

戦陣外科におけるレントゲン線の意義について —ギリシアートルコ戦争(1897年)の経験をもとに—

Über die Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Krieg chirurgie Erfahrungen im Griechisch-Türkischen Krieg 1897

Küttner H¹. *Klin Chirurg* 20:167-230, 1897

外科学におけるX線の最大にして疑いの余地のない重要性は、その異物検出の領域にある。このためこの新しい診断法はただちに軍陣外科において有用な手段となることが期待された。

戦争におけるX線の有用性を知る最初の機会は、今回のギリシアートルコ戦役であったが、Nasse教授率いるドイツ赤十字遠征隊がトルコに派遣された際、筆者は次席医師として参加する機会を得た。中央委員会からはX線装置を供与されたが、これに対して特段の謝意を述べるものである。

遠征隊は、コンスタンチノープルのYildiz病院で活動した。16棟、1,000床の病院で、X線装置は直ちに活躍した。残念ながらこの戦争では、ギリシア軍には11mm口径グラス銃²しかなく、トルコ側も近代小口径銃を備えたのはわずか1師団であったことから、少なくともトルコ側では近代携帯火器の効果を調べる機会には恵まれなかった。我々は旧式の軟らかい鉛弾による銃創しか見る機会はなかったが、X線の経験は有意義なものであった。この新しい診断法を戦争で使用するのはこれが初であることから、その戦陣外科における意義を評価するにあたっては、その銃創が近代装甲弾によるものか、旧式の鉛弾によるものかは重要な問題ではない。我々が活動した3か月間、X線装置はほぼ毎日稼働していた。有用であったもの、なお改良が必要であったものについて、ここに簡単に報告する。

供給されたX線装置は高い要求水準を満たし非常に満足のゆくもので、Hirschmann-Berlin社製、火花間隙40cmであった。蓄電池に充電できる機会があるか分からぬため、コイル用に大きな8セルのクロム酸ブンゼン電池、断続機用にルクランシェ電池を用意した。しかし、ガルバニ電池はいずれの場合もコイルの電源としては最も好ましくないことは知られており、他に方法がない場合のみ用いるべきである。電池と電解液のコストを抑えるために、少数のセルで済ませる必要があると同時に、比較的強い電流を必要とするた

め、電池はかなり急速に消耗する。このため非常に儉約して、使用後はただちに炭素と亜鉛を回収するようとしたが、電解液は頻回に交換する必要あり、亜鉛電極はかなり急速に消耗した。さらに、電池の抵抗は次第に上昇して蓄電池よりも大きくなる。このため電池を頻繁に使用すると、コイルの最大出力を維持できなくなる。このような欠点のため、6-7週間使用したところで電池は役に立たなくなり、この間に到着した蓄電池の使用を開始した。蓄電池は、Yildizの照明センターで積載し、ポーターの背負子に載せて慎重に運搬した。

蓄電池は、電池よりもはるかに便利に使用でき、大きな装置に過負荷がかかりうる戦地では、電池に頼るべきではないと考えられた。我々は今後、戦時であっても蓄電池を使用し、照明システムにこれを接続する機会があると考える。X線診断は、後方病院、兵站病院に適しており、通常このような施設では電源が利用可能であるからである。Hirschmann社から供給されたのはプランテ式鉛蓄電池(チュードル式)³で、コンパクトかつ頑丈であった。これは内容が固体なので、運搬中に漏れたり破損したりすることがなく、特に戦時には好適である。さらにこの会社は、容器にガラスのかわりに破損しないセルロイドを使用した野外用の蓄電池を製造している。このような固体内容の蓄電池のセルは、激しい運搬にも耐え、管理が行き届かず、しばしば部外者に託さざるを得ないX線装置の一部であることを考えると、これは重要な点である。少なくとも1個の予備の蓄電池を用意することが推奨される。これで、1個が充電中あるいは故障の際に代用することができ、トラブルなく常に装置を使用できるようになる。

我々の場合のように、X線装置自体を格納する部屋や施設を自ら作る必要がある場合は、透視室、撮影室を写真用暗室にも利用できるようにすることを推奨する。これにより1つの部屋で済ませることができる。ただし、カーテンあるいはステレオスコープのような装置を使った特別な昼光遮光透視板を使えば、必ずしも透視を暗室で行う必要はない。しかし、このような装置の使用については基本的に疑問な点がある。ひとつには、必須となる大きな透視板は、扱いにくく、自由に動かすには両手が必要となる。さらに、透視を暗室外で行う場合、これを供覧できない。前線の病院では、

¹ Tübinger Chirurgische Klinik des Prof. Dr. Bruns (チュービンゲン大学外科 Bruns教授)

² 訳注。フランス軍が使用した旧式ライフル銃

³ 訳注。Gaston Planté(1834-89)が1859年に発明した初の再充電可能な鉛蓄電池。Tudor式は、鉛板に多数の細い溝を設けて表面積を大きくするもの

放射線科医は全て自分の症例を検査するわけではなく、他から依頼されたり手術医から相談を受けるため、この点は重要である。透視の観察には学習が必要で、未経験者にはその診断が必ずしも容易ではないが、X線写真は直接的に供覧可能であり、このためにも暗室が必要である。撮影した画像があれば供覧の用に足りるという異論もあるが、前線では、例えば銃弾摘出における局在同定のように、透視が撮影よりもはるかに大きな役割を果たす。

前述の装置については、もし暗室を全廃できるのであればあえて反対するものではないが、実際には廃止できず、X線撮影では大きな乾板を扱うため暗室を小さくすることはできない。さらに、このような部屋を作る場合、多少の大小は無関係で、差はわずか1m程度、せいぜい1.5mである。透視像を明瞭に識別するためには必要な暗順応のために長時間を要するため、遮光透視板は熱と強い光のため特に不快である。筆者の経験上、X線透視はX線写真用の暗室で行うべきである。

適当な部屋がない場合は、暗室を作る必要があるが、これは非常に簡単で、必要なのは内側を黒く塗った板だけで、これをパテでつなげば良い。快適な作業のためには、寸法は余裕をもたせるとよい。Yildiz病院の暗室は、もともと眼科検査用で、縦2m、横1.5mであった。これは狭すぎ、3.5×2.5mを推奨する。X線室と暗室を組合させて場所を節約することを考えれば、この寸法は決して過剰ではない。設備について言えば、通常の写真暗室のように、スライド式の厚いカーテンを扉の後ろに吊るす。扉は、患者を載せる架台を充分出し入れできる程度に広い必要がある。複雑な架台は不要で、簡単な、長さ180-190cm、幅30cm、高さ60-65cmのできるだけしっかりした足のついた木製のベッドがあれば良い。さらに椅子、異なるサイズの砂嚢が必要で、さらにできれば手や腕をのせるやや高めの小さな机があると良い。これらの什器はいずれも容易に製作できる。装置の各パーツを状況に応じて使いやすく配置できるように、通常の銅線でよいので充分な量の電線を用意する。例えば筆者は、場所を節約するために外部において蓄電池のほかに、暑い部屋に入らなくても良いように配電盤も外に配置した。

写真機材はほとんど場所をとらない。ランプ(X線検査時にはカーテンとともに照明用にも使用する)を載せるための小さなコーナーボード、折りたたんでテーブルとして使える蝶番のついた木製板、化学薬品を入れるための壁棚、その後端に断続機を用意する。必要なものはこれが全てである。戦時の写真機材、特に化学薬品はできる限り簡単なものを選択すべきである。筆者はもっぱらアミドール[訳注: 現像液]を使用しておりこれに満足している。これは、たいへんな高温にも耐え、処理は簡単かつ時間もとらない。薬品保存の問題は、アミドールと硫酸ナトリウムを使用するこ

とで解決できた。これらは2-3週間使用可能で、水で5倍稀釀すれば使用できる。さらに臭化カリウム、定着液を使用し、化学薬品は既製の定浴を除けば計4種類である*。グリシンも、その簡便性と耐久性から現像液として推奨できる。初期には水の不足、水の純度不良により多くの乾板が損なわれて苦労したが、最終的には病院にあったパストールフィルターを利用した。多少の汚れのもとにはなるが、乾板のアルコール乾燥も推奨される。戦時病院では、多くの大きな乾板を時間をかけて処理できる静かな防塵環境の部屋を確保できないことに加えて、アルコールによる急速乾燥は、緊急症例でもすぐに写真を手にできる利点がある。未使用の乾板はもちろんX線装置から離れた場所で、かつ容易に届く場所に保管する。ボール紙の箱ではなく、半ダースずつブリキの箱に入れて、それぞれ紙に包んである乾板は、いつでも直ちに使用できる。この利点は、特に戦地では大きな利点である。このため筆者は、多少の欠点には目をつぶってでも常にこれを利用した。個別包装の乾板の欠点は、長期間保存しておくと次第にかぶりを生ずることで、これは専門家も認めているところであるが、これには高温の影響もあるものと思われる。もう一つ不便なところは、紙の不整、特に感光面側のラベルが、露光時間が短いと見えてしまうことであるが、容易に解決できる。東洋では、紙に個別に包装された乾板は、皮膚の湿気の影響を非常に強く受けるので、常にゲッタペルカの防水紙で覆う必要がある。長時間露光、高度に化膿した創傷では、防水紙を二重にしないと、汗や傷の滲出物が紡錘面に溜まることがある。このような場合は、乾板を動かすときに注意しないと、防水紙が体表に貼り付いて、液体が乾板上にこぼれることがある。X線検査の対象となる傷が化膿していることが多い戦場では、乾板をゴム製の袋に入れて撮影することが実際的であろう。

露光時間その他の重要な点については、ここでは述べないが、多くの例で充分長い露光時間をかけられなかつたことを述べておきたい。例えば、頭頸部の銃創では、苦痛が非常に強いため、仰臥位あるいは側臥位を数分でも保持することは難しかった。この点について最悪の症例は骨盤銃創で、ひどい褥創と高度の拘縮で、ほとんど触れることもできない状態の悪い患者も送られてきた。このような例の多くでは、銃弾が単に遺残しているだけであるが、どんなに慎重にポジショニングしても患者の苦痛があまりに強かったり、あるいは股関節の拘縮が強くX線管球を適切な位置に置くことができないために、撮影に失敗したり、あるいは撮影できなかつたりした。このような場合、我々はまだ使用したことがないが、露光時間を1/5に短縮できる「増

* 東洋では、写真的調色は難しく、高温期にはどんなに注意しても写真が黄変する。経験豊富な写真専門家は、これは熱によるものであるとして、定着液に氷冷剤の使用を推奨している

「強蛍光板」の利用が推奨される。銃弾が遺残し、骨が頑丈であれば、画質の詳細はあまり問題にならない。

最も多用したのはX線透視で、X線撮影の件数をはるかに凌ぐものであった。例えば、骨折のほとんどは、少なくとも外科治療を必要とするものは、X線透視を行った。損傷に関する情報、骨折の性状や範囲、弾片の有無を最も簡単に知ることができ、そのまま手術計画を立てることができるのである。さらに感染銃創では、感染のひろがりが広範なため、触診しても分からず、骨折を診断したり確実に否定することができない例が多かった。このような症例は外科手術が必要な場合が多く、透視で外傷の状態を明確できることは非常に有用であった。透視の大きな利点は、あらゆる方向から観察できることで、これは遺残銃弾の局在決定に非常に重要な理由である。戦地では、写真乾板は節約しなくてはならない。X線透視で興味症例と考えられる骨折のみ撮影し、各症例の銃弾の局在決定にも多数の乾板を使用することはできず、透視を補助的に使う必要がある。

遺残銃弾については常にこの方法により、あらゆる方向から正確に検査することができ、最も良いアプローチは何か、どちら側に骨があるなどを正確に知ることができた。その後、銃弾の位置が最も良くわかる部位でX線撮影を行った。また写真上に、計測の始点となるような構造を常に含めれば、オリエンテーションをつけることが容易になる。例えば、大腿上部の中ほどにある銃弾の場合、病変部の骨幹だけでなく膝関節も写真に含めることで、銃弾の位置をより正確に計測できる。透視下に、深部の圧迫によって銃弾が移動する所見があれば、X線写真(Actinogram¹⁾)は不要であることも稀ではない。この位置を、(暗室には常に備えておくべき)硝酸銀鉛筆でマークし、そこから手術する。このような例では深部に、以前には気づかなかったような、硝酸銀マーカーなしでは再同定困難な、不明瞭な抵抗として銃弾をふれることが多い。以下に示す症例9, 11, 20は、このような方法で手術したものである。

特に手術症例では、症例毎にX線透視だけを行ったのか、X線撮影を行ったのかを正確に記録しておくことが非常に重要である。さもないと大きな混乱のもとなる。戦時の大いな前線病院では症例数が多いため、個々の症例を丹念にみてはいられないで、正確な記録がなければ区別できないものである。そこで筆者は常に、患者の氏名、出身地、年齢、所属部隊、病棟番号、ベッド番号を記録し、その下にメモを書くようにして

いるが、特に透視所見の記録は重要である。各症例には透視番号と標題を付して、わかりやすく整理し、必要に応じてただちに正しい情報が得られるようにした。X線写真を撮影した場合は、ただちに患者名、番号を乾板に刻印した。当然のことながら、症例の取り違えは大きな問題となるので、この点については非常に綿密である必要がある。特にトルコでは、同じファーストネームが非常に多いので、取り違えが起こりやすい。実際的な留意点はこれで充分であろう。X線検査を行った症例の大部分は遺残銃弾と骨折であったが、神経系の損傷でも重要であることがわかった²⁾。

著者は、膿瘍などの貯溜膿に対応する明らかな広範な陰影をしばしば認めたが、恒常的なものではなかった。

膿の診断法は一般的な方法で充分であるが、X線写真が有用な場合もある。例えば、外傷性動脈瘤と拍動性膿瘍の鑑別である。しかし、大きな動脈瘤も大きな膿瘍も、短時間露光では同じような陰影を作ることも、あるいは作らないこともあるので、両者の鑑別診断には役立たない。脳膿瘍では、実験の示すところでは予想通りX線検査ではなんら所見が得られなかった。2例の脳膿瘍例では、状態が悪くX線検査を施行出来なかつた。

個々の症例の記述に移る前に、研究に協力いただいた下記の方々に謝意を表するものである。特に以下の方々のお名前を挙げる。兵站病院主任医師 Dr. Rachid Paella, 手術主任 Dr. Djeanil Pacha, 著者の助手 Dr. Vahid Bey. 特に助手 Dr. Vahid Beyには、特に負傷者の治療にあたっては不斷の熱意をもって奉仕されたことに深謝する。X線検査を行った症例は、Yildiz 病院および、オーストリア人の同僚 Dr. Baylon, Dr. Irtlが診療に当たっていたGumuche Sonyou 病院(Silverwasser)の症例である。

下記の症例の手術の大部分は、ドイツ従軍医 Professor Nasse, Dr. Fessler, および著者が行ったものであり、その他はYildiz 病院の術者、特に Dr. Djemil Pachaによるものである。

遺残銃弾

弾片の1例を除いて、体内に遺残した銃弾はすべてグラス銃の軟らかい鉛銃弾で、10.9mm口径、質量25gであった。いずれの症例でもX線検査は期待に違わず、X線なしで発見できた症例も多いが、X線により発見が容易になり、あるいはX線によってのみ可能となったものもある。特に最初の2症例の重傷頸部銃創はこれに相当する。

[訳注：個々の症例の訳出は省略]

1. 頸部銃創
2. 頸部銃創(図2)

¹⁾ 訳注。本稿ではX線写真をしばしばActinogramと記載している。これは初期に使われた用語で、ギリシア語で光線を表わすatino-に由来する [Schubert H. On the nature of Roentgen's rays. The Monist. 6:324-36, 1896]

²⁾ X線が化膿の診断に役立つ例は、非常に限られている。

3. 胸部銃創
4. 胸部銃創, 膿瘍疑い.
5. 腰部銃創
6. 背部銃創, 銃弾が便に排泄.
7. 骨盤銃創, 跳弾
8. 臀部銃創, 重傷膿瘍.
9. 臀部銃創
10. 骨で反跳した大腿軟部銃創
11. 大腿軟部銃創
12. 大腿骨粉碎銃創
13. 大腿軟部の榴弾創
14. 大腿軟部の異物
15. 下腿銃創, 跳弾

以上はいずれもX線により発見された銃弾が、化膿性あるいは非化膿性に、主として軟部組織を損傷しているもので、特定の臓器には重傷を見ない例であるが、以下には銃弾の有無にかかわらずX線によって重傷な二次損傷が認められた例を示す。記録を見直したところ、今まで気づかなかつたが、中枢神経系および末梢神経系の損傷がX線検査の対象となった例が非常に多いことが判明した。遺残銃弾の有無によらず骨損傷の評価例よりも多かった。

神経系外傷

最初に脳、脊髄の症例をいくつか供覧する。一般に、頭蓋銃創はX線検査の適応にならない。大部分の例で顔面頭蓋の損傷があり、しばしば眼球も損傷していた。これらの症例の外科治療では、経路は通常明瞭であったためX線撮影は不要であった。重傷脳損傷例は、戦場、輸送中、あるいは野戦病院で死亡するので、後方病院に到達するのは稀である。遺残銃弾を伴う2例の脳膿瘍例は状態が悪く、長時間の撮影は不可能であった。重傷脳損傷の1例では撮影の機会があり、遺残銃弾を証明できた。

[訳注：個々の症例の訳出は省略]

16. 脳銃創、片麻痺(図3)
17. 胸髄横断、遺残銃弾
18. 腰髄挫傷、遺残銃弾
19. 上腕銃創、橈骨神経麻痺
20. 肩銃創、腕神経叢痛
21. 上腕銃創、正中神経腫

骨損傷

予想通り、X線検査の多くは、遺残銃弾を伴うあるいは伴わない、銃創骨折であった。異物のほかには、そもそも骨変化はX線検査に最も馴染むものである。さらに銃創骨折は戦陣外科においては頻度が高く、重要性が大きいことに加えて、理論的な興味も伴うものである。経験した症例のX線所見をより良く理解するた

めに、銃創骨折にともなうしばしば複雑な状況におけるX線の役割を簡単に要約する。

X線写真を手術所見、特に標本と比較すると、X線写真は骨損傷の範囲と程度の判断に役立ち、症例によつては理論的には詳細が多少失われているとしても、治療法の手がかりとなりうることが判明した。骨片の軟部組織との関係が明瞭となり、直近弾の場合は、骨幹が破壊されて生じた非常に小さい骨片が軟部組織内に散乱している様子が分かる。出射口の破碎腔は、適当な体位をとることによって観察できる。新鮮症例では、非常に細かい骨片でも明瞭に見えるが、受傷から長時間を経た銃創骨折は化膿が加わることが多いため、詳細を知ることはできない。粉碎巣はびまん性陰影として認められ、通常骨側に底辺をおいて出射口に向けて細くなる三角形となり、重症度と四肢の太さによって異なるが、出射口の手前あるいは出射口内に終わる。腔内より大きな骨片は、暗く多少不明瞭であっても、充分明瞭な陰影として認められる(症例22, 23, 33, 41、図6, 8)。骨片が破碎腔を作らずに、単に軟部にある場合は、より孤立性の明瞭な陰影として認められる(症例25、図4)。骨膜はX線写真ではもちろん見えないが、骨片と骨膜の関係についてもある程度確実に知ることができる。大きく転位した小骨片を見る場合は、骨膜との連続はないと考えられる(一次骨片)。これと異なり、より大きな骨片が骨折部位の上方あるいは下方に転位し、もとの骨の輪郭に一致しており、必ずしも狭い間隙がない場合は、なお部分的に骨膜に連続していると推測される。骨折部位から近位あるいは遠位に走る細い亀裂線は、亀裂のようにみえるが骨折線で、これが接する骨は骨片であるが、なお全面で骨膜に連続している。このような骨片は、手術でも骨膜を削って初めて明らかになることが多い。X線写真では、このような線は、特に斜断面が互いに密接している場合は、亀裂線としても見えない。このような例では、X線は乾板に影をつくるような間隙を通過しないので、亀裂線をつくることもない。

このことから、X線写真では破断部位の長さを確実に知ることはできず、細い亀裂線をみたら、破断があるものと考える必要がある。もちろん実際には、全方向が骨膜で支持されている骨片は外科適応がないので、臨床的な意義には乏しい。例えば接線銃創による横骨折あるいは斜骨折でも、骨膜が保たれている場合は、転位がなければ、骨の全幅を横走あるいは斜走する不明瞭なギザギザの線が認められることで認識できる(図9)。しかし、このような骨折は、骨折面が非常に正確に骨膜によって保たれている場合は、おそらくX線写真では見えないと考えられる。一般にこのような、確実な骨膜下骨折は上肢にのみ認められる。これは、下肢の場合骨膜が体重や、転倒、起立時の運動に耐えられないであろうことを考えると妥当と思われる。骨幹

銃創において、完全な直撃銃創か、擦過銃創かを X 線写真から知ることはできない。これは、深部の擦過銃創では粉碎が非常に広範で、写真では直撃により骨が完全に粉碎したように見えるからである。骨端銃創の場合は、この区別がしばしば可能である。

治療の上で重要なことは、最新の装置を使用すれば、非常に小さい場合を除いて腐骨と新鮮骨を確実に区別できることである*。

X 線写真上、弾片と骨片は思うほど確実には区別できない。金属片が非常に薄い場合、あるいは乾板から遠い場合、骨片が厚い場合、あるいは乾板に近い場合は、区別が難しくなる可能性がある。例えば症例 23, 37 では、弾片と思われた暗い陰影は、骨片であった。このような疑問例では、非常に不確実とは言え、最も良い鑑別点は異物の形状である。しかし弾片と骨片の鑑別が難しいのは例外的な事例で、通常は明瞭である。

明らかな触診できる仮骨は、大部分の例で見えない。受傷 70 日後の 1 症例でのみ、細い囲みが明瞭に認められた（症例 30、図 7）。その他の症例では、これまで見えた例はない（症例 24）。

銃創の X 線検査例は非常に多いが、大部分は透視のみで、特に興味深い所見がある場合のみ撮影した。

長管骨の骨幹骨折の中で、多くの高度粉碎骨折を先ず検討する。上腕骨 3 例、脛骨 2 例の複雑骨折をまず記載する。

[訳注：個々の症例の訳出は省略]

22. 上腕骨幹の粉碎骨折（図 6）
23. 上腕骨幹の粉碎擦過銃創
24. 上腕骨幹の粉碎骨折、銃弾片遺残
25. 脛骨の粉碎骨折（図 4）
26. 脛骨の粉碎骨折
27. 大腿骨接線銃創、大腿軟部の遺残銃弾
28. 橋骨横骨折、骨片壊死
29. 前腕遺残銃弾、尺骨横骨折（図 5）
30. 大腿骨折、不全治癒、遺残銃弾片（図 7）
31. 中手骨 3 本の擦過銃創、広範な粉碎（図 8）
32. 示指基節骨と第 3 中手骨の粉碎骨折、遺残銃弾
33. 両腕骨骨幹端の粉碎骨折
34. 尺骨骨幹端の斜骨折、前腕軟部の遺残銃弾（図 9）
35. 脛骨骨幹端内部の遺残銃弾（図 10）
36. 外果の擦過銃創、関節開大と不連続を伴わない、遺残銃創（図 11）
37. 橋骨頸の擦過銃創
38. 膝銃創、大腿骨下部骨端の遺残銃弾（図 12）
39. 膝銃創、大腿骨外側顆の粉碎骨折

40. 足関節の遺残銃弾

41. 肘関節銃創、広範な粉碎、化膿、遺残銃弾

要約

X 線検査は、遺残銃弾の同定に大きな役割を果たした。その全体的な精度のため、銃弾摘出術が非常に容易なものとなった。化膿のために銃弾摘出が必要な場合も多かったが、この場合は通常 X 線なしで容易に銃弾を発見できた。しかし X 線撮影、X 線透視によって銃弾の位置を知ることにより、摘出ははるかに容易になり、全く異なる方法で適切にアプローチできた。化膿のため緊急に銃弾摘出術が必要となる場合も稀ではないが、銃弾が銃創から非常に遠い場合がある。このような場合、X 線は特に有用である。銃弾の位置がわからないと非常に大きく開創する必要があり、これは化膿創では有害であるが、X 線像に従って長い銃創を辿ることにより銃弾にまっすぐアプローチできるからである。症例 29（図 5）では、銃弾が深く肘関節にまで達し、骨間靭帯に沿って手関節近傍まで連続していた。この場合、化膿した銃創管に沿って前腕軟部織を上から下まで全層にわたって切開する必要があった。

銃創が、化膿は伴っていないが、銃創管の瘢痕のために症状がいろいろある場合は、あらゆる治療法を試み、特に磁気針も使用することがある。この場合も、X 線は非常に価値があり、X 線なしにはこのような銃弾の発見、摘出は不可能である。X 線により銃弾摘出は容易になるが、それにより手術が簡単になったわけではなく、X 線を使ってなお銃弾摘出が難しい例がいくつかあった。初期の戦争（ギリシアートルコ戦争）における銃弾摘出の意義は、小口径、鋼製ジャケット弾が使用され、著しい貫通力のため遺残の頻度が減る今後の戦争ではもはや失われる可能性がある。しかしこれは、必ずしも正しくない。遠距離、たとえば 1600m から発射すれば、鋼製ジャケット弾であっても体内に遺残することがある。

我々は X 線により銃弾の位置を正確に決定する手段を手にしたが、これにより銃弾摘出の適応が以前より拡大したわけではない。体内にあって症状を来たさない銃弾はそのままとして、外科的侵襲の程度とリスクに応じた症状がある場合のみ手術を行う。

神経系損傷は多いものではないが、多くは高度、重傷であり、その評価、治療にも X 線は有用である。中枢神経系を巻込む銃創では、その性状に関する情報を X 線で得ることができる。例えば、高度の麻痺が転位した骨片や銃弾の圧迫によるものか、手術による結果が期待できるかを X 線写真から知ることができる（症例 16, 17, 18）。X 線は、臨床所見だけに頼るよりも正確に手術部位を示すことができる。もちろん全ての外傷と同じく、特に中枢神経系の場合は、X 線所見だけでなく臨床像を最大限に考慮する必要があることは言

* ちなみに本年の自然学者会議で、Halle の Wullstein は、非常に小さな骨髓炎の腐骨も X 線で常に証明できたと報告した。

うまでもないが、両者併用することにより、従前には明確な情報を得ることができる。末梢神経系損傷については、特に銃弾や骨片による神経痛が多く、X線がすぐに役に立つことがある。末梢神経麻痺の場合も、症例19のようにX線は予後、治療法についての示唆を与えることができる。骨銃創例では、X線検査の科学的価値が重要である。特にほとんど知られていない新しい銃弾による外傷では、von BrunsによるMauser銃の発射実験のように（前掲書19巻2号）、X線によりその効果に関する情報が得られるであろう。銃創骨折のX線像の所見については、前掲書に詳述されている（194-197頁）されているので、ここではX線により実際的というよりも理論的に細部は失われるが骨損傷の性状を知ることができることを指摘するにとどめておく。いずれの症例でも、予後に関する情報も得られる。銃創骨折の治療については、いくつかの症例で治療上重要な情報が得られた。X線により、破碎腔の最良の治療について示唆が得られた（症例26, 41）。感染創では触診が難しいが、X線によって骨折の有無、粉碎の有無を知ることができる。手術が必要な場合は、粉碎骨片を最も容易に摘出できる位置を知ることができる。腐骨と新鮮骨を鑑別できることも治療上重要であるが、腐骨の溶解の有無については必ずしも判断できない。銃創骨折後に潰瘍や瘻孔が年余にわたって続く手術後遺症の症例についても、将来的には減少できると思いたい。X線により腐骨や遺残銃弾も確実に知ることができ、これらの治療も将来はずっと容易になるであろう。新しい小口径銃弾による実験的な創傷と、我々が経験した実際の銃創をX線検査で比較することを推奨する。特に骨外傷は最も良い対象である。しかし残念ながら、このような比較は難しい。異なる方向から銃撃される兵士の申告は非常に信頼性が低く、多くは間違っており、また銃創の性状も様々で多くは非常に軽症であり、粗悪な銃弾、低推進力火薬など様々な火薬が使用されていたと思われるためである。

最後に重要な問題について考える必要がある。X線検査は今後の戦役においても、前線で大きな役割を担い、外科的補助手段として必要とされるのか、そしてその場合、どのような病院にX線装置を配備するべきか、という問題である。最初の点については、我々の3ヶ月におよぶ1000床以上の病院における経験に照らして、肯定せざるを得ない。二番目については、野戦病院ではなく、後方病院にのみX線の使用を考慮すべきであるという結論に達している。移動野戦病院では、このような梱包困難な大がかりな装置を置くことが難しいことは言うまでもなく、また野戦病院の症例はX線検査の適応にならない。同様のことは、野戦病院のかわりに設けられる前線病院でも同様である。前線の外科医が、「ポケットを摘出銃弾で膨らませる」ことを

誇る時代は終りを告げている。傷病者が大量に発生するであろう未来の戦場では、貴重な時間を難しい銃弾摘出術に無駄に割くことなく、最も緊急な治療を要する例に使うべきである。しかし我々が良い成績をおさめたX線症例は、野戦病院の症例ではない。我々は直ちに四肢切断が必要な患者にはX線撮影を行わなかったからである。X線検査は、より緊急性が低い、後方病院の症例により適している。また野戦病院でのX線装置の使用は、時間、設備、電力、場所などがあらゆるもののが不足していることからほとんど不可能である。このような病院で、大きなX線乾板を喧騒の中で落ち着いて現像、処理することは想像できない。しかし後方病院では全く異なり、平時と同じような条件で、時間も場所もあり、適切な電力もあり、X線検査が確実な適応となる外傷例を治療すべき場所である。

戦時中の我々の経験から得られる結論は、我々が手にしたX線は、前線の特定の症例に有意義なものであり、傷病者はこれを無条件に利用する権利があるということである。この意味で、X線は後方病院では不可欠なものである。将来、軍陣外科におけるX線の重要性はさらに増大するであろう。機器のたゆまざる改良により問題は軽減し、X線写真の適応は確実に増加すると思われる。

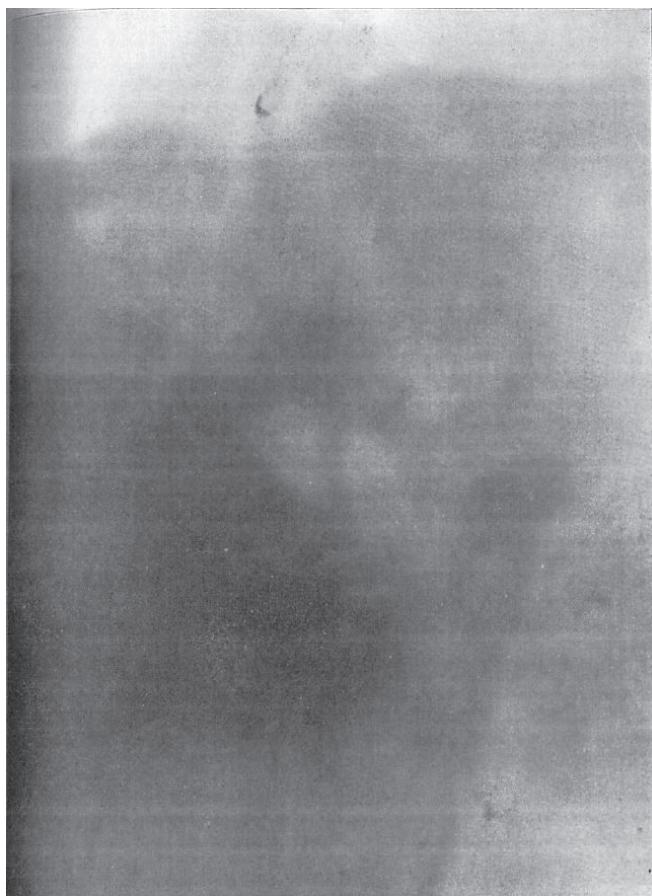


図2. 症例2. 頸部銃創. 変形したグラース弾が、第2, 第3頸椎の前に認められる。

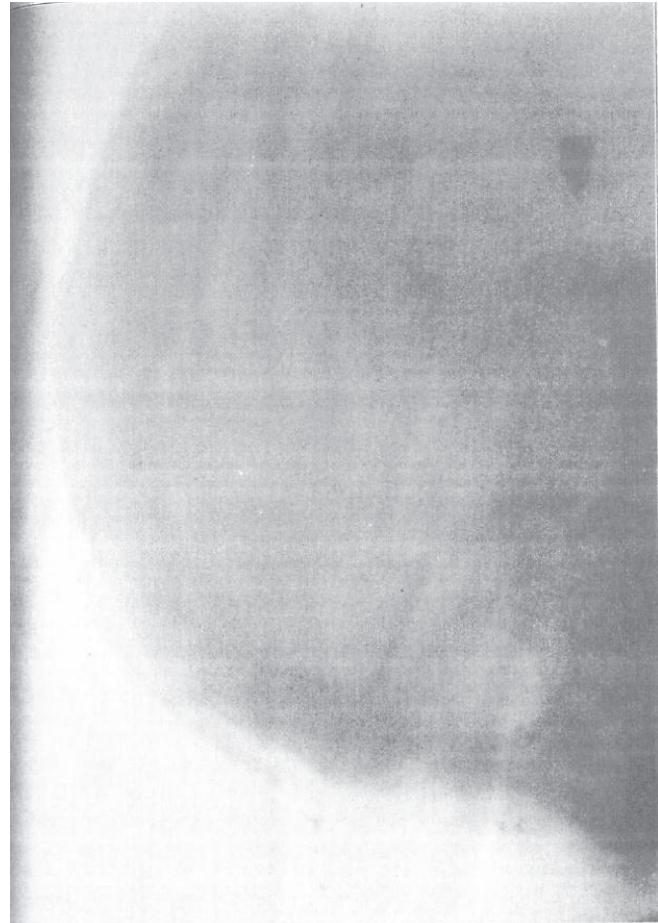


図3. 症例16. 脳内の弾片. 入射口の輪郭が、前頭骨の間隙として認められる。

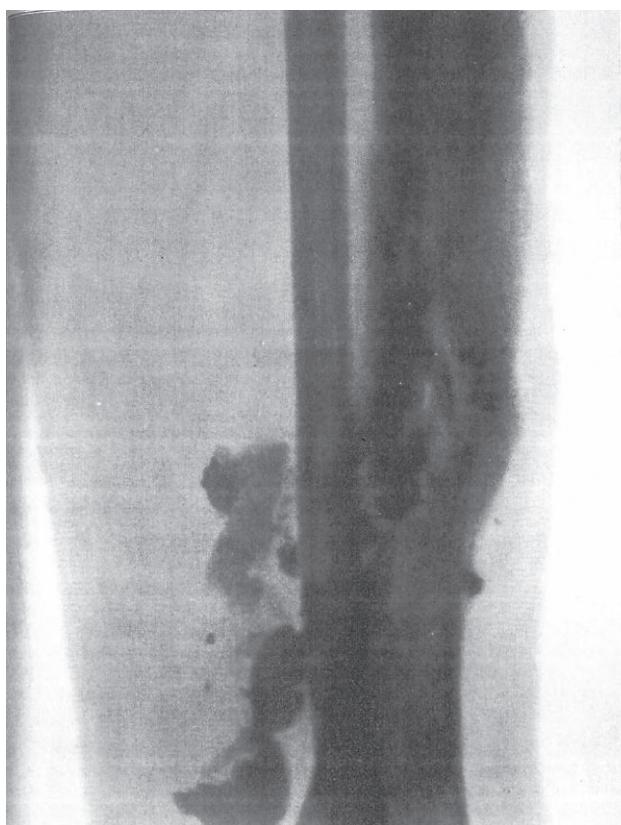


図4. 症例25. 脛骨骨幹骨折. 遺残銃弾. 銃弾は大きな2つの弾片と、多数の小弾片に分裂し、一部は骨内に、一部は射出創内に認められる。いくつかの骨片も射出創内に散逸しているが、明らかな破碎腔はない。

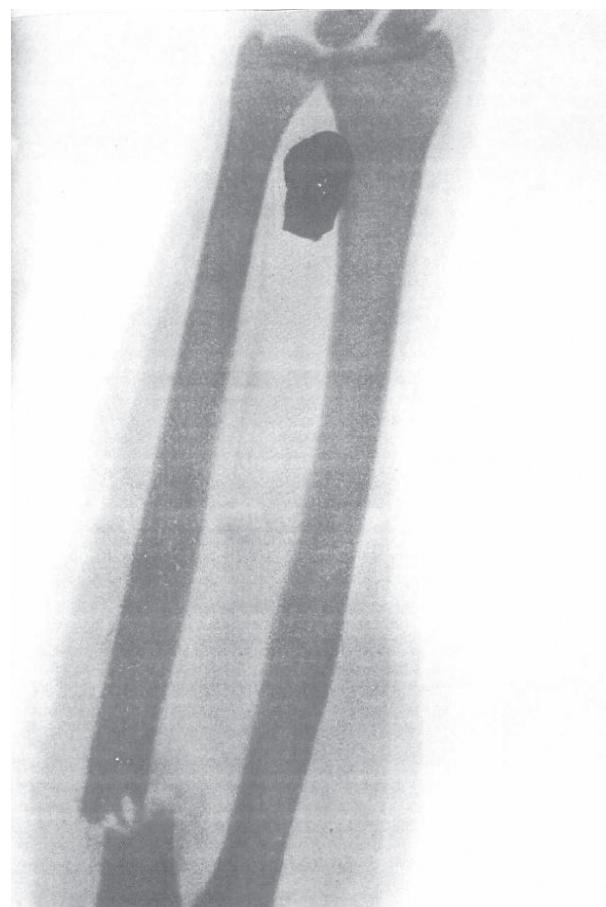


図5. 症例29. 前腕の銃弾. 尺骨横骨折. 撃側を貫通した銃弾は、尺骨に斜めに衝突して横骨折を形成し、衝撃により変向して、前腕長3/4のところで骨間靭帯に沿って走り、鉛の線条痕跡を残し手関節近傍に遺残している。

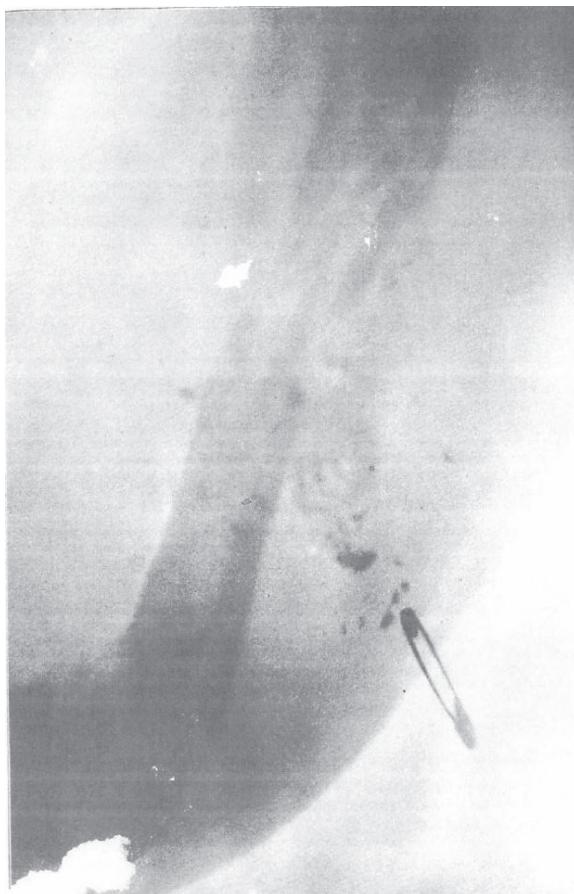


図6. 症例22. 上腕骨骨幹の粉碎骨折. 骨は広範に粉碎され, 骨折線は特に近位側で粉碎骨内まで達している. 鉛と骨片を含む大きな粉碎腔が射出創に認められる. 粉碎腔は骨内で最も広く, ドレーン針が挿入されている射出口に向けて円錐状に狭まっている.

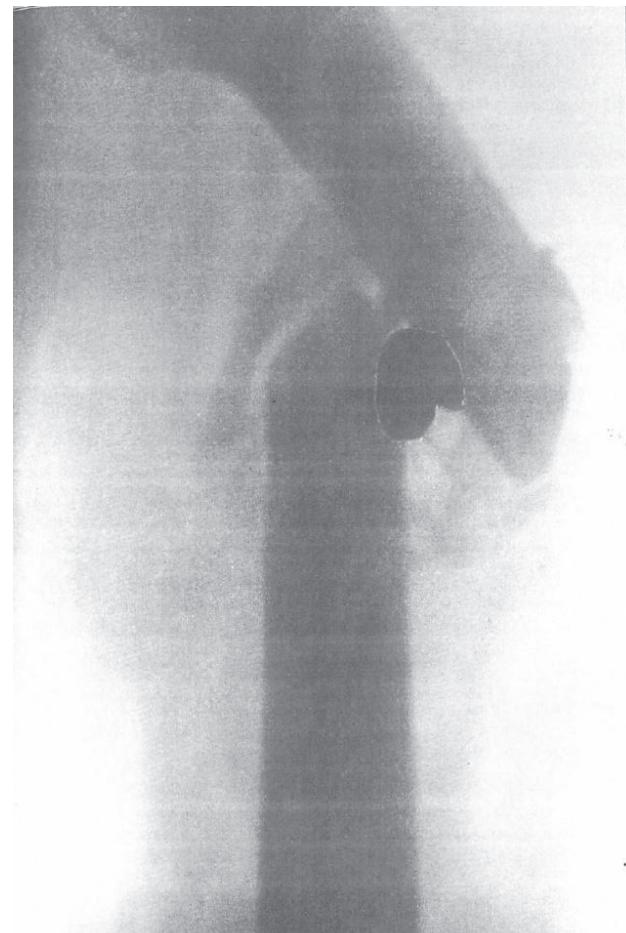


図7. 症例30. 大腿骨斜骨折の不全治癒, 遺残弾片. 重畠している骨片は, 明瞭な偽骨で保持されている. 弾片は2つの骨折端の間に挟まれ, 偽骨の表面に接して扁平化している.



図8. 前腕両骨の骨幹端骨折. 骨間に粉碎腔が三角形の陰影として見える. 橈骨の骨折部位に数多くの小さな鉛粒が認められる.



図9. 症例34. 尺骨骨幹端の斜骨折. 前腕軟部織に弾片. 弾片は尺骨を擦り, おそらく骨膜下斜骨折を来たし, 粉碎した. 弾片の一部は貫通し, 残りは軟部に残存し, 軌跡上に鉛粒を残している.

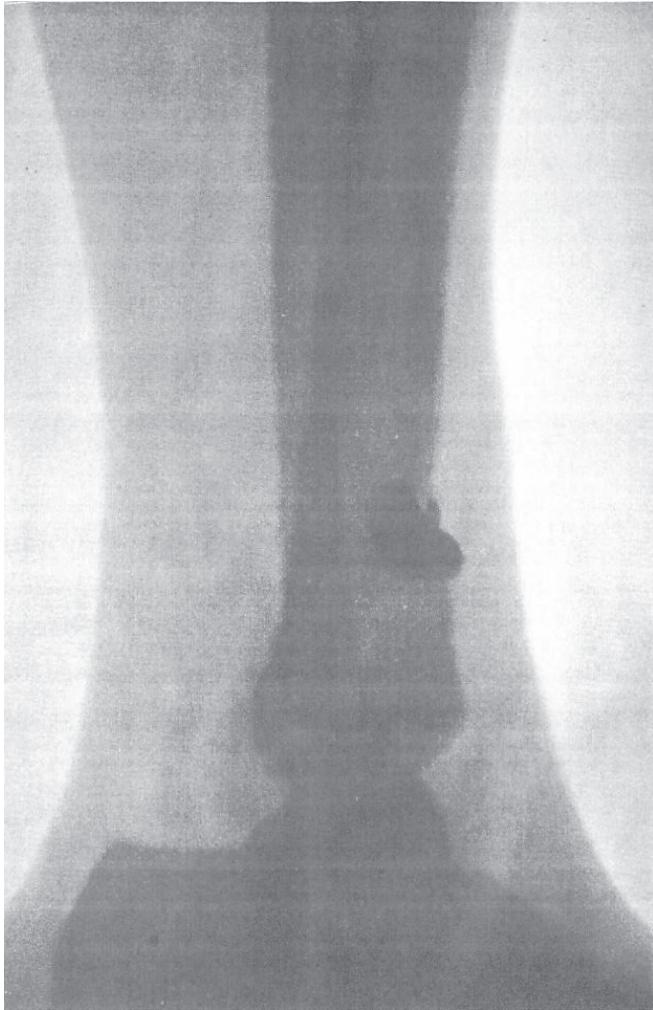


図 10. 症例 35. 膝骨骨幹端の銃弾. 非常に良性の損傷は、跳弾あるいは直撃弾により作られたもの. 骨は破断せずに圧迫されたようにみえる.

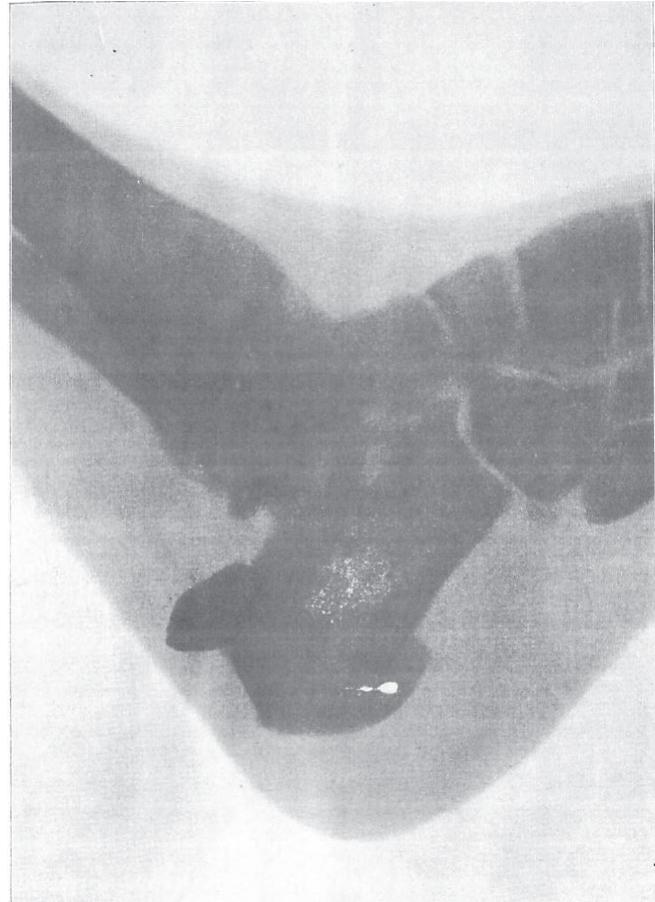


図 11. 症例 36. 外果の擦過銃創. 関節の開大はなく連続性も保たれている. 銃弾は踵骨の背側, 皮下に位置する. 骨前縁の射入口からの銃弾の軌跡が鉛粒でマーキングされている. 銃弾は前上方から後下方に向けて走り, 外果に溝を掘り, 後方に変向し, 跖骨に衝突して先端が扁平化したものである. 外果から撃ち抜かれた骨片が明瞭に認められる.



図 12. 症例 38. 膝の銃創. 大腿骨下部骨端に銃弾. 膝蓋骨から大腿骨骨端にいたる銃弾の軌跡が, 鉛粒によりマーキングされている. 著しく変形した銃弾が, 大腿骨外側顆と骨幹の移行部の皮質下に認められる. 銃弾は皮質を貫通できず, 細長い骨片を作るにとどまった.