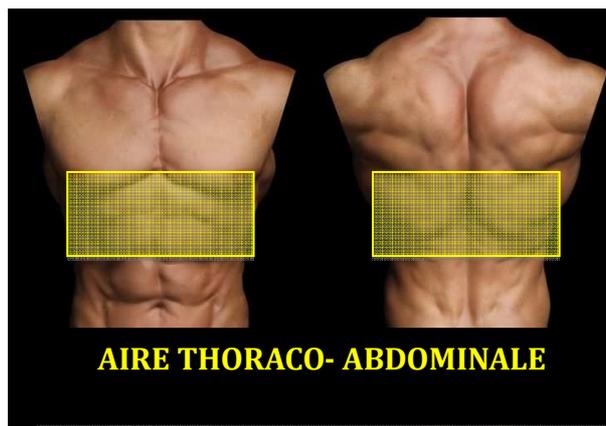
- Plaie médiastinale :
 - Toute plaie par balle située entre les clavicules et la ligne bi-mamelonnaire est susceptible d'atteindre les gros vaisseaux (aire vasculaire, figure 4)
 - Toute plaie trans-médiastinale est susceptible de blesser l'ensemble des organes médiastinaux : cœur, vaisseaux, œsophage, trachée, bronches.

Figure 4. Aire vasculaire à risque de plaie des gros vaisseaux



- Plaie thoraco-abdominale : Toute plaie par balle, située sous le 4^{ème} espace intercostal en avant (ligne mamelonnaire) et le 7^{ème} espace intercostal en arrière (pointe de l'omoplate), est susceptible d'entraîner simultanément des lésions des structures thoraciques et abdominales (aire thoraco-abdominale, figure 5).

Figure 5. Aire thoraco-abdominale à risque de lésion simultanée de viscères thoraciques et abdominaux



1.2.3. Lésions thoraciques observées [4-6]

1.2.3.1. Atteinte cardiaque

Les plaies balistiques du cœur sont peu fréquentes. C'est une blessure gravissime à haut risque de mortalité dont témoignent les 90 % de patients qui décèdent avant l'arrivée à l'hôpital. Les lésions cardiaques concernent, dans 43 % des cas, le ventricule droit qui couvre la plus grande surface sous l'aire précordiale. Viennent ensuite le ventricule gauche (34 %), l'oreillette droite (18 %) et l'oreillette gauche (5 %) qui est la cavité cardiaque la plus petite et la plus postérieure. Dans 18 % des cas, plusieurs cavités sont touchées. L'examen clinique est très variable, pouvant aller d'un état asymptomatique à l'arrêt cardio-respiratoire.

Devant le manque de performance diagnostique de l'examen clinique et de la radiographie du thorax, l'échocardiographie est maintenant recommandée en première intention pour dépister les plaies cardiaques. Les cas les plus graves regroupent les cas de tamponnade péricardique (patient bleu) et d'exsanguination par hémorragie cardiaque non contenue avec hématome médiastinal et hémothorax gauche extensif (patient blanc).

L'accès rapide à un traitement chirurgical est alors un élément de moins mauvais pronostic. Le plus souvent, après thoracotomie, il s'agit d'une plaie assez facile à contrôler par une simple suture myocardique. Dans les cas les plus complexes (plaie des artères coronaires, lésions valvulaires,

ouverture importante d'un septum, projectile intracardiaque, fistule coronaro-camérale), le recours à la CEC peut être nécessaire. La mortalité hospitalière des plaies cardiaques par balle, qui est mal définie dans la littérature, serait aux alentours de 50 %. L'absence de signe de vie à l'admission aux urgences serait un facteur indépendant de mauvais pronostic.

1.2.3.2. Atteinte des gros vaisseaux

Dans le cas d'une plaie par balle thoracique trans-médiastinale, les gros vaisseaux les plus fréquemment touchés sont l'artère sous-clavière, l'aorte ascendante, l'artère pulmonaire, la veine cave supérieure et/ou les veines pulmonaires. L'association à une plaie pénétrante du cœur est également fréquente (15 % chez les patients instables, 4 % chez les patients stables). A la prise en charge aux urgences, il existe une instabilité hémodynamique dans 50 % des cas. L'exploration d'un hématome médiastinal, en vue de faire l'hémostase, est alors impérative et peut être particulièrement délicate. La mortalité opératoire est de l'ordre de 20 à 36 %. Dans les autres cas, le patient reste stable et peut bénéficier d'un bilan lésionnel comprenant un angioscanner. Le plus souvent, le traitement des lésions observées sera initialement conservateur (embolisation, endoprothèses vasculaires, surveillance) avec un bon pronostic.

1.2.3.3. Atteinte de la paroi thoracique

L'atteinte pariétale, qui concerne des lésions de la peau et des tissus mous, du sternum et des côtes, ainsi que des muscles intercostaux, altère la mécanique respiratoire. Les plaies par chevrotines tirées par des armes de chasse peuvent occasionner des défauts pariétaux majeurs mettant le poumon sous-jacent à nu et pouvant aboutir à un thorax soufflant. En effet, lorsque la surface de la brèche pariétale est supérieure à 2/3 de la surface de coupe de la trachée, la pénétration de l'air lors des mouvements inspiratoires se fait préférentiellement par la brèche. Les lésions de la paroi thoracique incluent aussi les lésions des vaisseaux intercostaux et des vaisseaux mammaires internes dont le saignement peut s'extérioriser, mais aussi être responsable d'hémithorax, souvent abondants.

1.2.3.4. Atteinte pleuro-pulmonaire

Les lésions du parenchyme pulmonaire sont présentes dans 80 % des cas et entraînent, de manière constante, une fuite de sang dans l'espace pleural avec constitution d'un hémithorax ou d'un hémopneumothorax. Ces hémorragies sont rarement massives en raison des basses pressions régnant dans la circulation pulmonaire et de la haute concentration en thromboplastine du tissu pulmonaire. Elles peuvent toutefois être importantes dans les lacérations profondes avec atteinte des vaisseaux pulmonaires ou bronchiques et faire perdre 30 à 40 % du volume sanguin total dans un hémithorax. Les fuites d'air sont responsables de la constitution d'un pneumothorax. Celui-ci peut, en cas de fuite aérienne importante ou de séquestration dans la cavité pleurale, devenir suffocant et être à lui seul responsable d'une insuffisance respiratoire aiguë et d'un état de choc. Ces pneumothorax compressifs ou suffocants sont rencontrés dans 2 à 3 % des traumatismes pénétrants du thorax. Les lésions parenchymateuses pulmonaires sont soit à type de lacération correspondant au trajet de l'agent pénétrant, soit à type de contusion (cavitation temporaire ou transmission d'un impact pariétal).

1.2.3.5. Lésions trachéo-bronchiques

Ces lésions sont rares, avec quelques cas par an dans les centres de traumatologie nord-américains. Les blessés ayant des lésions trachéo-bronchiques pénétrantes décèdent souvent précocement sur le terrain, d'obstruction des voies aériennes, de pneumothorax suffocant ou de lésions cardiovasculaires associées. Chez les survivants ayant une atteinte trachéale, des lésions des gros vaisseaux sont retrouvées dans 55 % des cas. L'insuffisance respiratoire aiguë est au premier plan (60 à 75 %). Un emphysème sous-cutané (15 à 40 %), un pneumothorax (16 à 60 %) ou une hémoptysie (20 %) sont observés plus rarement. Après drainage pleural, la persistance d'une fuite aérienne par le drain et l'absence de ré-expansion doivent faire évoquer le diagnostic. Les lésions du parenchyme pulmonaire et de l'arbre trachéo-bronchique peuvent être responsables d'embolies gazeuses

systémiques par fistule aéro-vasculaire. Leur fréquence est estimée à 4 % dans les traumatismes thoraciques sévères. Parmi les séries autopsiques, leur responsabilité dans le décès est encore plus élevée. Le traitement est toujours chirurgical.

1.2.3.6. Atteinte œsophagienne

Les traumatismes pénétrants de l'œsophage sont rares et souvent associés à des lésions vasculaires ou cardiaques qui sont au premier plan et en masquent les signes spécifiques. Une atteinte œsophagienne doit être suspectée devant toute plaie trans-médiastinale, en présence d'un emphysème sous-cutané cervical, d'un pneumomédiastin ou de sang dans la sonde gastrique.

1.2.3.7. Atteinte diaphragmatique

Présente dans 1 à 3 % des traumatismes pénétrants du thorax, sa fréquence s'élève à 59 % dans les plaies de l'aire thoraco-abdominale gauche. Cette lésion est rarement isolée avec atteinte des organes intra-abdominaux (foie, rate, côlon) dans 17 à 39 % des cas. L'atteinte diaphragmatique est souvent asymptomatique en elle-même et c'est l'association de signes thoraciques et abdominaux qui doit la faire suspecter. En l'absence d'ascension d'un organe abdominal dans le thorax, les examens d'imagerie usuels ne sont pas contributifs. La radiographie pulmonaire est normale dans 35 à 67 % des cas. La tomodensitométrie ne montre souvent que des signes indirects (association de lésions sus et sous-diaphragmatiques avec un seul projectile).

1.2.3.8. Atteinte du rachis

Les traumatismes pénétrants par arme à feu sont, aux États-Unis, la deuxième cause de lésion traumatique rachidienne. L'atteinte du rachis dorsal est la plus fréquente (51,8 %) et touche 20 % des patients avec un trajet projectil trans-médiastinal. L'atteinte médullaire aggrave alors l'instabilité hémodynamique.

Les plaies par balle de l'aire thoracique sont des traumatismes pénétrants potentiellement ou effectivement menaçants en raison du caractère délabrant des projectiles pouvant blesser de manière aléatoire les structures pariétales, cardio-vasculaires et respiratoires, mais aussi abdominales, cervicales et rachidiennes.

La stratégie de prise en charge hospitalière doit intégrer les contraintes collectives, en cas d'afflux massif, ainsi que les contraintes individuelles chez des patients pouvant présenter d'emblée ou de manière retardée des défaillances vitales à type d'arrêt cardio-respiratoire, de choc hémorragique ou d'insuffisance respiratoire aiguë.

2. Organisation de la prise en charge hospitalière initiale et bilan du blessé par balle thoracique aux urgences

2.1. Afflux massif

L'arrivée à l'hôpital de nombreux blessés par balle, dans les suites d'une agression collective par fusillade, est un scénario tout à fait plausible en France dans le contexte actuel. Les règlements de compte dans le milieu du banditisme font en général peu de dommages collatéraux. En revanche, il peut s'agir d'un accident de société avec un passage à l'acte psychiatrique ou un attentat terroriste.

Les structures hospitalières locales ont alors à faire face à la prise en charge simultanée de plusieurs blessés. Certains se sont rendus à l'hôpital par leurs propres moyens après avoir fui la zone de tirs, tandis que d'autres ont été transportés par les secours pré-hospitaliers. Ces derniers, afin d'éviter la saturation sur le terrain, privilégient dans cette situation l'évacuation très rapide des blessés après une évaluation et des traitements sommaires.

Les transports sanitaires, qui ne sont pas systématiquement médicalisés, se font en priorité vers les filières hospitalières traumatologiques, mais peuvent concerner tous les établissements de santé en cas d'éloignement ou de saturation. La chronologie d'arrivée des blessés est relativement aléatoire et leur typologie extrêmement variable, allant de l'arrêt cardiaque par désamorçage à l'éclaté, en

passant par le traumatisé psychique. Le manque d'information concernant les circonstances de l'accident, la situation sanitaire globale, les règles de régulation pré-hospitalière, le nombre et le type de blessés attendus est la règle.

Le risque, pour l'établissement de santé, va être alors de faire face à un dépassement momentané de sa capacité à prendre en charge cet afflux de blessés, en raison d'une inadéquation entre les soins qu'ils réclament et les possibilités thérapeutiques. En règle générale, c'est plus la gravité que le nombre de patients à traiter qui est responsable de l'insuffisance de la structure. Ainsi, un afflux peut être saturant sans être massif. Les conséquences sont alors une désorganisation de la structure de santé à tous les niveaux de son fonctionnement :

- Au niveau du personnel médical et paramédical, qui va avoir à faire face à des blessures peu connues et à une charge de travail augmentée dans des conditions techniques, matérielles et émotionnelles difficiles.
- Au niveau du plateau technique, avec des localisations classiques de saturation que sont la zone de déchocage, l'imagerie, le bloc opératoire et le laboratoire
- Au niveau des ressources, avec par exemple des carences de produits sanguins, de boîtes chirurgicales, de certains DMS/médicaments, de brancards
- Au niveau administratif, avec des difficultés d'identification des patients, de communications intra et extra-établissements.

La lutte contre cette saturation va reposer sur 3 phases :

- 1) En amont de l'accident, l'anticipation de ce genre d'événement est fondamentale avec la rédaction du plan blanc de l'établissement. Ce plan d'urgence sanitaire et de crise, qui est déclenché par le directeur, a pour but de planifier au niveau d'un hôpital, la mise en œuvre rapide et rationnelle des moyens indispensables pour faire face à l'afflux de blessés. Il doit répondre aux questions pratiques qui concernent entre autre le renforcement des moyens en personnel, la disponibilité des lits, le renforcement des moyens de communications, l'adaptation des moyens matériels, l'identification des patients... Ce plan blanc doit idéalement faire l'objet de simulations « grandeur nature » afin de le tester et pour que chacun connaisse sa place et son rôle le jour J.
- 2) A l'arrivée des blessés, il va falloir les trier selon des modalités simples, rapides et fiables. L'objectif de cette tâche médicale est de dépister les blessés qui nécessitent des soins immédiats (Urgence Absolue-UA comprenant les Extrêmes Urgences EU), ceux qui peuvent attendre (Urgence Relative-UR), et ceux dont l'importance des blessures ne permet pas d'espérer un pronostic favorable dans ces conditions de crise (Urgence Dépassée-UD). Le triage permet ainsi d'organiser l'ordre et le lieu de prise en charge des blessés.
- 3) La rapidité de prise en charge des blessés est rendue obligatoire en raison de contraintes médicales et organisationnelles. L'évaluation et la médicalisation des patients doivent être simples et efficaces. La circulation devra être fluide vers les secteurs d'hospitalisation, d'imagerie, ou le bloc opératoire, afin de libérer les zones d'accueil. Un ordre de passage des blessés, en fonction de l'urgence, sera déterminé pour les sites à fort risque de saturation.

2.2. Accueil en salle de « déchocage »

Le blessé par balle thoracique est toujours un traumatisé grave et devra être dirigé en priorité vers la salle de « déchocage ». Pour les patients en choc hémorragique ayant bénéficié d'une prise en charge médicalisée pré-hospitalière, on pourra discuter l'admission directe au bloc opératoire afin de réaliser une chirurgie d'hémostase première.

2.2.1. Organisation

Les modalités d'accueil du blessé par balle thoracique doivent être réfléchies, protocolisées et répétées à l'avance.

2.2.1.1. Matériels : S'il existe plusieurs box de déchochage, l'emplacement et la composition du matériel doivent être identiques entre les box. Une check-list, qui doit être vérifiée tous les jours et après chaque patient, détaille tout le matériel et les médicaments qui doivent être immédiatement disponibles. Il s'agit des éléments classiques de la prise en charge du traumatisé grave hémorragique.

2.2.1.2. Personnels présents au moment de l'admission

- Equipe médicale d'anesthésie-réanimation et/ou de médecine d'urgence
- Equipe chirurgicale comprenant un praticien ayant une compétence thoracique et abdominale
- 2 IDE
- 1 AS
- Manipulateur radio
- 1 « scribe » (externe par exemple)

2.2.1.3. Notions importantes pour l'accueil du blessé par balle

Compte-tenu de l'évolution parfois extrêmement rapide de la situation, la prise en charge initiale devra être rapide et efficace. Pour cela, le rôle de chacun doit être quasi protocolisé en fonction de son domaine de compétence (où il se tient, de quoi s'occupe-t-il, quelles sont ses prérogatives...). Notamment, un « trauma leader » doit être désigné à l'avance. De manière schématique, son rôle consiste à recueillir toutes les informations cliniques et paracliniques, décider de la stratégie diagnostique et thérapeutique et répartir les tâches de chacun des acteurs de la prise en charge. Le « trauma leader » doit pouvoir être libéré des contingences pratiques (pose de voies...) afin de garder le recul nécessaire à une bonne analyse de la situation. A noter, l'intérêt de la présence d'un « scribe », dont le rôle est de reporter par écrit au fur et à mesure de la prise en charge les constantes vitales du patient, les gestes réalisés et les médicaments administrés.

2.2.2. Bilan initial

Le bilan clinique d'arrivée doit classiquement suivre les recommandations de l'ATLS [7] avec un premier examen suivant l'acronyme ABCDE (Airway, Breathing, Circulation, Disability, Exposure and Environment) accompagné des mesures de réanimation nécessaires. Un deuxième bilan doit être effectué dès que possible afin de dégrossir le bilan lésionnel. Il comporte un examen du patient « sous toutes les coutures » (examen en décubitus dorsal pour la face antérieure, en décubitus latéral pour la face postérieure, et examen attentif de tous les plis y compris pelviens), afin de rechercher attentivement tous les points d'entrée et de sortie dans le but de reconstituer mentalement le trajet du projectile. Les orifices de balles pourront être explorés au doigt par le chirurgien si besoin. Les pansements posés avant l'admission du patient à l'hôpital sont défaits afin de juger de l'aspect, de la profondeur, de l'étendue et du caractère hémorragique ou soufflant de la plaie recouverte.

L'examen clinique est immédiatement complété par un examen échographique de type E FAST (Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma). Il doit pouvoir être réalisé par un médecin non radiologue, la plupart du temps l'anesthésiste-réanimateur ou le chirurgien. L'objectif est de mettre en évidence un épanchement hémorragique pleural, péricardique ou péritonéal ainsi qu'éliminer un pneumothorax. Il s'agit d'un examen non invasif, simple et rapide à réaliser qui permet d'orienter rapidement la prise en charge. Dans le contexte de plaie par balle du thorax, l'échographie permet entre autre de détecter rapidement une plaie cardiaque (hémopéricarde) et une plaie thoraco-abdominale (hémopéritoine) avec une sensibilité de 100 % et une spécificité de 99,3 % [8]. En cas de doute ou de nécessité particulière, et pour faire le bilan osseux, l'échographie peut être complétée par un bilan radiologique standard (radiographie du thorax de face, radiographie du bassin) réalisé sur le brancard des urgences.

Grâce à une organisation protocolisée, la prise en charge initiale en salle de déchochage du blessé par balle thoracique doit permettre de débiter rapidement la réanimation symptomatique d'une ou plusieurs défaillances d'organe et de s'être fait une idée schématique du bilan lésionnel. La conduite à tenir va dépendre essentiellement de l'évolution clinique du patient.

3. Stratégies thérapeutiques

3.1. Mesures thérapeutiques communes

- Analgésie chez le patient non sédaté
- Prévention du risque infectieux : Les plaies par balle sont des plaies sales qui comportent un risque retardé d'infection. Une antibiothérapie probabiliste par amoxicilline/acide clavulanique doit être débutée dès la phase initiale. Le statut vaccinal du patient envers le tétanos doit être vérifié. En cas d'absence d'immunisation efficace, la sérothérapie et la vaccination antitétanique seront effectuées.

3.2. Blessé stable

Ces blessés représenteraient plus de 80 % des patients admis à l'hôpital pour plaie par balle thoracique. La priorité, chez le patient stable ou stabilisé, est de compléter le bilan lésionnel en réalisant un scanner corps entier avec injection de produit de contraste. Cet examen doit permettre d'identifier l'existence des projectiles non extériorisés, leurs trajets, les lésions d'organes pleins et d'organes creux. Le protocole d'injection de produit de contraste, avec l'acquisition d'images au temps artériel et portal, permet de mieux montrer les plaies vasculaires et d'objectiver une fuite hémorragique active dans les cavités anatomiques et au sein d'organes pleins. Les données obtenues permettront ainsi de confirmer ou non les premières impressions lésionnelles et d'orienter le traitement.

Dans la plupart des cas, il s'agit d'un simple drainage pleural avec surveillance. Cependant, une exploration chirurgicale laparoscopique ou en laparotomie est nécessaire en cas de plaie thoraco-abdominale. En cas de plaie vasculaire avec fuite, le recours à la radiologie interventionnelle (embolisation, stenting) doit être discuté. Tout épanchement péricardique, dans ce contexte de traumatisme pénétrant du thorax, doit faire évoquer une plaie cardiaque et discuter l'indication d'une sternotomie d'exploration. Il est important de noter que l'extraction chirurgicale d'un projectile non menaçant pour un organe vital chez un patient asymptomatique n'est pas systématique.

3.3. Blessé instable

3.3.1. Insuffisance respiratoire aiguë

3.3.1.1. Plaie soufflante du thorax : Elle se définit par une circulation libre de l'air entre le poumon, l'espace pleural et l'extérieur à travers l'orifice d'entrée et/ou de sortie thoracique. Le diagnostic est fait simplement à l'observation. L'air n'étant pas piégé entre les 2 feuillets de la plèvre, la constitution d'un pneumothorax compressif est impossible tant que la plaie reste perméable. En revanche, la mécanique ventilatoire peut être altérée en ventilation spontanée en raison de l'absence ou de la diminution de l'inflation du poumon au cours de l'effort inspiratoire.

L'obstruction de la plaie soufflante est contre-indiquée en l'absence de drainage pleural efficace en raison du risque de pneumothorax compressif. A la phase pré-hospitalière ou hospitalière initiale, la plaie sera simplement désinfectée et équipée d'un pansement 3 côtés de fortune, ou d'une valve d'Asherman (figure 6), qui permettra d'occlure l'orifice en inspiration et laissera s'échapper l'air en expiration. Si l'on ne dispose pas de ces matériels ou s'ils ne collent pas suffisamment sur la peau, la plaie sera laissée ouverte.

Figure 6.

Pansement 3 côtés de fortune et Valve d'Asherman avec compresse



3.3.1.2. Pneumothorax compressif : Il doit être suspecté devant toute plaie pénétrante du thorax associée à une détresse respiratoire aiguë d'emblée ou d'apparition secondaire, ainsi que devant une détresse hémodynamique non hémorragique en rapport avec une tamponnade gazeuse. La mise sous ventilation en pression positive peut précipiter cette complication. La conduite à tenir repose sur des gestes simples à effectuer toujours dans le même ordre :

- 1) Vérifier la perméabilité de la plaie thoracique au doigt afin de permettre l'évacuation de l'air piégé dans l'espace pleural vers l'extérieur.
- 2) L'exsufflation « à l'aiguille » est indiquée immédiatement après, en cas d'inefficacité de la décompression pleurale digitale. Il s'agit d'une procédure de sauvetage classique et réputée simple qui consiste à insérer une aiguille au niveau du 2^{ème} espace intercostal sur la ligne médio-claviculaire. L'objectif est d'effectuer une évacuation gazeuse de fortune permettant d'attendre temporairement la mise en place d'un drain pleural aspiratif. Cependant, les échecs de l'exsufflation « à l'aiguille » ont été fréquemment décrits avec des ponctions extrapleurales inefficaces et parfois dangereuses (tissus sous-cutanés, région axillaire, parenchyme pulmonaire, cœur, vaisseaux pulmonaires) liées à une mauvaise prise de repères anatomiques ou à une longueur d'aiguille inadaptée. C'est pourquoi, en cas de persistance de la défaillance cardio-respiratoire associée au pneumothorax compressif, il faut savoir passer rapidement à la réalisation d'une mini-thoracotomie au doigt au niveau du 4-5^{ème} espace intercostal sur la ligne axillaire. Il s'agit d'une technique de décompression pleurale sûre, efficace et rapide qui, dans tous les cas, précède toujours l'insertion d'un drain pleural [9].
- 3) Le drainage pleural définitif est obtenu dès que possible par la mise en place d'un drain thoracique de bon calibre au travers d'un orifice de mini-thoracotomie axillaire. Il permet de stabiliser le patient dans plus de 85 % des cas et d'éviter le recours à un acte chirurgical. Le drain pleural peut être relié à une valve uni-directionnelle de Heimlich ou, au mieux, à un système d'aspiration continue permettant de rétablir efficacement le vide pleural. L'épanchement drainé est le plus souvent un hémopneumothorax. Le sang pleural peut alors être recueilli, puis retransfusé immédiatement au patient grâce à du matériel dédié ou aux systèmes de transfusion autologue per et postopératoire (Striker®, Cell Saver®...). L'avantage de cette technique est de pouvoir transfuser rapidement du sang à un patient hémorragique en limitant l'exposition et le risque transfusionnel homologique. La surveillance du drainage pleural, dont on aura contrôlé la bonne position, consiste à évaluer régulièrement le débit de saignement extériorisé par le drain ainsi que la persistance ou non d'un bullage :
 - En cas de saignement extériorisé par le drain avec un débit de 200 à 500 ml/h ou un volume > 1500 ml/j, la thoracotomie d'hémostase devra être envisagée.
 - En cas d'insuffisance respiratoire aiguë avec persistance du bullage, absence de ré-expansion pulmonaire et extension d'un emphysème sous-cutané, il faut rechercher une plaie trachéo-bronchique qui imposera une aérostase chirurgicale rapide par thoracotomie antéro-latérale droite ou cervicotomie antérieure. En revanche, devant le maintien isolé et simple d'un bullage, l'indication d'une thoracotomie d'aérostase devra être rediscutée après quelques jours de drainage pleural efficace.

3.3.2. Instabilité hémodynamique

L'instabilité hémodynamique est le plus souvent en rapport avec un saignement intrathoracique dont le bilan clinique et échographique initial doit avoir permis de poser une ou deux hypothèses de site hémorragique. Schématiquement, un saignement peut s'épancher au niveau du thorax dans les cinq compartiments viscéraux qui sont :

- Les 2 espaces pleuraux (lacération pulmonaire hémorragique, plaie des gros vaisseaux avec rupture médiastinale, saignement d'origine pariétale)
- Le péricarde (plaie cardiaque avec hémopéricarde éventuellement rompu dans la plèvre gauche)
- Le médiastin postérieur (plaie des gros vaisseaux)
- Le défilé thoraco-brachial (plaie des vaisseaux sous-claviers)

3.3.2.1. En cas de tamponnade péricardique non rompue :

Le patient présente une instabilité hémodynamique associée inconstamment à la triade de Beck (bruits du cœur assourdis, turgescence jugulaire et hypotension). L'échocardiographie est le plus souvent parlante. L'indication d'une thoracotomie au mieux par sternotomie médiane est formelle, afin d'explorer le cœur et traiter une plaie. Dans les cas les plus complexes, la mise en place d'une CEC est parfois nécessaire.

3.3.2.2. En cas de choc hémorragique : La prise en charge repose sur le concept de « damage control resuscitation » qui recouvre une stratégie centrée sur une chirurgie de sauvetage minimaliste associée à une réanimation périopératoire.

1. Réanimation périopératoire du choc hémorragique [10] : Tant que le saignement n'est pas contrôlé, les objectifs tensionnels doivent être modestes, aux alentours de 80-90 mmHg de PAS en l'absence de traumatisme crânien, afin de limiter l'augmentation du flux hémorragique et la dilution des facteurs de coagulation par un remplissage vasculaire excessif. Initialement, la lutte contre l'hypovolémie repose sur le remplissage vasculaire par cristalloïdes et l'administration précoce de noradrénaline.

Le « damage control » hémostatique consiste à lutter contre la triade létale avec le réchauffement passif externe du patient dès son arrivée et l'administration de solutés réchauffés, ainsi que le traitement de l'acidose par l'adaptation des paramètres ventilatoires et la prescription de bicarbonates lorsque le pH reste inférieur à 7,1. Le diagnostic des troubles de la coagulation repose sur les analyses biologiques qui doivent être précoces et répétées. Ils doivent être combattus activement grâce à un traitement transfusionnel agressif (ratio CGR/PFC 1/1, transfusion plaquettaire précoce dès la 2^{ème} prescription transfusionnelle, fibrinogène si < 1,5 G/L), l'administration précoce d'acide tranexamique et le monitoring étroit de la calcémie ionisée. Le taux d'hémoglobine doit être maintenu au-dessus de 7 g/dl.

2. Chirurgie d'hémostase/ « Damage control surgery » : L'hémostase chirurgicale en urgence au bloc opératoire représente un challenge compte-tenu des possibilités multiples de saignement. La discussion avec le chirurgien consiste alors à décider de la meilleure voie d'abord en décubitus dorsal afin d'accélérer l'exploration thoracique et l'hémostase :
 - Le plus souvent, le choix se porte sur une thoracotomie antéro-latérale du côté blessé. Il s'agit d'une incision rapidement effectuée qui peut être étendue vers l'abdomen mais surtout à l'hémithorax controlatéral (thoracotomie bilatérale transverse), et ainsi permettre d'atteindre presque tous les compartiments viscéraux thoraciques. Cependant, il sera difficile d'explorer et de faire l'hémostase d'un saignement venant de la partie toute postérieure du thorax ou du médiastin postérieur.
 - La sternotomie médiane est un excellent choix en cas de plaie de la « cardiac box » ou de l'aire vasculaire, car elle permet d'accéder facilement au cœur et aux gros vaisseaux. Elle peut de plus être étendue à l'abdomen, au cou et le long d'une clavicule.

Dans tous les cas, l'installation du patient au bloc opératoire doit envisager d'emblée la possibilité d'une extension de l'incision vers le cou, l'abdomen et toutes les aires thoraciques ou bien la réalisation de nouvelles voies d'abord. Les maîtres mots sont adaptation et flexibilité.

Dans le contexte du premier temps chirurgical du « damage control », le chirurgien devra mettre en œuvre des techniques d'hémostases rapides (en moins de 60-90 min), mais pouvant être provisoires et laissant du matériel en place (packing, shunt) [11] :

- Hémostase définitive :
 - Au niveau cardiovasculaire : suture cardiaque, suture/ligature/greffon d'un vaisseau
 - Au niveau pulmonaire : résection pulmonaire atypique, agrafage de lésions périphériques, tractotomie d'une lésion profonde (ouverture d'une plaie profonde par agrafage du trajet pour exposer et faire l'hémostase des hémorragies profondes)

- En cas de lésion du hile, le contrôle du saignement peut être assuré par un clamage total du hile, suivi d'une réparation élective ou parfois par une pneumonectomie par agrafage en masse du pédicule (pronostic sombre)
- *Plus rarement, des gestes provisoires pour sauver une situation difficile :*
 - Twist du poumon sur lui-même afin de tordre le hile qui peut être complété par la mise en place de champs intrathoraciques. Le 2^{ème} temps chirurgical sera obligatoirement une pneumonectomie
 - Shunt sur une lésion artérielle
 - Packing intrathoracique pour des lésions pariétales postérieures ou du sommet, qui est souvent mal toléré sur le plan cardiovasculaire (tamponnade)
 - Drainage ou intubation d'une plaie de l'œsophage en attendant une réparation définitive.

Le type de fermeture de la paroi thoracique peut varier en fonction des situations et aller de la fermeture cutanée exclusive à la fermeture classique sur drainage. A l'issue de l'intervention, le patient sera admis en service de réanimation pour la poursuite de la réanimation générale et hémostatique en vue du 2^{ème} temps chirurgical si des réparations définitives sont à envisager.

3.4. Blessé agonique

Pour les patients qui arrivent à l'hôpital en arrêt cardio-respiratoire (ACR), l'indication d'une thoracotomie de sauvetage en salle de déchocage doit être très rapidement évaluée suivant les bénéfices à attendre. Dans cette situation, il s'agit d'un geste de toute dernière extrémité qui permettrait d'améliorer le taux de survie de 1,8 % à 3 % lorsque des signes de vie ont pu être observés après la blessure par balle [12]. Lorsque la situation est encore moins favorable, avec notamment l'absence de signe de vie observé depuis la blessure et/ou une durée de réanimation cardiopulmonaire prolongée, les bénéfices en termes de survie et de pronostic neurologique seraient proches de zéro. Chaque situation doit donc être évaluée individuellement en fonction des lésions balistiques observées, de l'état clinique du patient et de la durée de « no flow » et de « low flow ».

La thoracotomie de sauvetage est réalisée sur le brancard des urgences. Elle consiste en une incision antérolatérale gauche du thorax permettant d'accéder très rapidement à la cavité pleurale, au poumon gauche, à l'aorte thoracique et au cœur. Ce geste permet de décompresser une tamponnade cardiaque, de contrôler une hémorragie pulmonaire ou vasculaire, de clamer l'aorte (afin de préserver les circulations coronaires et cérébrales) et de réaliser un massage cardiaque interne.

Si le patient reprend une activité cardiaque spontanée pendant la thoracotomie de sauvetage, il est transporté au bloc opératoire pour des compléments d'exploration et de traitement chirurgical. En revanche, en cas de persistance de l'ACR, il ne semble pas raisonnable de poursuivre la réanimation au-delà de 15 minutes.

Conclusion

L'accueil hospitalier de blessés thoraciques par balle représente un challenge pour l'ensemble de la structure d'urgence et de réanimation médico-chirurgicale. L'anesthésiste réanimateur est en première ligne et doit faire face à la gestion de problématiques collectives en cas d'afflux de blessés possiblement saturant et de problématiques individuelles avec la prise en charge de traumatisés potentiellement graves et instables. Dans cette situation complexe, la clé d'une bonne prise en charge repose sur une organisation de l'accueil pensée et structurée, et sur un raisonnement multidisciplinaire se préoccupant de l'essentiel. Compte-tenu du caractère très vulnérant des projectiles balistiques pouvant entraîner des lésions intrathoraciques aléatoires, il est important de se préparer à des situations hémorragiques graves imposant la mise en œuvre de traitements de sauvetage avec une forte morbidité et mortalité. Cependant, il ne faut pas oublier que plus de 80 % des blessés devraient arriver stables et, au terme d'un bilan lésionnel exhaustif, ne nécessiter quasiment que la mise en place d'un drainage pleural !

Références

1. Rouvier B, Lenoir B, Rigal S. Les traumatismes balistiques. In : SFAR, éditeur. Conférences d'actualisation. Congrès National d'Anesthésie et de Réanimation. Paris : Elsevier; 1997: 7103-16.
2. Daban JL, Peigne V, Boddaert G, Okoue Ondo, Debien B. Traumatisme pénétrant et balistique. In : SFAR, éditeur. Conférences d'actualisation. Congrès National d'Anesthésie et de Réanimation. Paris : Elsevier; 2012.
3. Lindsey D. The idolatry of velocity, or lies, damn lies, and ballistics. *J Trauma* 1980; 20: 1068-9.
4. Debien B, Lenoir B. Les traumatismes balistiques du thorax. In : SFAR, éditeur. Conférences d'actualisation. Congrès National d'Anesthésie et de Réanimation. Paris : Elsevier; 2004: 512-32.
5. Kang N, Hsee L, Rizoli S, Alison P. Penetrating cardiac injury : overcoming the limits set by nature. *Injury* 2009; 40: 919-27.
6. Burack J, Kandil E, Sawas A, O'Neill P, Sclafani S, Lowery R, Zenilman M. Triage and outcome of patients with mediastinal penetrating trauma. *Ann Thorac Surg* 2007; 83: 377-82.
7. American College of Surgeons Committee on Trauma. Advanced Trauma Life Support for Doctors: Instructor Course Manual. 6th ed. Chicago, Ill: American College of Surgeons; 1997.
8. Rozycki G, Ballard R, Feliciano D, Schmidt J, Pennington S. Surgeon performed ultrasound for the assessment of truncal injuries: lessons learned from 1540 patients. *Ann Surg* 1998; 228: 557-67.
9. Fitzgerald M, Mackenzie C, Marasco S, Hoyle R, Kossman T. Pleural decompression and drainage during trauma reception and resuscitation. *Injury* 2008; 39: 9-20.
10. Duranteau J, Asehnoune K, Pierre S, *et al.* Recommandations sur la réanimation du choc hémorragique. *Anesth Reanim* 2015; 1: 62-74.
11. Phelan H, Patterson S, Hassan M, Gonzalez R, Rodning C. Thoracic damage-control operation: principles, techniques, and definitive repair. *J Am Coll Surg* 2006; 203: 933-41.
12. Seamon M, Haut E, Arendonk K, *et al.* An evidence-based approach to patient selection for emergency department thoracotomy : a practice management guideline from the eastern association for the surgery of trauma. *J Trauma Acute Care Surg* 2015; 79: 159-73.