

RAPPELS

II. RAPPEL SUR LES CARACTERISTIQUES DES ARMES A FEU

Les traumatismes balistiques sont autant une pathologie du temps de guerre que du temps de paix. Si les traumatismes par explosion prédominent en temps de guerre, en pratique civile, les armes le plus souvent incriminées sont les armes de chasse, le fusil à pompe et le 22 long rifle (1).

Ces traumatismes balistiques sont la conséquence de la pénétration dans l'organisme d'un projectile : balle, plomb, fragment métallique provenant de l'enveloppe ou du contenu d'un engin explosif.

Aucune théorie physique ne permet actuellement de prévoir avec certitude le comportement d'un projectile dans le corps humain. Mais les lésions anatomiques sont toujours en rapport avec le type d'arme et son munition(1).

I.1 LES ARMES

Comme en temps de guerre, les armes sont divisées en deux groupes en pratique civile: les armes de l'épaule et les armes de point.

I.1. 1 Armes d'épaule

Les fusils Lebel et Mauser, connus depuis 1914, sont encore utilisés dans les conflits actuels en particulier dans le tiers monde. D'une portée de 400 m, ils tirent des balles de calibre 7,62 mm, pesant 9 à 10 g.

Ils ont été remplacés dans les armées modernes par le fusil mitrailleur ou fusil d'assaut. La très médiatique kalachnikov ou AK 47 est certainement l'arme la plus répandue dans le monde, on l'estime à 50 millions d'exemplaires ; il tire une balle de 7,62 mm à vitesse supersonique. Les fusils d'assaut les plus récents type Famas en France ou M16 aux États-Unis tirent des munitions plus petites, de calibre 5,56 mm, pesant 3 g, à vitesse supersonique (800 m.s-1) (2).

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. Armes de « monsieur tout le monde » pratiquement en vente libre, ils sont responsables de la majorité des traumatismes balistiques en temps de paix (2).

I.1. 2. Armes de poing(2)

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, de vitesse initiale subsonique. 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 · s⁻¹).

Par ailleurs, de très nombreuses armes de poing de la Seconde Guerre mondiale, Lüger P08, P38 allemand, sont toujours en circulation. Elles tirent toutes des balles de 7,65 ou 9 mm.

I. 2. LES MUNITIONS

Très nombreuses, leur calibre et leur poids sont très variables. Leur composition peut avoir un effet sur les blessures observées.

On distingue:

- les munitions homogènes faites le plus souvent de plomb et qui vont entraîner un effet de champignonnage par écrasement,
- les munitions chemisées ou blindées dont le corps est recouvert de métal, ce qui évite leur fragmentation ou leur écrasement,
- les munitions semi-chemisées dont le nez n'est pas recouvert de métal et dont l'enveloppe va se défaire et se fragmenter dans les tissus.
- les munitions artisanales dont les billes de plomb étaient par des fragments de métal qui se comporte comme les éclats

Par ailleurs, le pouvoir lésionnel des munitions dépend aussi de leur forme, de leur caractère explosif ou non, de leur capacité à se fragmenter, en particulier (1).

PREMIERE PARTIE : RAPPELS

II. PHYSIOPATHOLOGIE DES LÉSIONS BALISTIQUES

La physiopathologie des traumatismes balistiques repose sur le comportement du projectile dans l'organisme, comportement dépendant de facteurs balistiques et anatomiques (3, 4, 5).

II.1. LES FACTEURS BALISTIQUES

Un traumatisme balistique correspond à un transfert d'énergie entre un projectile en mouvement et l'organisme.

Ce transfert est fonction de l'énergie initiale du projectile, proportionnelle à la moitié de sa masse et au carré de sa vitesse ($E = 1/2 mV^2$). Les projectiles à haute vitesse, c'est-à-dire supersonique, ont donc théoriquement le pouvoir vulnérant le plus important. La vitesse du projectile décroît avec la distance du fait de la résistance de l'air à sa progression. Dans les traumatismes par arme à feu, cet élément est moins important du fait de l'aérodynamisme des balles et des faibles distances de tir le plus souvent constatées.

Indépendamment de la vitesse du projectile, le transfert d'énergie va dépendre de la nature du projectile (balle, plombs), de sa composition (capacité à s'écraser, à se fragmenter), de sa stabilité (effet de bascule, de rotation). Tous ces éléments en augmentant la surface de transfert d'énergie du projectile à l'organisme vont aggraver les lésions observées.

II.2. LES FACTEURS ANATOMIQUES

Plusieurs facteurs tissulaires jouent un rôle important dans la morphologie des blessures observées, surtout la densité et l'élasticité des tissus concernés par le traumatisme.

Plus la densité des tissus seront élevée et leur élasticité faible, plus le transfert d'énergie sera importante.

Ainsi, les structures osseuses, les plus denses de l'organisme seront celles à haut transfert d'énergie avec pour conséquence la possibilité des fractures 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.

Les figure 1 à figure 8, à partir du comportement d'une munition dans un bloc de gélatine, donnent des exemples de lésions en fonction des régions anatomiques et la nature du projectile.

Ces données physiopathologiques succinctes reposent sur les travaux expérimentaux consacrés au comportement des projectiles et sur des observations cliniques. Il faut surtout souligner la très grande variabilité de ce comportement en fonction des différents facteurs exposés précédemment (nature, composition, vitesse, stabilité du projectile, densité, élasticité des tissus traversés).

En pratique, aucune théorie physique ne permet cependant de prévoir avec certitude le comportement d'un projectile dans le corps humain (2, 6). Toutefois, ces éléments peuvent aider le clinicien dans sa prise en charge d'un blessé victime d'un traumatisme pénétrant.

La connaissance du type d'arme, du type de munitions, de la distance d'impact, du port d'un gilet pare-balles (7) lui permettra d'estimer le pouvoir lésionnel potentiel. Il faut toutefois rappeler que la gravité de la blessure va surtout dépendre de l'organe touché, plus que du type de projectile vulnérant.

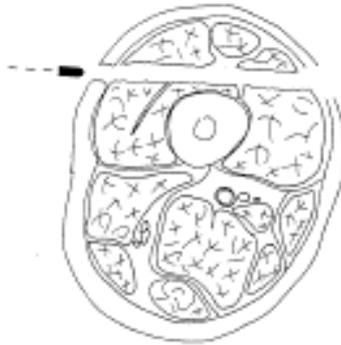
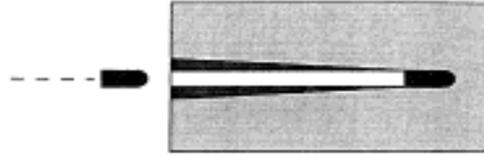


Figure1: Trajet rectiligne d'une balle très lourde à travers les muscles donnant un tunnel d'attrition assez régulier [Rouvier B, Lenoir B, Rigal S. Les traumatismes balistiques. Conférences d'actualisation, Paris: Elsevier, SFAR, 1997 : 703-716] (1).

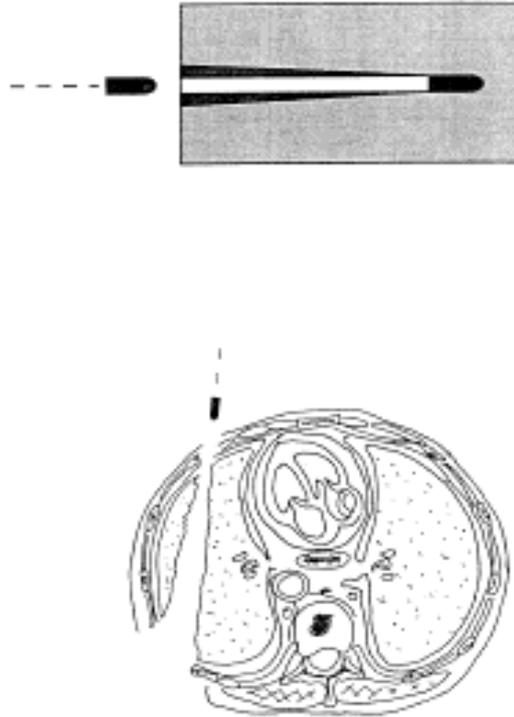


Figure 2: Trajet rectiligne d'une balle très lourde à travers le poumon donnant un tunnel d'attrition moins régulier qu'à travers les muscles [Rouvier B, Lenoir B, Rigal S. Les traumatismes balistiques. Conférences d'actualisation, Paris: Elsevier, SFAR, 1997: 703-716] (1).

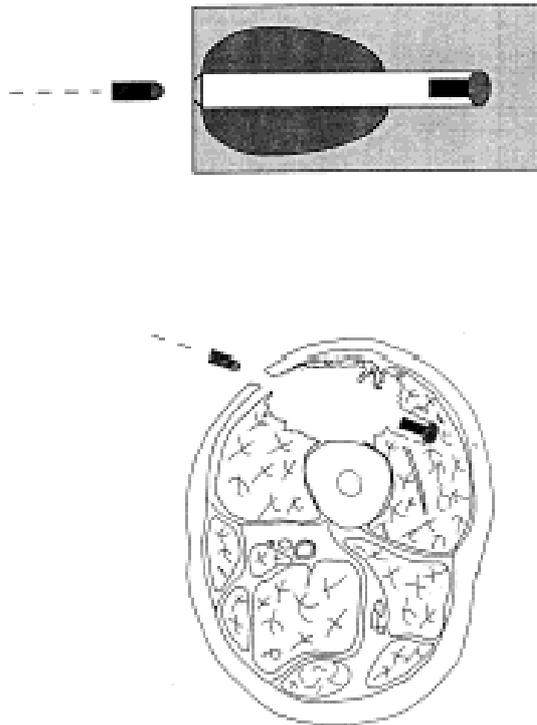


Figure3: **Effet de champignonnage d'une balle en plomb non blindée : chambre de cavitation, absence d'orifice de sortie** [Rouvier B, Lenoir B, Rigal S. Les traumatismes balistiques. Conférences d'actualisation, Paris: Elsevier, SFAR, 1997 : 703-716] (1).

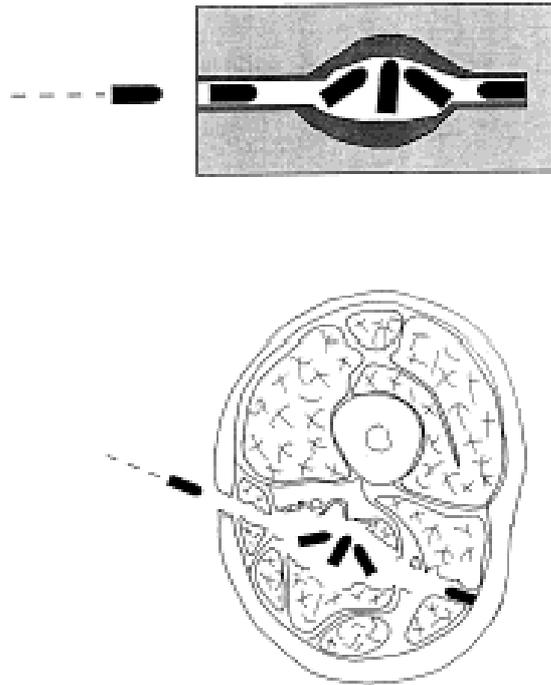


Figure 4: **Balle blindée, de vitesse supersonique, déstabilisée sur sa trajectoire. Pas d'orifice de sortie, mais les chambres de cavitation définitive et temporaire ont détruit un pédicule vasculo-nerveux** [Rouvier B, Lenoir B, Rigal S. Les traumatismes balistiques. Conférences d'actualisation, Paris: Elsevier, SFAR, 1997: 703-716] (1).

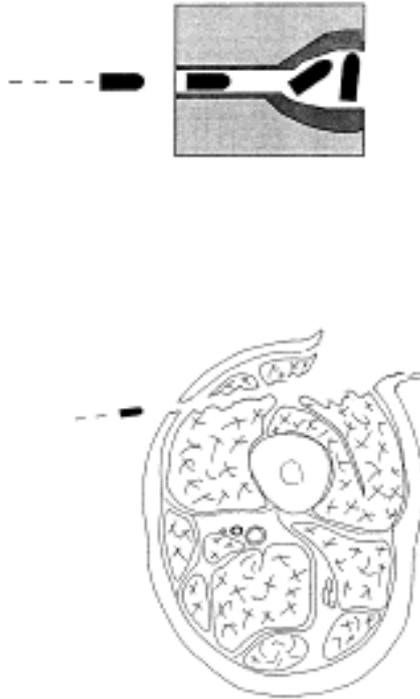


Figure5: Même type de balle que dans la figure 4, mais énorme orifice de sortie correspondant aux chambres de cavitation [Rouvier B, Lenoir B, Rigal S. Les traumatismes balistiques. Conférences d'actualisation, Paris: Elsevier, SFAR, 1997: 703-716] (1).

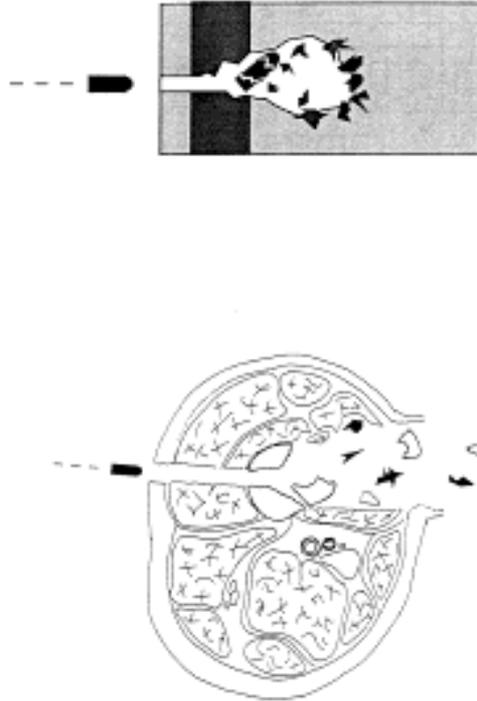


Figure6: Effet d'une balle à fragmentation avec en plus, fragments osseux multiples
[Rouvier B, Lenoir B, Rigal S. Les traumatismes balistiques. Conférences
d'actualisation, Paris: Elsevier, SFAR, 1997: 703-716] (1).

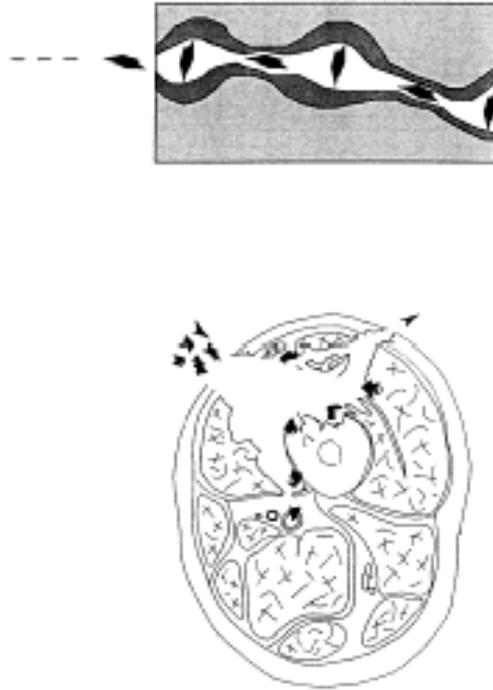


Figure7: Comportement totalement aléatoire d'éclats multiples (munition artisanale) qui sont plus vulnérants que les plombs de chasse ([Rouvier B, Lenoir B, Rigal S. Les traumatismes balistiques. Conférences d'actualisation, Paris: Elsevier, SFAR, 1997: 703-716] (1).

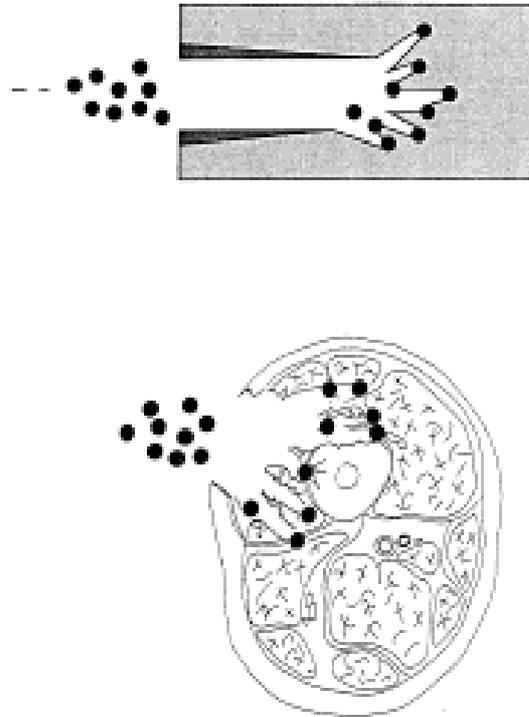


Figure8: **Comportement aléatoire de plombs de chasse qui sont moins vulnérants que les éclats (figure 7)** [Rouvier B, Lenoir B, Rigal S. Les traumatismes balistiques. Conférences d'actualisation, Paris: Elsevier, SFAR, 1997: 703-716] (1).

III. PRISE EN CHARGE EN GENERALE DES PLAIES PAR ARME A FEU

Les traumatismes balistiques nécessitent, plus souvent et plus rapidement un geste chirurgical.

Habituellement les conditions de la prise en charge de ces blessés sont différentes selon qu'elle se situe en temps de guerre ou en temps de paix.

III.1. PRISE EN CHARGE EN TEMPS DE GUERRE (1)

Le temps de guerre se caractérise par des délais d'évacuation souvent prolongés, par un environnement technique restreint, en particulier les moyens diagnostiques, par des procédures chirurgicales standardisées et limitées aux gestes de survie.

III.2. PRISE EN CHARGE EN TEMPS DE PAIX (1)

À l'inverse, en temps de paix les délais d'évacuation primaire sont courts, les hôpitaux disposent d'une infrastructure diagnostique solide, les procédures chirurgicales sont personnalisées et le traitement en un temps de l'ensemble des lésions, s'il est possible, est la règle.

En réalité, cette distinction est trop schématique. Les blessés les plus graves, que ce soit en temps de paix ou de guerre, ne nécessitent pas d'explorations complémentaires, mais un geste chirurgical d'extrême urgence qui pourrait être réalisé dans n'importe quelle structure, pour autant qu'elle dispose d'un chirurgien expérimenté.

III.3. PRISE EN CHARGE DES BLESSES GRAVES (1)

La gravité d'un traumatisme balistique est fonction de son retentissement clinique, du site de la lésion et du mécanisme lésionnel.

Ainsi, les blessés à l'état hémodynamique instable, les blessés du cou, du tronc et en particulier de l'aire cardiaque, de la région de l'aine, ainsi que les blessés par balles à haute vélocité ou par armes de chasse à faible distance, doivent être transportés le plus rapidement possible en salle d'opération pour un geste chirurgical éventuel tout en poursuivant la réanimation.

III.3.1 Les plaies cardio-vasculaires

Les plaies du cœur et des vaisseaux du médiastin représentent jusqu'à 26 % des plaies thoraciques dans certaines séries (8).

Leur mortalité varie entre 20 et 80 % (9,10).

a- Lésions du cœur

La possibilité d'une lésion du cœur doit être évoquée devant toute plaie de l'aire cardiaque ou lorsque la reconstitution du trajet du projectile intéresse le cœur.

Leur prise en charge dépend de l'importance du retentissement clinique.

Chez le blessé agonique, le chirurgien pratiquera une thoracotomie antérolatérale gauche (11).

Si l'état hémodynamique est contrôlé par la réanimation initiale et s'il n'existe pas de signe de tamponnade, la voie d'abord préférentielle sera une stérnotomie, en raison de la meilleure exposition chirurgicale qu'elle procure (12). Dans les cas contraires, la procédure chirurgicale doit être précédée par une ponction péricardique éventuellement échoguidée ; effectuée sous anesthésie locale.

Seulement 2 % des plaies cardiaques nécessitent la mise en place d'une circulation extracorporelle pour leur réparation, il s'agit essentiellement des plaies complexes du cœur gauche et des plaies coronaires.

En cas de corps étranger intra cavitaire, le risque de migration et d'embolie secondaire impose son extraction immédiate ou différée (13).

b- Lésions des gros vaisseaux du thorax et de l'abdomen

La réparation des lésions des gros vaisseaux thoraciques requiert le plus souvent la mise en place de shunts temporaires. Les plaies des gros vaisseaux de l'abdomen peuvent aussi conduire à une thoracotomie antérolatérale gauche d'extrême urgence

permettant le clampage de l'aorte descendante avant la laparotomie. Cette technique d'exception est le seul recours possible chez les blessés arrivant exsangues, mais les pourcentages de survie ne sont que de 2 à 7 % (14).

III.3.2 Lésions du foie

Les plaies complexes du foie, dont l'hémostase chirurgicale ne peut être obtenue, font l'objet d'un tamponnement intra-abdominal temporaire, qui est retiré secondairement après une période de réanimation intensive, tendant à obtenir un état hémodynamique stable, une correction des troubles de la coagulation et des troubles de l'équilibre acido-basique. La réintervention «damage control» s'effectue ainsi chez un patient stabilisé et les gestes chirurgicaux définitifs sont alors réalisés. (15, 16).

Tous ces gestes chirurgicaux d'urgence nécessitent un remplissage et des transfusions massives, dont l'importance a été encore récemment soulignée dans le cadre de ces traumatismes balistiques (17,18). Il faut donc pouvoir disposer rapidement de concentrés érythrocytaires, puis secondairement de plaquettes et de plasma frais congelé.

III.4. PRISE EN CHARGE DES AUTRES LESIONS (1)

Heureusement tous les traumatismes balistiques n'ont pas cette gravité, qui impose un geste chirurgical d'extrême urgence. Dans la plupart des cas, il est possible d'élaborer une véritable stratégie diagnostique cherchant à préciser les lésions anatomiques consécutives à la pénétration du projectile.

C'est dans cette situation que la pratique du temps de guerre et celle du temps de paix vont le plus diverger.

III.4.1. Prise en charge en temps de guerre

En effet, en temps de guerre, dans un environnement technique limité, l'exploration chirurgicale systématique des lésions balistiques est la règle.

La ponction lavage du péritoine peut représenter un appoint diagnostique non négligeable pour éviter une laparotomie (19). Il faut toutefois souligner la faible

sensibilité de cet examen et surtout l'incapacité qu'il a à diagnostiquer la perforation d'un viscère creux, lésion la plus fréquente des traumatismes pénétrants de l'abdomen.

III.4.2. Prise en charge en temps de paix

En pratique civile, mais aussi en situation de guerre urbaine, la disponibilité des moyens diagnostiques permet d'évaluer les conséquences des traumatismes balistiques et de localiser le ou les projectiles impliqués.

Les données récentes fournies par les auteurs bosniaques et croates (20, 21), sont à cet égard très démonstratives sur l'intérêt des explorations angiographiques et ultrasoniques dans les suspicions de plaies vasculaires et sur l'intérêt de la scanographie en double ou triple contraste dans les plaies du dos, des flancs et dans les plaies fessières. De même, la scanographie est irremplaçable dans l'évaluation des plaies du crâne et de la face.

Au terme de ces examens complémentaires, en fonction des lésions observées, une décision d'intervention ou de mise en observation sera prise.

L'extraction simple des corps étrangers balistiques est souvent dangereuse, elle n'est pas toujours obligatoire, compte tenu de leur tolérance et de la faible incidence des complications septiques, même au niveau du cerveau ou de la moelle épinière (22, 23).

Les embolies vasculaires de projectiles doivent être opérées d'urgence (24, 25). Les plaies vasculaires artérielles peuvent, en fonction de leur localisation, être embolisées ou réparées (26).

En pratique civile, devant de simples fractures ouvertes l'ostéosynthèse primaire est concevable (27), l'utilisation du fixateur externe est en temps de guerre une attitude de sagesse (28). Les problèmes sont plus complexes lors de la prise en charge des fractures de membre par balles à haute vitesse ou par polycrissage où aux lésions osseuses sont associées des lésions des parties molles et des structures vasculo-nerveuses. Le dilemme posé est alors éventuellement celui de la conservation ou non du membre lésé.

III.5. Prévention de l'infection (1)

La prévention de l'infection dans les traumatismes balistiques est un élément capital de leur prise en charge. En effet, si leur mortalité précoce a considérablement diminué grâce à une optimisation des soins initiaux (réanimation, chirurgie), l'infection est actuellement la première cause de mortalité secondaire.

La contamination bactérienne peut être primaire, concomitante de la blessure. Elle implique alors les germes de l'environnement tellurique (clostridies, bacillus) et aqueux (*Pseudomonas*) associés à la flore vestimentaire et cutanéomuqueuse résidente du blessé (staphylocoque, streptocoque). Une lésion des viscères creux abdominaux fait intervenir une contamination par la flore intestinale (anaérobies, entérobactéries, entérocoques). La contamination peut aussi être d'origine secondaire et nosocomiale.

La prévention de l'infection primaire repose sur une chirurgie de débridement élargie et précoce avec excision des tissus dévitalisés et nécrosés. L'antibiothérapie associée est destinée à prévenir la pullulation microbienne qui est logarithmique et qui débute dès la sixième heure suivant le traumatisme. L'antibiothérapie la plus utilisée actuellement en temps de guerre reste la classique association pénicilline G-métronidazole. Son efficacité sur les germes les plus dangereux à court terme, *Clostridium* et streptocoques responsables des cellulites, fasciites et myonécroses précoces est excellente. Mais son spectre étroit fait qu'elle est insuffisante lorsqu'il existe une plaie digestive et qu'elle favorise l'émergence secondaire des bactéries contaminantes insensibles (staphylocoques, pyocyaniques).

L'utilisation de produits à plus large spectre et à demi-vie plus longue a été essayée lors de différents conflits (29). Mais cette attitude n'a pas encore été validée.

La réflexion menée au sein du service de santé des armées a amené à proposer comme antibiothérapie probabiliste l'association pipéracilline tazobactam ou pipéracilline + métronidazole (30) couvrant les principales bactéries toxigènes, les entérobactéries, les cocci à Gram positif et le *Pseudomonas*. Cette antibiothérapie doit être administrée le plus précocement possible après le traumatisme. Sa durée ne fait actuellement l'objet

d'aucun consensus. Sa réévaluation par des prélèvements bactériologiques (cultures tissulaires en particulier) doit être la plus précoce possible.

La prévention de l'infection secondaire d'origine nosocomiale répond aux règles classiques de prévention de ces infections et n'a pas de caractère particulier dans le cadre des traumatismes balistiques.