

## 小児筋骨格系の銃外傷（総説）

西伊豆早朝カンファランス 西伊豆健育会病院 H30.2 仲田和正

Firearm-related Musculoskeletal Injuries in Children and Adolescents  
(Review Article) Journal of the AAOS, March 2017, Vol 25, No3, p169-178

著者

Cordelia W. Carter, MD 他、イェール医科大学整形外科

The Lancet 2017年12月26日号に「パリ、ニース・テロ攻撃の医療的教訓」のレポートがあり前回MLにアップしました（下記）。

パリ外傷センターの医師達は銃創、高エネルギー銃創に対し既にトレーニングされてはいたのですが、今回のような圧倒的多数の銃創は未経験でした。

[http://www.nishiizu.gr.jp/intro/conference/h30/conference-30\\_03.pdf](http://www.nishiizu.gr.jp/intro/conference/h30/conference-30_03.pdf)

（パリ、ニース・テロ攻撃の医療的教訓、The Lancet, 16 December 2017

西伊豆早朝カンファランス）

パリの Stade de France 競技場（多目的スタジアム、サッカーフランス代表のホーム）には小児も数多くいて、多数の小児被害者に対応しきれませんでした。小児外科医も銃創は未経験でしたし、熟練外科医も小児外傷には不慣れでした。ほとんど経験したことのない小児銃創が突然、多数救急外来に搬入されたのです。

以前小生、整形外科外来の最中、突然救急隊が腹部貫通銃創の男性を搬入してきました。猪猟の最中、谷をガサガサ上がって行ったところ猪と間違われライフルで撃たれたのです。

腹部から臀部に貫通銃創があり臀部からは血液が止めどなく流出し血圧は既に60でした。それまで小生、銃創は上腕筋肉の貫通銃創しか見たことがなく、一体何をどうすれば良いのかわからず頭が真っ白になってしまいました。

CTを撮影すると、左腸骨が粉碎していました。

外来を中断、救急車に同乗して第3次病院まで1時間15分、山を越えて転送しました。血管造影がおこなわれ embolization（塞栓術）で腸骨の出血を止めたのち開腹、幸い腸管損傷はなく腹腔内の糞便汚染は免れていました。

この時、つくづく「医師は常に最悪に備えなければならぬ（Prepare for the worst）！」ことを悟りました。そしてこの時、自分は一生勉強し続けようと決意しました。

「Prepare for the worst (最悪に備えよ)！」という事で小児銃創の論文を探したところ 2017 年 3 月の米国整形外科学会雑誌 (Journal of the AAOS : American Academy of Orthopedic surgeon) に小児銃創の総説 (Review Article) がありましたのでまとめました。

「小児銃創」最重要点は下記 8 点です。

- ・小児銃創は米国で男性、黒人で多く 15-19 歳で 1/672 人。
- ・銃弾で永続的空洞と圧波による一時的空洞が出来、肺、筋肉は影響少なく骨は大きい。
- ・拳銃による軟部組織損傷は軽症、ライフルは重症になる。火器の種類を聞け。
- ・小児で問題は骨端線閉鎖。関節内骨折、骨欠損、軟部欠損、神経損傷は予後不良。
- ・神経断裂は端々縫合か、近くに一時縫合して退縮防ぎ、後で神経移植など。
  
- ・腹部、骨盤損傷は試験開腹し内臓損傷、糞便汚染確認。
- ・銃弾が関節内に無い限り受傷時の予防的摘出は不要。
- ・銃弾遺残で稀に鉛中毒。便秘、腹部疝痛、発達障害、癲癇、脳症起こす。

1. 小児銃創は米国で男性、黒人で多く 15-19 歳で 1/672 人。

ヨーロッパでは小児銃創なんてまず見ることはないのですが、米国では学校での銃乱射 (mass shooting) が最近激増、また自宅の銃による自殺、暴発など、銃創はありふれた外傷なのです。

米国の小児外傷では交通事故に次いで多いのが銃創です。米国で銃取り締まりの厳しい州とそうでない州では、18 歳未満の銃外傷は 3.75 倍の差があります。

2006 年から 2009 年までで 20 歳以下の小児の銃外傷による入院は 19,233 例あったとのことです。

2013 年には 0 歳-19 歳で、10 万人あたり 3 人の銃創の発生があり英国の 50 倍でした。

2014 年、米国の学校での銃乱射 (mass shooting) は何と 60 件発生しています。

呆れるのは、1980 年代、90 年代に CDC (The center for Disease Control and Prevention) の調査で「家庭に銃があると自殺、他殺のリスクが上昇する」と公表したのですが、1996 年、米国ライフル協会 (National Rifle Association) はこれらの研究に資金を出さないようロビー活動を行い、CDC への資金提供が中止されたと言うのです。

小児銃創は特に男性、黒人 (African American) 、12 歳から 19 歳で多く無保険が多いとのことです。

以前、西伊豆の高校の米国人の ALT (Assistant Language Teacher) に黒人の事を英語で何と言えばよいのか聞いたところ、大変敏感 (sensitive) な問題であり普通 African American と言うのだそうです。

以前、映画「ダイハード 3」の中で、犯人から主人公の警官 (ブルース・ウィリス) に電話があり「I hate niggers (俺は黒人が大嫌いだ)」のプラカードを体に付けてニューヨークのブルックリンを歩くと指示がありました。ALT に聞いたところ、そんなことをしたら間違いなく殺されるとのことでした。

Kid's Inpatient Database で 2009 年、米国で小児の銃創は 7391 例、20 歳以下で 10 万人当たり 8.87 例、20 歳以下で毎日 20 人が銃火器外傷で入院しました。89.2% が男性、47.2% が African American で、15 歳から 19 歳の African American が銃創で入院する確率は 1/672 人。入院患者の死亡率は 6.1% でした。

15 歳から 19 歳の African American (黒人) が銃創で入院する確率が 1/672 人と言うのには驚きです。つくづく米国は病んでいると思います。

また銃創患者は無保険の場合が多いのにも関わらず、救急外来で銃創の 1 回当たり外来コストは 2,882 ドル (1 ドル 109 円として 314,138 円)、入院日は 6.14 日、入院費用は 19,755 ドル (2,153,295 円)、Newgard の推測では小児銃創の急性期コストは 28,510 ドル (3,107,590 円) と莫大な費用がかかるのです。

翻って日本では、天正 18 年 (1588 年) 庶民に対する豊臣秀吉の刀狩り (刀、銃、その他武器所持の禁止) がありました。また太平洋戦争後、昭和 21 年連合軍の占領政策により「銃砲等所持禁止令」が出され狩猟、射撃競技、美術刀以外の日本刀や銃砲所持が禁止され登録制となりました。

これにより 300 万の刀剣が没収されました。米国のお陰で、日本は極めて安全な国となった訳で、今の米国を見るとつくづく皮肉なものだなあと思いました。

戦国時代、銃弾 (鉛玉) と火薬は別々に詰めました。火薬を銃の筒に詰め、その前に鉛玉を置き、火縄の引き金を引いて火薬に点火、爆発させて鉛玉を発射するというものです。第 1 弾発射後、第 2 弾発射まで熟練した者で、18 から 20 秒かかるようです。

以前、家族で長篠古戦場を訪ねました。

信長の馬防柵が一部再現されています。

信長側は馬防柵の後ろから3段構えで鉄砲隊を配置しました。

火縄銃を3人で3丁使った場合、6-7秒間隔で撃てたようです。

現地を見ると馬防柵の前は湿地帯だったようで信長の周到的な準備が伺えました。

現地を見て、武田勝頼の赤備え（鎧、旗を赤で統一）の騎馬隊が

突撃を開始したのは、馬防柵の手前、200m位だなと思いました。

馬防柵の前に土屋昌次戦死之地という立札がありました。

土屋昌次は3重柵のうち2重柵を突破したところで一斉射撃を受けて

戦死しています。武田滅亡後、赤備えは真田、井伊に受け継がれます。

以前、大阪堺市を訪ねました。

ここは戦国時代、火縄銃が大量に製造されました。

明暦3年（1657）、全国から4535挺の注文があったとのこと。

今でも鉄砲鍛冶、井上関右衛門の屋敷が残っています。

堺は今で言えば豊田市のような工業都市だったのでしょう。

現在、銃弾と火薬は1つになっています。弾丸の後方に火薬の入ったカートリッジが付いているのです。

銃の引き金を引くと firing pin がカートリッジ（銃弾のお尻）中心に押し込まれ primer が火花を生じ、火薬に点火します。

これにより銃器の中で爆発が起こりこれによるガスと熱で弾丸を押し出します。

弾道 (ballistics) は3つに分類します。

- ・ Internal ballistics (内部弾道) 銃器の中の弾丸軌道。
- ・ External ballistics (外部弾道) 銃口から出てターゲットに当たるまでの軌道。
- ・ Terminal ballistics (終末弾道) ターゲットの中の軌道。

カートリッジ内の火薬が足りないと弾丸が発射されずに銃器の中に留まり

2発目を撃つと銃の中で暴発することがあります。

2. 銃弾で永続的空洞と圧波による一時的空洞ができ、肺、筋肉は影響少なく骨は大きい。

終末弾道 (terminal ballistics) での組織障害では、弾丸の軌道に沿って

できる直接的組織損傷を permanent cavity (永続的空洞) と言います。

また銃弾の圧波により弾丸軌道の垂直方向にも圧力がかかり

temporary cavity (一時的空洞) ができます。

これは圧波によるので、弾力のある肺や筋肉では、脾臓や骨に比べ temporary cavity は小さくなります。

ですから筋肉のような弾性のある組織を銃弾が貫通する場合は周囲に及ぼす力学的エネルギーは小さくなるという訳です。

一方、骨のような非弾性組織に変形する銃弾が、特に回転しながら停止すると損傷は大きくなります。

銃弾の力学的エネルギーは、いくつかの変数 (variables) があります。衝突の瞬間の弾丸の安定性、口径、組成、銃弾の形、体内の移動距離、組織、組織損傷のメカニズムなどです。

### 3. 拳銃による軟部組織損傷は軽症、ライフルは重症になる。火器の種類を聞け。

銃創は低エネルギー銃創 (拳銃) と高エネルギー銃創 (軍用火器) とでは破壊力が大幅に異なります。ですから問診では火器の種類は重要です。低エネルギー銃創 (拳銃) では軟部組織損傷はあまり重症にならず、治療は骨折の有無に左右されます。

骨折の内固定が不要の場合は、徹底的洗浄のあと局所ケアを行います。

一方、高エネルギー銃創 (軍用火器、ライフル) の場合の軟部組織損傷は、初期の侵襲的デブリドマンが必要です。

血行の無い組織の切除、銃弾除去、一時的な骨の固定 (創外固定など) が必要で、入院期間は長く、複数回のデブリドマンも必要です。

銃創ではたいてい予防的抗菌薬投与が行われますが、推奨抗菌薬、投与期間ははっきりしません。また全例に破傷風予防を推奨です。

### 4. 小児で問題は骨端線閉鎖。関節内骨折、骨欠損、軟部欠損、神経損傷は予後不良。

小児銃創の 45-48% が上肢あるいは下肢骨折があり下肢骨折が多いようです。

小児銃創で特に問題になるのは骨端性閉鎖による成長障害、上肢長差、下肢長差です。

高エネルギー銃創の場合、骨端線の直接破壊でなくとも、temporary cavitation (一時的空洞) により骨端線閉鎖が起こることがあります。

下肢長差、上肢長差は皮膚、関節の拘縮によっても起こり得ます。

また銃創による関節内骨折は、関節表面の破壊、骨軟骨骨片や銃弾破片の遺残により予後不良です。関節内骨折は、直ちに洗浄・デブリドマン、骨折固定、関節表面の修復が必要です。

特に予後不良なのは、骨欠損、軟部組織欠損、末梢神経損傷などです。

銃弾による手の外傷では、指神経はしばしば弾道から押し出されて断裂を免れるのだそうで、一時的に neurapraxia(一過性伝導障害) を起こします。早期の骨内固定、軟部組織閉鎖、早期リハで機能的予後は改善します。

銃弾による血管損傷を疑った場合は、血管造影による評価が必要です。重要血管損傷は小児 48 銃創に 1 人の割合、または 54 人に 5 人でした。

5. 神経断裂は端々縫合か、近くに一時縫合して退縮防ぎ、後で神経移植など。

末梢神経損傷は血管損傷よりも多く永久的な知覚、運動障害を起こします。完全神経断裂がある場合は端々吻合するか、神経端を近くの軟部組織に一時的に縫合して退縮を防ぎます。

1-3 週経ってから、断端神経腫や瘢痕をよく見極めてから最終手術（神経移植など）を行います。

神経に連続性があれば小児は 2-3 ヶ月、回復を観察し、改善がなければ再度、開創し、瘢痕部を切除して端々吻合するか神経移植を行います。成人と違い、小児の神経損傷は、同時血管損傷にあまり影響されないとのことです。

6. 腹部、骨盤損傷は試験開腹し内臓損傷、糞便汚染確認。

腹部、骨盤損傷では内臓損傷や糞便汚染もあり得るので試験開腹を行います。しかし CT, MRI による画像診断の進歩で弾道が正確に診断できるようになり試験開腹は減少しています。

銃創による小児脊髄損傷は破滅的で多くは保存治療となり、手術により改善することは少ないようです。椎間板内の銃弾などは鉛中毒を起こすことがありますので摘出します。脊椎不安定性がある場合は脊椎固定が必要です。

7. 銃弾が関節内に無い限り受傷時の予防的摘出は不要。

へーと思ったのは、「一般に銃弾が関節内にない限り受傷時の予防的摘出は不要」なのだそうです。

小児銃創 107 例の銃弾遺残で 24 例が感染、局所炎症、疼痛、血中鉛濃度上昇などの長期合併症を起こしたとのことです。

8. 銃弾遺残で稀に鉛中毒。便秘、腹部疝痛、発達障害、癲癇、脳症起こす。

遺残銃弾による鉛中毒は大変稀ですが、胃腸症状（便秘、腹部疝痛）、神経症状（発達障害、癲癇、脳症）を起こします。

鉛の血中濃度が上昇しやすいのは、長期間の時、銃弾の粉砕、滑膜の近く、銃弾による骨折がある時などで、鉛濃度 $\geq 45 \mu\text{g/dL}$ の時は、**chelation**を行います。

それでは「小児銃創」最重要点 8 点の怒涛の反復です！

- ・小児銃創は米国で男性、黒人で多く 15-19 歳で 1/672 人。
- ・銃弾で永続的空洞と圧波による一時的空洞が出来、肺、筋肉は影響少なく骨は大きい。
- ・拳銃による軟部組織損傷は軽症、ライフルは重症になる。火器の種類を聞け。
- ・小児で問題は骨端線閉鎖。関節内骨折、骨欠損、軟部欠損、神経損傷は予後不良。
- ・神経断裂は端々縫合か、近くに一時縫合して退縮防ぎ、後で神経移植など。
  
- ・腹部、骨盤損傷は試験開腹し内臓損傷、糞便汚染確認。
- ・銃弾が関節内に無い限り受傷時の予防的摘出は不要。
- ・銃弾遺残で稀に鉛中毒。便秘、腹部疝痛、発達障害、癲癇、脳症起こす。