



Flavio Alessandrelli (foto)  
Roberto Procaccini  
Antonio P. Gigante

Clinica di Ortopedia e Traumatologia,  
Università Politecnica delle Marche,  
Torrette di Ancona

## Trattamento delle lesioni non complesse da arma da fuoco agli arti: riscontri nella letteratura scientifica

*Treatment of uncomplicated gunshot wounds to the limbs: a literature review*

### Riassunto

**Background.** In tutto il mondo le lesioni agli arti sono tra le più frequenti lesioni da arma da fuoco. **Obiettivi.** Con questa ricerca si è cercato di far luce su quello che è lo stato dell'arte riguardo il trattamento di lesioni non complesse da armi da fuoco agli arti.

**Materiali e metodi.** Si è attuata una ricerca internet tramite PubMed di articoli liberi e indicizzati riguardanti l'argomento in esame. Sono stati alla fine analizzati 26 lavori previa lettura dell'abstract e del testo.

**Risultati.** Fasciotomia, debridment chirurgico, first e second look sembrano essere il trattamento d'elezione.

**Conclusioni.** La semplice standardizzazione del trattamento, per quanto si tratti di un lesioni poco frequenti almeno in Italia, permette di ottenere i migliori risultati possibili in tale evenienza.

**Parole chiave:** arma da fuoco, ferita, trattamento, proiettile, piombo, infezione

### Summary

**Background.** Wounds to the limbs are the most common gunshot injuries all over the world.

**Aims.** In this study we try to find out the state of the art about the treatment of uncomplicated gunshot wounds to the limbs.

**Materials and methods.** We checked the PubMed search engine for indexed and free text articles concerning the management of uncomplicated gunshot wounds to the limbs, ballistics, lead poisoning and wound infection. At last we analyzed 26 works by their abstracts and texts/

**Results.** Fasciotomy, surgical debridment, first and second look seems to be the gold standard in treatment of uncomplicated gunshot wounds.

**Conclusions.** The knowledge of the ideal treatment in this case of wounds can tremendously improve the patient's final outcome.

**Key words:** gunshot, wound, treatment, bullet, lead, infection

## Introduzione

Sin dalla comparsa delle prime armi da fuoco nel 1400 i chirurghi di tutto il mondo dovettero affrontare sempre più frequentemente lesioni dei tessuti umani contaminate nonché ad elevata energia. Con il succedersi delle guerre napoleoniche l'interesse verso questo particolare tipo di ferite si approfondì e vennero redatti i primi studi concernenti una loro classificazione e le possibili differenti modalità di trattamento<sup>1</sup>. Un filo rosso unisce cinque secoli di osservazione delle ferite da arma da fuoco: la loro propensione alla infezione. Nel 1560 Botallo ne attribuì per primo la causa ai corpi estranei ritenuti nei tessuti<sup>2</sup>, ed ancora nel 1914 la suppurazione delle ferite era ritenuta una complicazione inevitabile<sup>3</sup>. Oggi conosciamo il

### Indirizzo per corrispondenza:

Flavio Alessandrelli

via Gramsci, 66

60035 Jesi (AN)

E-mail: flavio.alessandrelli@gmail.com

ruolo ricoperto dai batteri nella patogenesi delle infezioni, sappiamo come affrontarli, conosciamo l'entità ed il tipo di danno causato dai diversi proiettili nei tessuti<sup>4-6</sup> e le possibili sequele tardive sistemiche del metallo pesante Piombo<sup>7</sup>. In questo lavoro si cercherà di rintracciare in letteratura lo stato dell'arte riguardo il trattamento delle lesioni non complesse da arma da fuoco localizzate agli arti, la sede più frequente di tali lesioni<sup>8</sup>.

## Materiali e metodi

La ricerca è stata effettuata nel luglio 2014 per articoli indicizzati su PubMed e liberamente consultabili, utilizzando come criteri di ricerca senza restrizione di lingua le seguenti parole chiave: "Gun-shot wounds"; "Gunshot injuries"; "Bullet"; "Bullet removal"; "Bullet infection"; "Lead bullet"; "Lead gunshot". Gli articoli indicizzati sono stati in seguito analizzati e selezionati prima in base all'Abstract e successivamente in base al contenuto del Full Text. Criterio di inclusione è stata la descrizione del tipo di munizionamento coinvolto, del tipo di trauma agli arti, del trattamento adoperato e dell'eventuale insorgenza di infezioni od altre sequele tardive. Dopo queste fasi sono risultati idonei alla nostra ricerca 26 articoli. I dati sono qui riportati con la bibliografia delle fonti.

## Risultati e discussione

Possiamo suddividere le ferite da arma da fuoco in complesse (con coinvolgimento di organi cavi, vasi sanguigni principali, nervi e strutture ossee) o semplici (non interessanti una qualsivoglia delle suddette strutture). A loro volta queste lesioni sono ascrivibili in due categorie, quelle dovute a proiettili impattanti a bassa velocità (al di sotto dei 365 mt/sec per alcuni, 610 mt/sec per altri)<sup>9-10</sup> e quelle dovute a proiettili impattanti ad alta velocità. Questa è una differenza cruciale per gli esiti della ferita ed il trattamento dei tessuti molli degli arti. È stato ormai ampiamente assunto come un proiettile a bassa energia, quale ad esempio quello sparato da una pistola, attraversi i tessuti umani necrotizzando i margini di entrata, quelli di uscita e solo poco del tessuto circonferenziale lungo tutto il percorso interno. I proiettili ad alta energia invece sono in grado di provocare cavitazione nei tessuti attraversati arrecando loro un danno maggiore ed una necrosi più estesa<sup>6-11-13</sup>. La cavitazione stessa sembrerebbe implicata nella maggiore contaminazione dei tessuti, favorendo un effetto vuoto che aspirerebbe il particolato dal tragitto primario del proiettile all'interno delle masse muscolari<sup>4-6-14</sup>. Un aggiuntivo e notevole danno tissutale viene causato dal munizionamento di tipo "Soft Point", progettato per ottenere la frammentazione della pallottola, trasmettendo-

ne così tutta l'energia disponibile e ledendo una maggior quantità di tessuti con i frammenti metallici secondari<sup>4</sup>. Quando la pallottola entra nel corpo umano attraverso la pelle può trasportare con sé materiale inorganico come pezzi di vestito, acqua e detriti ambientali. Stesso destino attende l'eventuale flora batterica saprofitica ambientale e cutanea<sup>3-5-14</sup>. La qualità della contaminazione delle ferite da arma da fuoco è andata mutando nel corso degli anni. Durante la prima (WWI) e seconda (WWII) guerra mondiale i batteri prevalentemente isolati dalle lesioni furono gli Streptococchi e gli Staphilococchi cutanei insieme ad altri batteri Gram<sup>+</sup> ambientali (*Clostridium perfringens*). A partire dalla guerra di Corea (1950) si è riscontrata invece una maggiore incidenza di infezioni dovute ad *Acinetobacter* spp. multi resistente<sup>15</sup> e ad altri batteri Gram<sup>-</sup> (*Pseudomonas aeruginosa*; *Enterococcus* spp.)<sup>3</sup>. Il motivo di tale viraggio rimane ancora senza certa risposta: oltre alle diverse condizioni ambientali di combattimento, una diversa composizione saprofitica cutanea (gli ultimi studi in esame coinvolgono popolazioni non considerate nei precedenti) ed un aumentato uso di antibiotici perioperatori Gram-selettivi, quello che sembrerebbe influenzare maggiormente i dati rilevati sarebbe una migliore e più capillare organizzazione dei sistemi di salvataggio e cura delle persone<sup>15</sup>. Se da un lato infatti è garantito un maggior afflusso di persone alle cure mediche, il loro trattamento si declina in numerosi spostamenti da un ospedale all'altro soprattutto tramite mezzi di trasporto comunitari. Sia gli ospedali che tali mezzi sono da considerarsi probabili sorgenti di contagio da *Acinetobacter* spp.<sup>3</sup> Vi è comune accordo nel ritenere che un'estrazione indaginosa dei frammenti metallici del proiettile arrecherebbe un danno maggiore ai tessuti estendendone l'area di necrosi e di possibile contaminazione<sup>12-16</sup>. Si deve comunque rimuovere ogni materiale estraneo facilmente aggredibile in corso del primo debridement chirurgico<sup>12-16</sup>. Le ferite non complesse da armi da fuoco agli arti vengono generalmente trattate con un procedimento in due fasi<sup>2-11-12</sup>. All'arrivo nel dipartimento di emergenza si stabilizzerà il paziente<sup>12-14-6</sup> e si eseguiranno gli esami diagnostici necessari ad escludere eventuali lesioni vascolo-nervose, fratture o localizzazioni particolari dei frammenti metallici<sup>11-16</sup>. Rilevanza deve essere data alla localizzazione del proiettile in prossimità dei principali assi vascolo-nervosi od in sede articolare e peri-articolare. In questi casi infatti il materiale andrà sempre rimosso. Sono riportati casi di neuropatia da irritazione (anche a distanza di tempo a seguito della migrazione del proiettile)<sup>17</sup>, casi di embolismo artero-venoso da parte del proiettile per il suo ingresso diretto nel lume vasale o per cronica erosione delle pareti<sup>18-19</sup> e data la sua solubilità nel liquido sinoviale è ormai associata alla capacità del piombo di causare sinovite reattiva, artropatia da piombo e saturnismo<sup>7-10-20-24</sup>.



**Figura 1.** Maschio, 20 anni, accede in ospedale a seguito di una sparatoria. Si possono notare i due fori di entrata alla coscia sinistra, causati da proiettili a bassa energia sparati da pistola. Uno risulterà trapassante l'arto mentre il secondo è ritenuto.

Nel caso di proiettili a bassa velocità è possibile che non sia necessario un ulteriore debridment chirurgico dei tessuti<sup>10 12 16</sup> (Figg. 1, 2), eccezion fatta per i traumi da fucili di grosso calibro con munizione spezzata (es: fucile da caccia)<sup>25</sup>. Se il tragitto del proiettile è breve, superficiale e sottocutaneo è possibile disinfettare il tramite con un tampone imbevuto di Clorexidina<sup>11</sup>. Altrimenti l'impostazione di una copertura antitetanica ed antibiotica efficace contro Gram<sup>+</sup> e Gram<sup>-</sup> (es: imipenem, penicilline, cloramfenicolo)<sup>3 6 14 25</sup>, il lavaggio e la disinfezione e la copertura delle ferite con garze sterili sembrano essere sufficientemente adeguati. Se il proiettile che ha colpito l'arto era ad alta energia, tanto più qualora sia del tipo soft point, si renderanno necessari il debridment chirurgico volto alla rimozione del tessuto necrotico immediatamente rilevabile



**Figura 2.** Foro di uscita di proiettile a bassa energia. Coscia sinistra.

(es: masse muscolari contuse, brunastre e non responsive alla stimolazione con elettrobisturi)<sup>11 12-14</sup> e l'esecuzione di fasciotomie preventive<sup>6 12</sup>. La sutura delle ferite in prima giornata non è mai consigliabile sebbene a volte sia possibile, ma solo in caso di lesioni a bassa velocità e sotto stretto monitoraggio<sup>14</sup>. Se fattibile la sutura andrà invece posticipata di 5 o 6 giorni, successivamente ad una seconda ispezione chirurgica ed eventuale ulteriore debridment<sup>3 11 12 16</sup>.

## Conclusioni

Le ferite da arma da fuoco sono una realtà che il chirurgo ortopedico deve ormai saper gestire in maniera efficiente. Nonostante l'alto potenziale di danno ai tessuti, anche qualora sopravvenga un'amputazione o sub-amputazione traumatica dell'arto<sup>6 12</sup>, il trattamento di queste ferite potrebbe essere così standardizzato: profilassi antibiotica e copertura antitetanica, first look ed eventuale primo debridment, second look ed eventuale sutura dilazionata o ricostruzione plastica. I proiettili non a ridosso dei fasci vascolo-nervosi o peri- o intra-articolari possono essere lasciati in sede<sup>16</sup>. I casi di saturnismo a seguito di piombo residuo all'interno delle masse muscolari risultano essere estremamente rari e non giustificerebbero una chirurgia traumatizzante per l'arto lesa<sup>20 26</sup>. In pochi anni tali residui metallici verranno infatti incapsulati dal tessuto fibroso reattivo ed esclusi quindi dalla circolazione ematica<sup>7 20 24</sup>. Il rischio di infezione sembra aumentato nelle lesioni dovute a proiettili ad alta velocità e pare correlarsi proporzionalmente con il fenomeno della cavitazione e frammentazione della palla oltre che con la situazione ambientale e cutanea al momento del trauma. Il debridment chirurgico seriato e l'eventuale fasciotomia svolgono un ruolo chiave nel controllo e nella corretta gestione della necrosi e della contaminazione tissutale<sup>11</sup>.

## Bibliografia

- 1 Turk JL. Inflammation: John Hunter's *A Treatise on the Blood, Inflammation and Gun-shot Wounds*. *Int J Exp Pathol* 1994;75:385-95.
- 2 Brown S. *Treatment of uncomplicated gun-shot wounds*. *Ulster Med J* 1974;43:54-6.
- 3 Petersen K, Riddle MS, Danko JR, et al. *Trauma-related infections in battlefield casualties from Iraq*. *Ann Surg* 2007;245:803-11.
- 4 von See C, Rana M, Stoetzer M, et al. *A new model for the characterization of infection risk in gunshot injuries: Technology, principal consideration and clinical implementation*. *Head Face Med* 2011;7:18.
- 5 von See C, Rana M, Stoetzer M, et al. *Designing the ide-*

- al model for assessment of wound contamination after gunshot injuries: a comparative experimental study *BMC Surg* 2012;12:6.
- <sup>6</sup> Feuchtwanger M. *High velocity missile injuries: a review*. *J R Soc Med* 1982;75:966-9.
- <sup>7</sup> Gerhardsson L. *Blood lead concentration after a shotgun accident*. *Environ Health Perspect* 2002 ;110:115-7.
- <sup>8</sup> Ramasamy A, Harrisson SE, Stewart MP, et al. *Penetrating missile injuries during the Iraqui insurgency*. *Ann R Coll Surg Engl* 2009;91:551-8.
- <sup>9</sup> Eiseman B. *Civilian gunshot wounds*. *J R Soc Med* 1980;73:5-13.
- <sup>10</sup> Ashby ME, Boitano MA. *Surgical treatment of low velocity gunshot wound of the extremities: Analysis of a two-years study*. *J Natl Med Assoc* 1976;68:289-93.
- <sup>11</sup> Livingstone RH, Wilson RI *Surgery of violence. VI. Gunshot wounds of the limbs*. *Br Med J* 1975;1(5959):667-9.
- <sup>12</sup> Mannion SJ, Chaloner E. *Principles of war surgery*. *BMJ* 2005;330(7506):1498-500.
- <sup>13</sup> Ellis H. *Penetrating wounds*. *J R Soc Med* 1982;75:494-5.
- <sup>14</sup> Ryan JM, Cooper GJ, Haywood IR, et al. *Field surgery in a future conventional battlefield: strategy and wound management*. *Ann R Coll Surg Engl* 1991;73:13-20.
- <sup>15</sup> Elston JW, Bannan CL, Chich DT, et al. *Acinetobacter spp. In gunshot injuries*. *Emerg Infect Dis* 2008;14:178-80.
- <sup>16</sup> MacFarlane C. *Aide memoire for the management of gunshot wounds*. *Ann R Coll Surg Engl* 2002;84:230-3.
- <sup>17</sup> Meena S, Singla A, Saini P, et al. *Spontaneous migration of bullet from arm to forearm and its ultrasound guided removal*. *J Ultrasound* 2013;16:223-5.
- <sup>18</sup> Greaves N. *Gunshot bullet embolus with pellet migration from the left brachiocephalic vein to the right ventricle: a case report*. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2010;18:36.
- <sup>19</sup> Biswas S, Cadot H, Abrol S. *Gunshot wound of the thoracic aorta with right popliteal artery embolization: a case report of bullet embolism with review of relevant literature*. *Case Rep Emerg Med* 2013;2013:198617.
- <sup>20</sup> Madureira PR, De Capitani EM, Vieira RJ. *Lead poisoning after gunshot wound*. *Sao Paulo Med J/Rev Paul Med* 2000;118:78-80.
- <sup>21</sup> Lees RE, Scott GD, Miles CG *Subacute lead poisoning from retained lead shot*. *CMAJ* 1988;138:130-1.
- <sup>22</sup> Manton WI, Thal ER. *Lead poisoning from retained missiles. An experimental study*. *Ann Surg* 1986;204:594-9.
- <sup>23</sup> Fairbairn J, Doherty M, Wright GD, et al. *Unusual but memorable. Lead arthropaty*. *Ann Rheum Dis* 1997;56:284.
- <sup>24</sup> Rehman MA, Umer M, Sepag YJ. *Bullet-induced synovitis as a cause of secondary osteoarthritis of the hip joint: A case report and review of literature*. *J Med Case Rep* 2007;1:171.
- <sup>25</sup> Maerz PW, Falgiani TB, Hoelle RM. *Gunshot wound contamination with squirrel tissue: wound care consideration*. *Case Rep Emerg Med* 2014;2014:342914.
- <sup>26</sup> Linden MA, Manton WI, Stewart RM. *Lead poisoning from retained bullets. Pathogenesis, diagnosis and management*. *Ann Surg* 1982;195:305-13.