

# Notions de balistique et prise en charge des plaies par balle au niveau des membres

## *Ballistic concepts and management of gunshot wounds at members*

**L. Fabeck<sup>1</sup>, N. Hock<sup>2</sup>, J. Goffin<sup>3</sup> et W. Ngatchou<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Service d'Orthopédie, C.H.U. Saint-Pierre, <sup>2</sup>Division spéciale, Ecole Royale Militaire, <sup>3</sup>Ingénieur balisticien, Ressources matérielles, La Défense, <sup>4</sup>Service des Urgences et de Chirurgie cardiaque, C.H.U. Saint-Pierre, ULB

### RESUME

*La traumatologie balistique n'est pas l'apanage des champs de bataille et s'étend actuellement de plus en plus aux milieux civils. Tout chirurgien ou urgentiste peut se trouver confronté à de tels traumatismes dont la prise en charge est spécifique et nécessite notamment une connaissance en balistique lésionnelle.*

*Cette étude consiste en une revue rétrospective de la prise en charge des traumatismes balistiques au sein du C.H.U. Saint-Pierre sur une période de dix ans. Les données démographiques, lésionnelles, cliniques, d'imagerie, de traitement et de suivi ont été collectées.*

*A l'analyse des dossiers, il ressort que les plaies des membres ont un faible taux de mortalité, mais un taux de complications non négligeable. Les patients doivent être pris en charge selon le protocole ATLS puis selon la stabilité hémodynamique et la localisation du traumatisme, bénéficier d'une imagerie. Les patients instables seront opérés en urgence sans imagerie, les patients stables présentant des traumatismes osseux seront traités selon l'importance des lésions et du type de fracture soit de manière conservatrice, soit par fixateur externe ou enclouage centro-médullaire. Un débridement et une antibiothérapie sont recommandés ainsi qu'une exploration nerveuse s'il existe une paralysie périphérique.*

*La prise en charge des traumatismes dans notre échantillon n'apparaît pas optimale à la lumière de la littérature notamment en termes de mise au point vasculaire, de débridement, d'antibiothérapie et de réparation nerveuse. Deux protocoles de prise en charge selon l'état hémodynamique du patient sont proposés afin d'optimiser la prise en charge.*

*Rev Med Brux 2017 ; 38 : 474-81*

### ABSTRACT

*Ballistic trauma is not the prerogative of battlefields and currently extends to civil environments. Any surgeon or emergency room can be faced with such trauma whose management requires an understanding of wound ballistics.*

*The aim of this retrospective is reviewing the management of ballistic trauma within the C.H.U. Saint-Pierre hospital over a period of ten years. Data recorded included demographics data, lesions, clinical parameters, imaging, treatment and outcome.*

*It appears that the wounds of the members have a low mortality rate but a significant rate of complications. Patients should be managed according to the ATLS protocol and according hemodynamic stability and location of the injury, benefit from imaging. Unstable patients will be operated in emergency, stable patients will be treated according to the extent of damage and the type of fracture either conservatively or by external fixator and intramedullary centromedullary. Debridement and antibiotics are recommended as a nerve exploration if there is a peripheral paralysis.*

*The management of trauma in our sample appear not optimal in light of the literature especially in terms of setting the vascular point of debridement, antibiotic and nerve repair resulting in significant consequences. Two management protocols according to patients' hemodynamic status are offered.*

*Rev Med Brux 2017 ; 38 : 474-81*

*Key words : gunshot, ballistic, trauma, vascular lesion, fracture*

## INTRODUCTION

L'incidence des lésions par balle au niveau des membres varie d'un pays à l'autre. En Europe de l'ouest, leur taux de survenue est bas mais il est particulièrement élevé aux Etats-Unis et en Afrique du sud<sup>1,2</sup>. En 2010, on dénombrait plus de 31.000 décès par armes à feu aux USA, ce qui en faisait la deuxième cause de décès traumatique après les accidents de la route, contre 197 en Belgique pour la même période, les données étant quasi inexistantes pour les plaies non létales. Dans le domaine militaire, les progrès médicaux dans la prise en charge des plaies par balles a permis de faire passer la mortalité de 24 % lors de la guerre du Vietnam à 10 % en Afghanistan<sup>3</sup>. Cette expérience peut être appliquée à la pratique civile, dès la prise en charge sur les lieux de l'agression, mais le pronostic du patient reste parfois compromis par le manque d'expérience des équipes médicales, une blessure par balle ne pouvant être traitée comme un simple traumatisme pénétrant. Tout chirurgien ou urgentiste peut être confronté à de tels traumatismes dont la prise en charge nécessite aussi des notions théoriques de balistique lésionnelle. Une analyse rétrospective de la prise en charge de ce type de lésion associée à la connaissance de notions de balistique permet de proposer des algorithmes de prise en charge d'une plaie balistique des membres dans un hôpital civil.

## MATERIEL ET METHODE

Il s'agit d'une étude rétrospective de dossiers de patients blessés par balle et admis dans le Service des Urgences du C.H.U. Saint-Pierre à Bruxelles sur une période allant de janvier 2004 à janvier 2014. Le but de l'étude est de collecter les données probantes et réaliser l'analyse critique de la prise en charge en fonction des lésions afin de dégager une conduite générale à tenir. Elle a été approuvée par le Comité d'Ethique de l'institution. Les données recueillies comprennent l'âge, le sexe, la localisation des lésions principales et associées, les résultats de l'imagerie, les types et techniques de traitement, les durées d'hospitalisation et complications. L'état de gravité était défini comme suit : patient instable si la pression systolique était inférieure à 100 mmHg, stable si supérieur à 100 mmHg, in extremis si la tension n'était pas mesurable mais que le patient présentait des signes de vie. Le score AIS (*Abbreviated Injury Score*) et le score ISS (*Injury Severity Score*) ont également été analysés<sup>4</sup>. Nous nous sommes focalisés sur les

plaies des membres, les traumatismes thoraciques ayant fait l'objet d'une étude préalable<sup>5</sup>. Une analyse statistique descriptive a été appliquée à l'échantillon.

## RESULTATS

Sur la période étudiée, 63 patients ont été admis au C.H.U. Saint-Pierre dans le cadre d'une plaie par balle. Parmi eux, 16 patients ont été écartés de l'étude, 7 à cause d'une prise en charge de première intention à l'étranger, 4 pour traumatisme non directement imputable au projectile, 5 pour dossiers incomplets.

Les parties du corps atteintes étaient pour 27 cas les membres (56 %), 9 fois le thorax (19 %), 6 l'abdomen (13 %), 3 le rachis (6 %), 2 la face (4 %), 1 crâne (2 %). Le *sex ratio* était de 23 hommes pour 1 femme et l'âge moyen de 32,26 ans (20-55).

L'arme utilisée n'est pas spécifiée dans 26 % (n=7) des cas. Il s'agissait d'une arme de poing dans 70 % (n=19) des cas et d'une arme de chasse dans 4 % (n=1). La distance de tir n'est renseignée que dans 7 % des cas (n=2).

Nous nous sommes focalisés sur les plaies des membres. Celles-ci étaient multiples dans 26 % des cas (n=7) et totalisaient 44 plaies pour 27 patients. Elles étaient pénétrantes, c'est-à-dire avec point d'entrée sans sortie, dans 55 % des cas (n=24), et perforantes, avec point de sortie, dans 45 % des cas. Les plaies aux membres se retrouvent majoritairement au niveau de la cuisse dans 61 %, puis la jambe (20 %), la racine du membre (11 %) et le genou (7 %). 10 patients (37 %) ont présenté un total de 14 fractures, 6 fémurs (43 %), 5 tibias (36 %), 2 têtes fémorales (14 %) et une branche ilio-pubienne (7 %).

Les lésions principales observées dans notre échantillon, le score de sévérité associé à chaque type de lésion ainsi que l'état hémodynamique des patients à l'admission est repris dans le tableau 1.

Huit patients de notre série (30 % des cas) présentaient des lésions associées détaillées dans le tableau 2.

Lors de la prise en charge, les patients ont en premier lieu été classés après un examen physique complet et une réanimation selon le principe de l'ATLS (*Acute Trauma Life Support*) en hémodynamiquement instable (n=4) et stable (n=23). Pour nos 4 patients instables, un patient en choc hémorragique sur

**Tableau 1 : Nature des lésions principales, score de gravité et état hémodynamique.**

	N	Pourcentage	ISS moyen	Etat HD(Stables/Instables)
Fractures (unique ou multiples)	10	37,00	9,90	8/2
Dilacérations vasculaires	2	7,40	20,50	0/2
Lésions des tissus mous isolées	15	55,60	1,20	15/0
Total	27	100,00		

**Tableau 2 : Lésions associées.**

Lésions principales	Lésions associées		
	Nerveuse (3)	Vasculaire (2)	Autres (4)
Fracture épiphyse distale du fémur	Parésie du sciatique poplité externe		
Fracture épiphyse distale du fémur	Parésie du sciatique poplité externe		Lésion scrotale
Dilacérations des vaisseaux fémoraux profonds	Lacération des nerfs de la cuisse		
Fracture diaphyse fémorale		Hémorragie active	
Fracture diaphyse fémorale		Hémorragie active	
Fracture de la tête fémorale et de l'os iliaque			Plaie de la paroi vésicale
Dilacération des vaisseaux fémoraux profonds			Plaies abdominales et périnéales avec perforations intestinales
Lésion tissus mous de la cuisse			Fracture de la malléole interne sur accident de roulage concomitant

dilacération des vaisseaux fémoraux superficiels a été opéré en urgence sans mise au point diagnostique pour mise en place d'une prothèse vasculaire de l'artère fémorale superficielle et d'un pontage veineux pour la veine fémorale superficielle. Le second patient en choc hémorragique présentait des dilacérations des vaisseaux fémoraux profonds ainsi que des plaies abdominales, ce pour quoi, un abdomen à blanc et une radiographie thoracique ont été réalisés. Il a ensuite bénéficié d'une ligature des vaisseaux fémoraux profonds et d'une suture de la veine fémorale superficielle, une laparotomie exploratrice étant réalisé dans le même temps opératoire. Les deux patients présentant des fractures fémorales ont bénéficié d'un enclouage centro-médullaire en urgence, après une mise au point par imagerie succincte.

Pour les patients stables hémodynamiquement, les fractures (n=8) ont été traitées chirurgicalement pour 5 patients soit deux enclouages fémoraux, 4 fixateurs externes. 3 ont bénéficié d'un traitement conservateur. Les lésions des tissus mous ont été traitées par débridement avec rinçage à l'isobétadine®, suture simple et pansement absorbant dans 50 % des cas, le reste des patients n'ayant pas bénéficié de débridement. Par la suite, 7 angiographies ont été réalisées à distance de l'évènement aigu, entre J1 et J15 post-trauma et se sont révélées négatives.

19 patients de notre échantillon ont reçu une prophylaxie antitétanique ou étaient en ordre de vaccination (70 %). Pour les 8 autres patients (30 %), il n'en est pas fait mention dans les dossiers. 25 patients ont bénéficié d'une antibiothérapie, principalement de l'Augmentin® dans 12 cas, pour une durée moyenne de 5,56 jours (1-19). Les deux patients n'ayant pas reçu d'antibiothérapie ne présentaient pas de fractures et n'ont pas développé d'infection.

La durée moyenne d'hospitalisation de l'ensemble des patients atteints aux membres était de 8,2 jours (1-30), avec 6 patients ayant séjourné à l'USI en moyenne 5,67 jours (1-19). La durée moyenne de suivi après la sortie de l'hôpital est de 12,46 mois (1-88) durant laquelle 7 patients (26 %) ont présenté un total de 16 complications, résumées dans le tableau 3. Enfin, aucun patient n'est décédé durant son séjour à l'hôpital, ni durant le suivi.

## DISCUSSION

### Notions de balistique

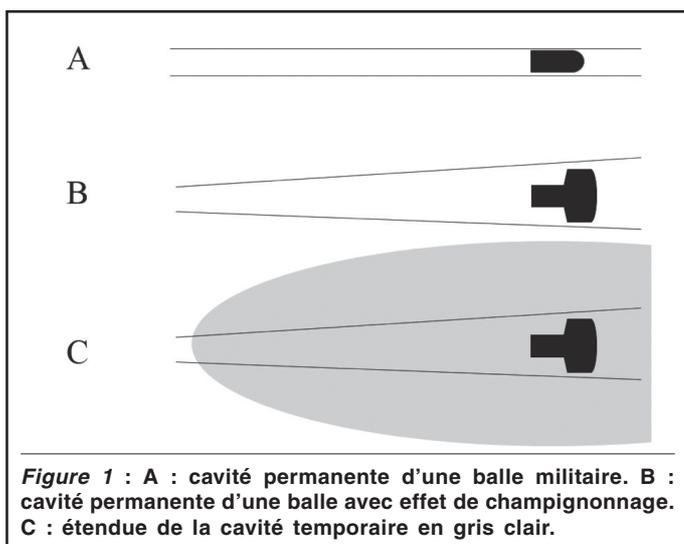
Pour appréhender la prise en charge et le traitement optimal des traumatismes par balle, une compréhension des mécanismes lésionnels dus aux agents pénétrants et des notions de balistiques sont nécessaires.

La classification des projectiles d'armes à feu repose actuellement sur la notion de leur transfert d'énergie et non plus uniquement sur leur vitesse, puisque le pouvoir lésionnel d'un projectile dépend aussi de sa taille, son poids, sa forme, de sa composition sans oublier les caractéristiques mécaniques des tissus traversés.

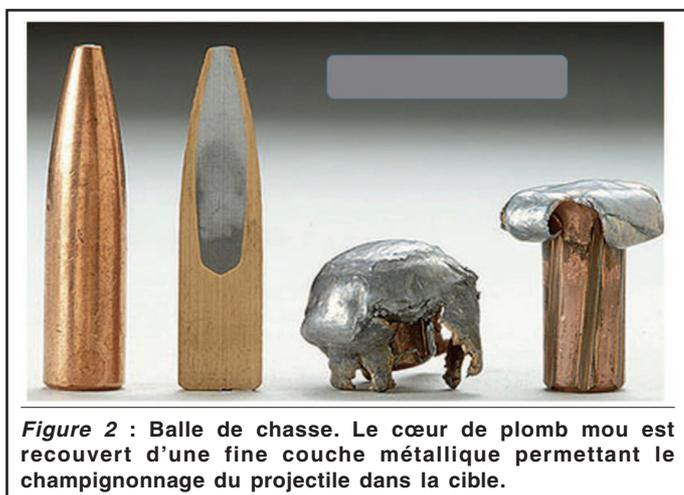
Pour comprendre ces nuances, si nous prenons une balle de guerre, elle est en acier plein et complètement chemisé et donc peu déformables (*full metal jacket*)<sup>6-8</sup>. Lorsqu'elle pénètre un tissu à haute vitesse (> 610 m/s), elle ne se déforme pas mais le traverse en transmettant peu d'énergie cinétique aux tissus traversés. La zone blessée est cylindrique (figure 1). Elle va donc blesser plutôt que tuer.

**Tableau 3 : Complications et leurs séquelles.**

Complications	N	Pourcentage	Séquelles (n)
Dépression/PTSD	4	25,00	Dépression résiduelle (4)
Anémie	3	18,75	
Infections/sepsis	2	12,50	Ostéite septique chronique (1)
Déficit neurologique	2	12,50	Algoneurodystrophie (1), steppage persistant (1)
IRA	1	6,25	
Autres : - Globe vésical (plaie paroi vésicale) - <i>Genu valgum</i> (sur fixateur externe) - Eventration post-chirurgie abdominale - Epanchement persistant du genou.	4	25,00	Troubles sexuels et incontinence fécale (1) sur plaie périnéale débridée à plusieurs reprises
Total	16	100,0	



Par contre, pour une balle de pistolet ou une balle de chasse, le projectile (la partie propulsée) est en plomb ou composée d'un corps de plomb recouvert d'une fine couche métallique sauf à son extrémité, le plomb restant apparent (figure 2). Ces munitions sont à plus basse vitesse et ont donc un faible pouvoir pénétrant. Cependant leur corps de plomb les rend plus déformables. Lors de l'impact et la pénétration dans les tissus, la déformation du projectile appelée



champignonnage est proportionnelle à la dureté et à l'épaisseur des tissus traversés (figure 2). Il transmet son énergie aux tissus traversés. Ceci explique pourquoi, le trou d'entrée est souvent punctiforme alors que le trou de sortie est délabré, s'il en existe un, car de par le grand transfert d'énergie de ce type de projectile, ceux-ci ne traversent la plupart du temps pas le corps et y restent bloqués. Il peut aussi y avoir parfois plusieurs trous de sortie en cas de fragmentation du projectile, au contact d'un os par exemple<sup>6,8,9</sup>.

Pour les fusils de type *Riot Gun* ou les fusils de chasse, les munitions sont des cartouches (à ne pas confondre avec une balle) et sont remplies d'une centaine de petits plombs (figure 3). A bout portant, la masse de plombs se comporte comme un gros projectile de basse vitesse avec une trajectoire unique. Plus on s'éloigne du canon, plus les plombs s'écartent l'un de l'autre formant une gerbe de grand diamètre. Chaque plomb se comporte comme un petit projectile. Leur pouvoir lésionnel ne dépasse pas la distance de cent mètres contre parfois plusieurs kilomètres pour une balle de chasse.

Lors du passage du projectile à travers le tissu cible, deux types de cavités vont être créés. Une



première est dite permanente, la seconde temporaire. La cavité permanente est due au passage du projectile lacérant les tissus sur sa trajectoire et représente les dommages directement objectivables à l'exploration de la plaie (figure 1). Cette cavité permanente persiste après la traversée du projectile et son envergure est proportionnelle au calibre de celui-ci. De plus son diamètre est croissant du point d'impact jusqu'à la sortie grâce à l'effet de champignonage, qui augmente quasi instantanément le diamètre du projectile, mais aussi dû à la bascule du projectile dans les tissus ou à la fragmentation de la balle au contact d'un os.

La cavité temporaire est le résultat de la propagation d'ondes de choc perpendiculaires au trajet du projectile, distendant et cisillant les tissus adjacents (figure 1). Elle crée aussi un vide entraînant au sein de la cavité l'aspiration de corps étrangers extérieurs à partir du point d'entrée, sources potentielles d'infection. Ce phénomène ne dure que quelques millisecondes et sa taille est fonction de la quantité d'énergie transférée, d'autant plus importante que la balle est déformable, mais également des propriétés du tissu traversé. Ainsi, un tissu solide, non élastique, tel que le foie, subira d'avantage de dommages qu'un poumon, qui pourra absorber plus d'énergie en se distendant, sans subir de lésions importantes<sup>6,8,9</sup>.

Ce phénomène de cavitation peut être responsable de lésions à distance de la trajectoire du projectile, difficilement objectivables lors de l'exploration et pouvant passer inaperçues<sup>10</sup>.

### Analyse des données et discussion

Les caractéristiques démographiques et la prévalence des différentes localisations des plaies par balle de notre échantillon correspondent avec celles des précédentes séries de cas réalisées, autant dans un contexte civil<sup>11</sup>, que militaire<sup>3</sup> ou de guerre civile<sup>12</sup>.

Lors d'un traumatisme par balle, les plaies des membres apparaissent à première vue comme les moins graves, avec un ISS moyen de 5,85 dans notre série, comparé aux autres localisations telles que le thorax (ISS moyen: 10,89) et l'abdomen (ISS moyen : 13,67) et ont un taux de survie généralement élevé<sup>13</sup>.

Néanmoins, elles ne doivent pas être négligées car elles sont généralement associées à des lésions vasculo-nerveuses<sup>13,14</sup> et osseuses qui peuvent grandement altérer le pronostic vital et fonctionnel du patient. Elles sont également grevées d'autres complications comme les infections par exemple<sup>7</sup>. S'agissant de patients jeunes pour la plupart, il est important de rétablir la fonction de manière optimale.

La prise en charge d'un patient touché par balle débute comme pour tous les patients traumatisés en suivant le protocole ATLS<sup>7,14,15</sup>. L'un des points les plus importants est l'examen complet du patient, à la recherche de toutes les plaies existantes<sup>9</sup> car les plaies par balles sont fréquemment multiples, comme dans

1/4 des cas de notre série.

L'anamnèse peut, pour les patients stables, être plus détaillée, comprenant, entre autres, le type d'arme utilisée, la distance de tir ainsi que le nombre de coups de feu entendus, afin d'orienter le clinicien dans le nombre et l'importance des lésions internes<sup>13</sup>. Pour rappel, une arme de poing peut entraîner des dégâts considérables malgré la faible vitesse de son projectile, selon la distance de tir et la perte de vitesse du projectile en vol. Dans notre série, l'arme utilisée n'est spécifiée que dans 74 % et la distance de tir n'est renseignée que dans 2 cas.

Lors de la prise en charge, la priorité doit être **l'état vasculaire**. Les signes d'atteinte vasculaire doivent être classés rapidement en signes sévères et signes légers détaillés dans le tableau 4<sup>14</sup>.

<b>Signes sévères</b>	Hémorragie active Hématome pulsatile Pouls non palpés Souffle vasculaire
<b>Signes légers</b>	Hématome non pulsatile Ischémie du système nerveux Proximité de la lésion avec un gros vaisseau

C'est la présence de ces signes qui doit conditionner la prise en charge. La présence de signes sévères représente une indication d'exploration chirurgicale urgente<sup>16</sup>, tandis que les signes légers requièrent habituellement un examen d'imagerie<sup>14</sup>. Celui-ci sera préférentiellement un angioscanner<sup>17</sup> si disponible, ou une échographie doppler ou une artériographie conventionnelle<sup>18</sup>. Un suivi clinique étroit est suffisant si aucun signe n'est présent<sup>13</sup>.

Les 4 **patients instables** de notre série présentaient des " *hard signs* ", 3 d'entre eux ont été opérés directement ou juste après les radiographies, conformément aux recommandations. Une échographie Doppler et un angioscanner ont été réalisés après la radiographie chez le dernier patient, sans que ces examens soient nécessaires. Dans le cas de patients instables présentant des lésions vasculaires, une chirurgie minimale de contrôle précoce des hémorragies et maintien de la vascularisation distale est indispensable. Elle se fera soit par ligature soit par mise en place d'un shunt<sup>19,20</sup>. La prise en charge de nos 2 patients instables hémodynamiquement atteints de lésions vasculaires a suivi ces recommandations.

Parmi nos 23 **patients stables**, 7 patients ont bénéficié d'une angiographie, généralement post-opératoire ou à distance du traumatisme alors qu'elle se révélait justifiée pour seulement 2 patients qui présentaient des signes légers (deux lésions nerveuses). Elles se sont toutes révélées négatives et aucune complication vasculaire n'a été objectivée durant le suivi de ces patients.

Les **lésions osseuses**, suspectées à l'examen clinique, doivent être réduites et stabilisées dès que possible. Des radiographies selon deux incidences orthogonales doivent être réalisées<sup>14</sup>, indépendamment de la stabilité hémodynamique, permettant d'objectiver une fracture et la présence d'un corps étranger métallique<sup>14,21</sup>. La rétention chronique d'un projectile au sein de l'articulation est susceptible de provoquer une arthrite sévère ou une intoxication au plomb et doit donc être extrait précocement<sup>14,19</sup>.

Les fractures balistiques civiles sont souvent considérées comme des traumatismes à basse vitesse, mais le transfert d'énergie lors de la déformation du projectile au sein du corps peut se révéler intense<sup>15</sup>. Il est donc essentiel de traiter la lésion, non l'arme, et d'observer l'extension des dommages et le type fracturaire pour déterminer le traitement optimal<sup>22</sup>. Dans le cas de fractures comminutives associées à des tissus mous extensivement détruits (haut transfert d'énergie par arme de chasse, pistolet de gros calibre), un fixateur externe sera privilégié<sup>15,23,24</sup>. Une fasciotomie prophylactique est également indiquée pour éviter un syndrome des loges<sup>7,13,25</sup>. Les traumatismes à bas transfert d'énergie par projectiles de faible vitesse (pistolet de petit calibre) présentent des lésions moins étendues et sont communément traitées comme des fractures fermées, selon leur stabilité<sup>14,26</sup> sans fasciotomie systématique<sup>14,18</sup>. Les fractures non comminutives stables peuvent être traitées conservativement<sup>15,25</sup>. Pour les fractures instables avec des plaies peu étendues, dans un environnement civil moins contaminé qu'un champ de bataille<sup>15,26</sup>, la fixation primaire par clou centro-médullaire est également valable<sup>9,24</sup>.

6 fractures stables de type avulsion ont été traitées de manière conservatrice. Les 8 autres fractures étaient comminutives et ont majoritairement bénéficié d'un fixateur externe pour les fractures tibio-péronières et d'un clou intra-médullaire pour les fractures fémorales. Les deux approches étant conformes à la littérature, le choix se fait selon la contamination de la plaie, l'étendue des lésions des tissus mous et l'expérience du chirurgien.

Lorsqu'une **lésion abdomino-pelvienne** est soupçonnée, si le patient est stable, un scanner doit être réalisé à la place de radiographies<sup>14,21</sup>. Si le patient est instable et suspect de lésions abdominales, le contrôle chirurgical des lésions est prioritaire sur l'imagerie<sup>14</sup>, ce qui n'a pas été le cas pour l'un de nos patients instables, opéré après radiographies abdominales et thoraciques.

Les **lésions nerveuses** périphériques traumatiques sont fréquentes, mais l'examen neurologique peut s'avérer difficile et doit être réalisé selon l'état du patient et fréquemment contrôlé, car une altération de la fonction nerveuse périphérique peut révéler par exemple le développement d'un syndrome des loges<sup>13,14</sup>. Les lésions neurologiques sont généralement traitées conservativement<sup>14</sup> car elles

recupèrent entièrement pour 70 % d'entre-elles en 6 à 9 mois<sup>14,19,27</sup>. Si leur prise en charge n'est pas prioritaire, l'intégrité du nerf peut cependant être vérifiée si la plaie nécessite une exploration chirurgicale<sup>19</sup>. Certains préconisent une exploration chirurgicale systématique dans les sept jours post-traumatisme en cas de paralysie d'un nerf périphérique avec suture si nécessaire<sup>27</sup>, d'autres la proposent plus tard, après résolution de la phase inflammatoire<sup>19</sup>.

Un patient instable de notre série présentant une lacération des nerfs de la cuisse objectivée en peropératoire n'a pas bénéficié d'une réparation nerveuse par la suite, gardant comme séquelle un steppage par rupture du nerf poplité externe. Parmi nos patients stables, deux présentaient une parésie du sciatique poplité externe spontanément résolue et n'ont donc pas nécessité d'exploration chirurgicale.

Les deux piliers du traitement **anti-infectieux** sont un débridement de qualité et l'antibiothérapie<sup>26</sup>. Les traumatismes à haut transfert d'énergie, avec ou sans fracture, nécessitent un débridement large des fragments osseux et des tissus mous dévitalisés, ainsi que des corps étrangers avec un lavage abondant au sérum physiologique<sup>9,19,24,26</sup>. Une exception peut être faite pour les plaies à bas transfert d'énergie, peu étendues, à distance des articulations, sans fracture ni contamination évidente, qui peuvent être traitées par débridement minime et irrigation<sup>9,14,25</sup>. La fermeture primaire est déconseillée dans les deux cas pour permettre un drainage naturel de la plaie<sup>7,9,14,15,19</sup>.

L'antibiothérapie recommandée lors de traumatismes balistiques reste controversée. Elle est indispensable pour les traumatismes à haute énergie avec lésions tissulaires étendues<sup>25,26</sup>, pour les localisations intra-articulaires, les plaies largement contaminées et les fractures, indépendamment de l'énergie transmise<sup>28</sup>. Une céphalosporine de première génération est recommandée pour au moins 48h en intraveineux, associée à de la pénicilline en cas de contamination évidente ou de gentamicine<sup>26</sup> si les lésions sont étendues<sup>25</sup>. Pour les traumatismes à basse énergie, sans fracture, l'antibiothérapie ne semble pas indispensable<sup>14,25</sup>. Certains facteurs de risques comme une prise en charge retardée de la plaie ou des soins inadéquats, une plaie de plus de 2 cm, une contamination évidente, une mauvaise compliance du patient, un diabète ou des lésions vasculaires, peuvent nécessiter une antibiothérapie, préférentiellement à large spectre, indifféremment intraveineuse ou *per os*<sup>14</sup>.

La majorité de nos patients a reçu de l'Augmentin®, malgré les recommandations préconisant plutôt une céphalosporine de première génération pour les traumatismes importants. Deux infections ont été observées, l'une, osseuse, à distance du traumatisme, entraînant une ostéomyélite chronique, chez le patient ayant été traité initialement par fixateur externe et deux jours de Céfacidol®, sans débridement. Un sepsis est survenu au décours direct du traumatisme chez un patient présentant d'importantes lésions vasculaires

sans fracture et n'ayant pas bénéficié de débridement. Il a été traité avec succès par quinze jours d'antibiothérapie (Augmentin® puis Tazocin® et ensuite Vancomycine® et Meronem®). Enfin, une prophylaxie antitétanique doit être administrée à tous les patients non vaccinés ou de statut vaccinal inconnu<sup>7,9</sup>, ce qui n'a pas été le cas pour près de 30 % de notre échantillon.

### Algorithme décisionnel

Suite à nos constatations et une revue de la littérature, deux arbres décisionnels peuvent être proposés pour la prise en charge d'une lésion des membres par balle en fonction de la stabilité hémodynamique du patient<sup>29</sup>. Le premier est applicable

au patient instable (figure 4), le second au patient stable (figure 5).

### CONCLUSION

Les plaies par balles sont donc peu fréquentes dans un milieu civil comme le nôtre, ne permettant pas aux praticiens hospitaliers d'acquérir une grande expérience dans leur prise en charge, d'où l'importance d'un protocole systématisé.

Cette étude rétrospective, associée à une revue de la littérature, a l'avantage d'offrir une vue d'ensemble de ce que devrait être la prise en charge d'une plaie balistique dans un hôpital civil. Nous retiendrons que l'orifice d'entrée est toujours celui de plus petit

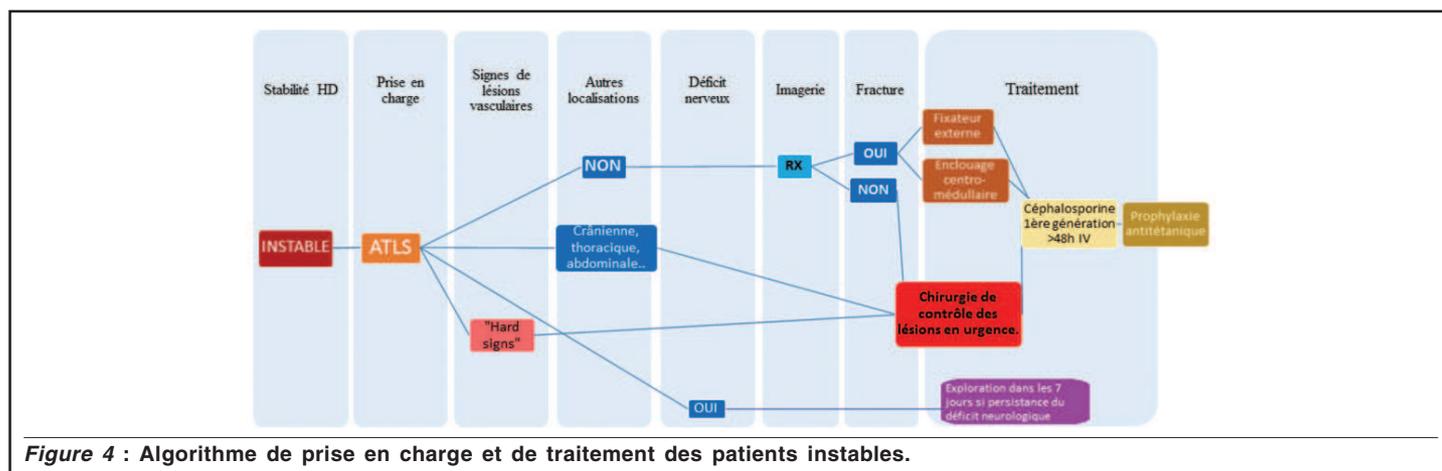


Figure 4 : Algorithme de prise en charge et de traitement des patients instables.

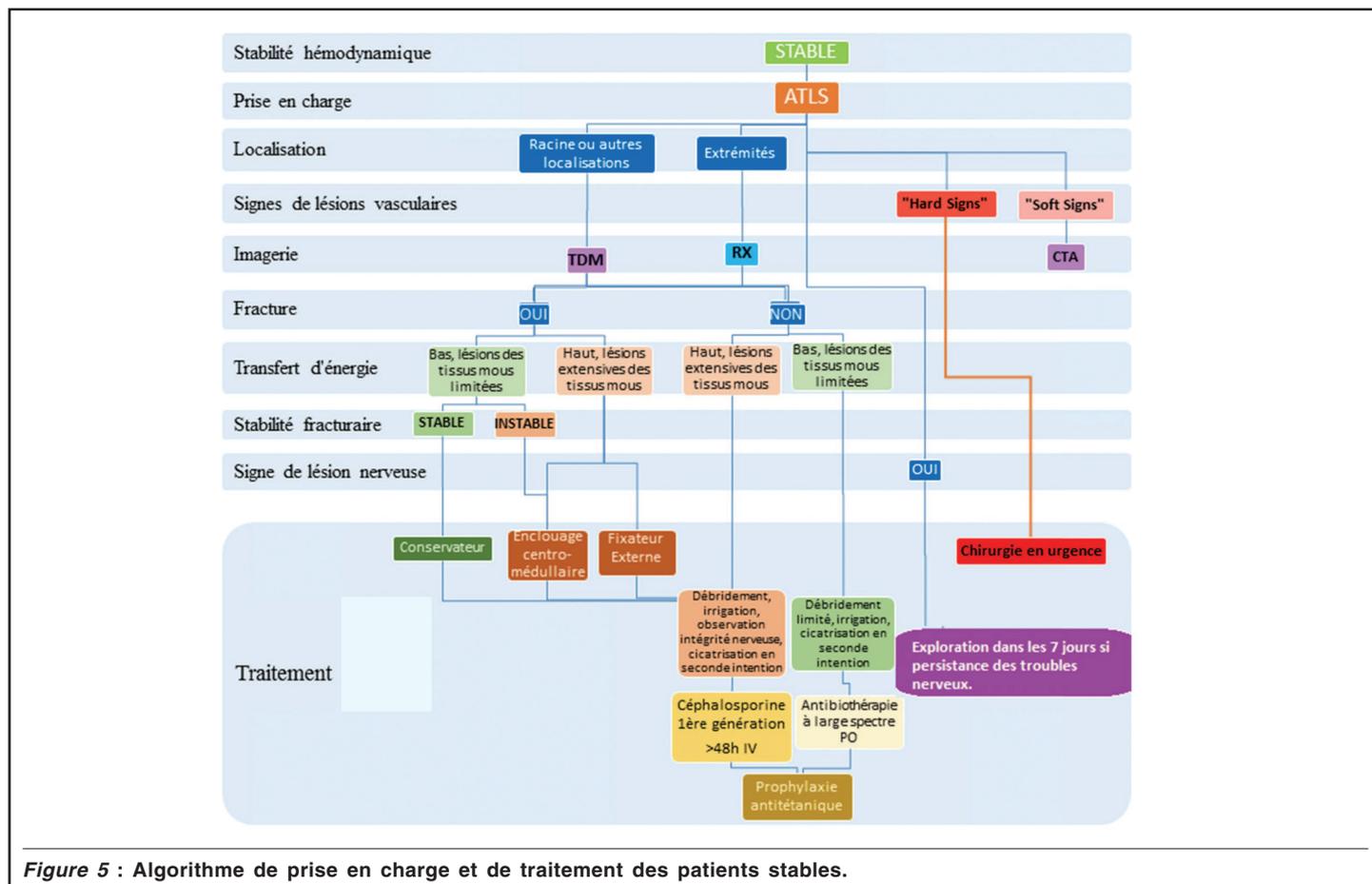


Figure 5 : Algorithme de prise en charge et de traitement des patients stables.

diamètre. Outre les lésions liées au passage du projectile et visibles lors de l'exploration, le phénomène de cavitation temporaire sur onde de choc peut créer des lésions à distance du trajet de la balle avec des conséquences parfois plus graves, comme une rupture secondaire d'artère à distance du trajet et non soupçonnée à l'exploration de la plaie. Deux algorithmes de prise en charge de blessés par balle au niveau des membres et applicable dans un hôpital civil ont pu être proposés à partir de notre expérience et de la littérature.

Au vu de la littérature, la prise en charge de certains patients n'a pas été optimale, concernant la mise au point vasculaire, le débridement, l'antibiothérapie et la réparation nerveuse. Certaines complications nerveuses et infectieuses auraient pu être évitées si ces protocoles avaient été suivis.

Il serait néanmoins intéressant de réaliser des études prospectives afin de confirmer le bien-fondé de ces recommandations.

Conflits d'intérêt : néant

## BIBLIOGRAPHIE

- van Vugt AB. Pitfalls in penetrating trauma. *Acta Chir Belg.* 2003;103(4):358-63.
- Rhee PM, Foy H, Kaufmann C, Areola C, Boyle E, Maier RV *et al.* Penetrating cardiac injuries: a population-based study. *J Trauma.* 1998;45(2):366-70.
- Pasquier P, de Rudnicki S, Donat N, Auroy Y, Merat S. Type et épidémiologie des blessures de guerre, à propos de deux conflits actuels : Irak et Afghanistan. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2011;30(11):819-27.
- D Chiron M, Guillemot H, Ndiaye B, Theloy B. (Consulté le 27/04/2017). Description et gravité des lésions traumatiques selon les classifications AIS 1998 et IIS 1994. 2004. Institut de Veille sanitaire [Internet]. [http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice\\_display&id=5926](http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=5926).
- Ngatchou W, Surdeanu I, Ramadan AS, Essola B, Youatou P, Guimfacq V *et al.* Penetrating cardiac injuries in Belgium : 20 years of experience in University hospitals in Brussels. *Acta Chir Belg.* 2013; 113(4):275-80.
- Stefanopoulos PK, Filippakis K, Soupiou OT, Pazarakiotis VC. Wound ballistics of firearm-related injuries—part 1: missile characteristics and mechanisms of soft tissue wounding. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014;43(12):1445-58.
- Russell R, Clasper J, Jenner B, Hodgetts TJ, Mahoney PF. Ballistic injury. *BMJ.* 2014;348:g1143.
- Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Ballistics: a primer for the surgeon. *Injury.* 2005;36(3):373-9.
- Versier G, Ollat D. Blessures des membres et du rachis par projectiles. *EMC - Rhumatologie-Orthopédie* 2005;2(3):262-75.
- Kieser DC, Carr DJ, Leclair SC, Horsfall I, Theis JC, Swain MV *et al.* Gunshot induced indirect femoral fracture: mechanism of injury and fracture morphology. *J R Army Med Corps.* 2013;159(4):294-9.
- Davies M, Kerins M, Glucksman E. Inner-city gunshot wounds—10 years on. *Injury.* 2011;42(5):488-91.
- Bodalal Z, Mansor S. Gunshot injuries in Benghazi-Libya in 2011: the Libyan conflict and beyond. *Surgeon.* 2013;11(5):258-63.
- Van Waes OJF, Van Lieshout EMM, Hogendoorn W, Halm JA, Vermeulen J. Treatment of penetrating trauma of the extremities: ten years' experience at a Dutch level 1 trauma center. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2013;14:21-2.
- Bruner D, Gustafson CG, Visintainer C. Ballistic injuries in the emergency department. *Emerg Med Pract.* 2011;13(12):1-30.
- Clasper J. The interaction of projectiles with tissues and the management of ballistic fractures. *J R Army Med Corps.* 2001;147(1): 52-61.
- Nguyen T, Kalish J, Woodson J. Management of civilian and military vascular trauma: lessons learned. *Semin Vasc Surg.* 2010;23(4):235-42.
- Wallin D, Yaghoubian A, Rosing D, Walot I, Chauvapun J, de Virgilio C. Computed tomographic angiography as the primary diagnostic modality in penetrating lower extremity vascular injuries: a level I trauma experience. *Ann Vasc Surg.* 2011;25(5):620-3.
- Franz RW, Shah KJ, Halaharvi D, Franz ET, Hartman JF, Wright ML. A 5-years review of management of lower extremity arterial injuries at an urban level I trauma center. *J Vasc Surg.* 2011;53(6):1604-10.
- Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Current orthopaedic treatment of ballistic injuries. *Injury.* 2005;36(3):380-6.
- Jansen JO, Thomas R, Loudon MA, Brooks A. Damage control resuscitation for patients with major trauma. *BMJ.* 2009;5:338.
- Daghfous A, Bouzaïdi K, Abdelkefi M, Rebai S, Zoghlemi A, Mbarek M *et al.* Contribution of imaging in the initial management of ballistic trauma. *Diagn Interv Imaging.* 2015;96(1):45-55.
- Santucci RA, Chang YJ. Ballistics for physicians: myths about wound ballistics and gunshot injuries. *J Urol.* 2004;171(4):1408-14.
- Hildebrand F, Giannoudis P, Krettek C, Pape HC. Damage control: extremities. *Injury.* 2004;35(7):678-89.
- Hollmann MW, Horowitz M. Femoral fractures secondary to low velocity missiles: treatment with delayed intramedullary fixation. *J Orthop Trauma.* 1990;4(1):64 9.
- Lichte P, Oberbeck R, Binnebösel M, Wildenauer R, Pape H-C, Kobbe P. A civilian perspective on ballistic trauma and gunshot injuries. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2010;17:18-35.
- Seng VS, Masquelet AC. Management of civilian ballistic fractures. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013;99(8):953-8.
- Oberlin C, Rantissi M. Gunshot injuries to the nerves. *Chir Main.* 2011;30(3):176-82.
- Simpson BM, Wilson RH, Grant RE. Antibiotic therapy in gunshot wound injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(408):82-5.
- Hock N. Prise en charge de plaies balistiques. *Revue de l'expérience sur 10 ans. Mémoire de fin d'études.* Bruxelles:ULB;2015 :22-3.

### Correspondance et tirés à part :

L. FABECK  
C.H.U. Saint-Pierre  
Service d'Orthopédie  
Rue Haute, 322  
1000 Bruxelles  
E-mail : laurent.fabeck@ulb.ac.be

Travail reçu le 31 mars 2016 ; accepté dans sa version définitive le 28 avril 2017.