

## 戦争におけるレントゲン線の利用

### *The working of the roentgen ray in warfare*

Beevor WC. Royal United Services Institution Journal. 42:248, 1152-70, 1898

最近の外科学における最も興味深い新知見は、おそらく人体内の状態を目視的に検査して、組織内に偶発的に侵入した異物の位置、大きさなどを知ることができ、また損傷した骨、関節、臓器の状態を知ることができるようにになったことでしょう。世界中が、特に外科医が計り知れないほど恩恵を被っている彼のレントゲン教授が、控えめに命名したこの驚くべきX線については、皆さんも何らかの形で御存知でしょう。

本講演の目的は、この不思議なX線を軍陣外科学で活用した自らの経験を述べることであり、多くの職務上の友人幅広い厚情を通じて、先のインドでの戦役におけるその応用結果をお伝えすることができるでしょう。また戦地と近隣の病院で負傷兵の手当をした経験から、X線発生装置に加えるべき改良点についても提案できることと思います。そして謙虚に皆様の御批判を受け止め、これを科学の進歩の足掛かりとし、病める人々を癒やす新たな努力を加え、我々の技術がさらに進歩していることを明らかにし、陸軍大臣 Lansdowne 卿が最近の上院での演説で述べられた賞賛に値するべく精進し、現在に生きる我々外科医も先達と同じくアスクレピオスの神殿にたとえささやかでも足跡を残したいと思います。

この素晴らしいX線の知識を述べることが本講演の目的ではありません。その軍陣外科学における威力の最も興味深い結果をいくつか皆さんに御覧に入れたいだけです。そして専門外の方にも、専門家にも、この問題に关心をもっていただけるよう、技術的な面は必要最小限にして症例を供覧しようと思います。

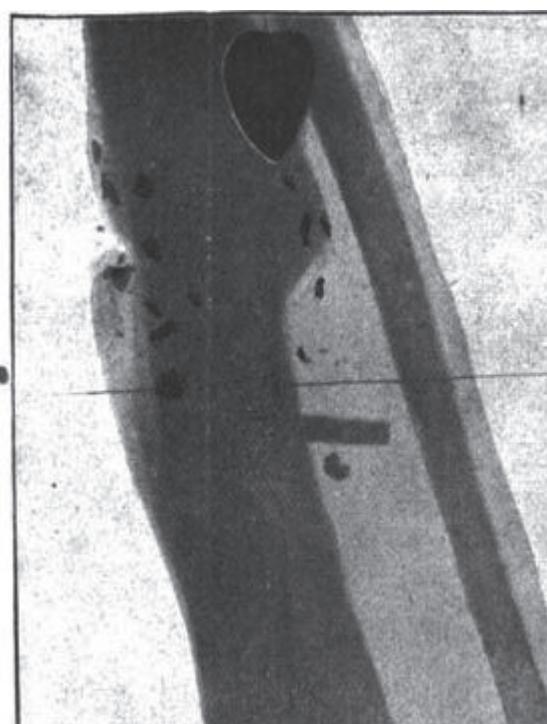
多くの皆様は、装置の詳細にはご興味がないと思いますので、技術的、機械的な問題に关心のない方にも見ていただけるよう、まず最前線での写真を御覧にいれて簡単な説明に留めたいと思います。

スライドで、前線で撮影した症例をいくつか御覧に入れます。まず最初のスライドです。

#### 症例 I

これは膝関節の写真です。大腿骨の下縁、下腿の2本の骨の上縁がうつっています。膝蓋骨の一部も見えていますが全体は写っていません。この患者は、大腿を撃たれ、弾丸は明らかに大腿骨下縁に当たって、新たな方向に反跳しています。この症例で注目すべきは、探触子は容易に骨に達しましたが弾丸は発見されず、

X線では膝窩の皮下約半インチの位置にあったことです。さらに興味深いことは、軟らかい鉛製の弾丸が、骨に当たると扁平化することです。この写真で、軟らかい鉛の弾が骨に当たり、変形して、骨側の面が扁平化していることがわかります。この厄介者が、我々の指先からわずか半インチの場所で我々を嘲笑って見ていたことへの悔しさをお察しください。



症例 I の写真は紛失。代わりに下腿骨の広範な骨折、Snider 弾の破断の例を示す。

#### 症例 II

この症例では、弾丸が大腿中央から膝関節の約2インチ下方まで貫通しています。写真は下腿上部で、弾丸は大腿の1/3の位置から進入し、そのまま消失しました。明らかにその周囲の大腿、膝関節の後方を損傷して、写真で見える位置に止まつたのでした。不整な輪郭から、跳弾であることがわかります。もう一つ興味深い点は、この患者が初めは弾丸摘出手術に同意しなかったことです。彼は現地のグルカ連隊のひとりで、ラワルピンディの後方病院に送られていたところを、1月に診察しました。1897年10月20日にダルガイで撃たれて以来臥床していました。ラワルピンディであらためて診察し、弾丸が約1インチ移動していることが分かりました。弾丸の鋭い辺縁のために痛みが強く、周囲の腱を刺激して歩けませんでした。しかし摘出後は急速に回復しました。

\* R.A.M. Corps, Surgeon-Major, 3rd Bn. Coldstream Guards (英國陸軍コールドストリーム歩兵連隊第3大隊軍医少佐)



#### 症例III

これは肘関節にとどまった弾丸の例です。写真には、上腕の下部、前腕の2本の骨の上部が写っています。この男は、上腕中ほどの内側を撃たれましたが、弾丸の痕跡はありませんでした。傷は良く治り、2カ月の療養休暇が与えられました。原隊復帰後、現地兵の彼は年金を申請しました。腕を完全に伸ばすことができず、写真のような角度にすると突然ロックするということでした。年金を得て帰郷、結婚しようと、必要以上に「憐れみを乞う」といると思われており、私が診察したのはほんの偶然のことでした。しかし、X線では関節面に Martini-Henry 弾がまるごと見えました。その正確な位置が分かっても触診では触れませんでした。肘関節の前面に皆さんどなたも触れるまるい腱があると思いますが、弾丸はこれに重なって、この時期には筋線維の中に埋もれていたため、触れなかつたのです。翌日これを摘出した軍医は、弾丸を絡まった線維組織と分離するのに半時間近くもかかったと言っていました。患者は「嘘つき」でないことが分かり、まもなく回復しました。



#### 症例IV

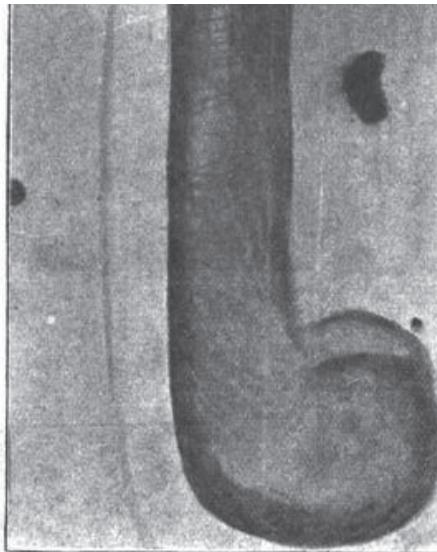
これは足の症例です。この症例の注目すべき点は、非常に小さな異物でも兵士の任務に支障を来たすことがあるという点です。小さな異物とは、この踵骨の突起の下にある小さな角張った黒い点です。径 1/4 インチ以下、三角形で、骨膜と呼ばれる神経や血管が豊富で敏感な骨の被膜に埋まり込んでいます。患者は軍曹で、有能な下士官です。足の上面を撃たれ、4個のワイヤと思われる小金属片が摘出されました。傷は直ぐに治りましたが、歩こうとすると鋭い刺すような痛みが足の裏側に走り、6週間歩こうとしましたが歩けませんでした。X線でこの原因が分かりました。翌日摘出し、急速に回復しました。踵の解剖を良くご存知ない方のために言うと、この部分を被っている組織は非常に高濃度の細胞組織なので、正確な局在決定を行なわないとこのような小さなものを見つけることはほとんど不可能なのです。



#### 症例V

これはやや難しい症例ですが、非常に興味深いものです。シーク族の兵士で、連隊の運搬用ラバを銃剣で勇敢に守備していた2名のうちの1名です。夜になり、河川敷で近距離から急襲されたものです。彼らは温かいコートを着用していました。質の悪いヤギ皮製で、表は毛足の長い毛皮で、裏はなめし革でした。ひとりは大腿、もうひとりは肘を打たれました。ふたりとも3日目に重症の敗血症の症状を呈し、何回か原因異物を除去しようと試みましたが、四肢の腫れが強く、創部から無数の創路が走って多くの痴皮組織が形成され、四肢を切断しなければ敗血症で死亡することは確実で、腐敗した組織の状態から見てそこまでやっても結果には疑問がある状態でした。しかしX線では、原

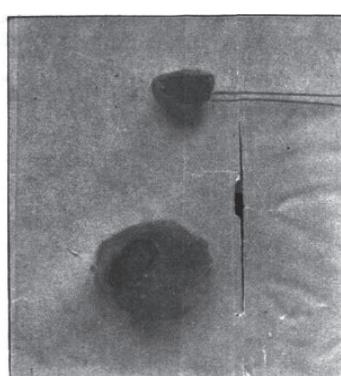
因異物が同定できました。これは大腿のもので、皮膚と毛の被膜内に弾丸が密に包まれているのが分かります。摘出時、いずれも非常に侵襲性が高いものでしたが、慎重な防腐治療の結果急速に回復しました。3ヵ月後、彼らの有名な司令官、グリストン砦 (Fort Gulistan) の Des Voeux 大佐から、彼らが任務に復帰したという朗報を聞きました。彼らは砦を勇敢に守備し、そのうちひとりの軍曹は、圧倒的な敵に対して 16 名の兵士で立ち向かい、敵の軍旗 3 本を奪取した精銳であったことから、その回復をことのほか喜んでいました。



大腿



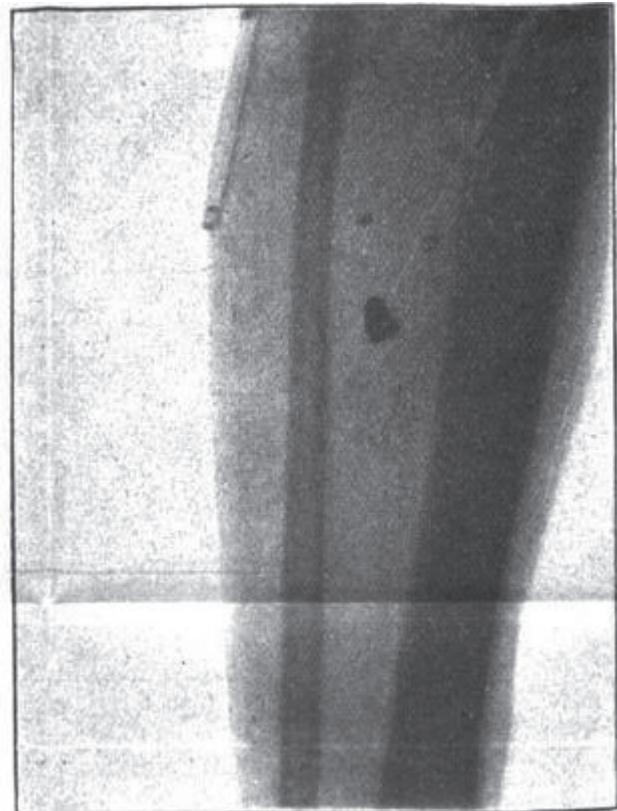
肘



摘出した弾と布地 (poshteen)

### 症例VI

この症例は外科学的な興味に加えて、かの勇猛なる Wodehouse 将軍の下肢であるという付加的な意味のある症例です。外科的な関心事は、骨だけでなく一般には「すじ」(gristle) と呼ぶような線維組織も、弾丸を割って、その表面から破片を剥離させることがあることがわかった点です。弾丸は、上 1/3 から下腿に進入し、斜め下に走って 2 本の骨の間隙を通過しています。この空間は厚い線維性の膜があるところですが、弾はこれを破り、膜によって 4 つの破片が分離し、これが膜に付着して同一面内に認められます。この症例でもうひとつ興味深い点は、このような不整な傷でも必ずしも強い痛みを伴わないことです。Wodehouse 将軍は長く臥床することなく、まだ傷が癒えない状態で騎馬でペシャワールまで連隊を率いて行きました。写真の上部に写っているのは安全ピンです。ついでながら、X 線を撮影するとき繩帯や副木を外す必要はありません。X 線はこのような物体は透過するからです。



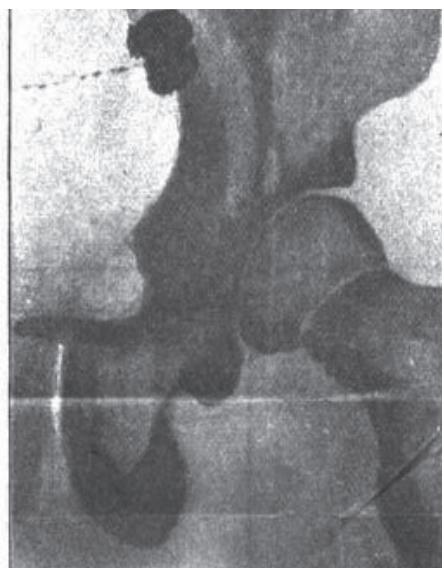
症例VII

これは外科学的に非常に有意義な症例です。これはダルガイで撃たれたゴードンハイランダー連隊の兵士です。弾丸は前方から腰部に入射し、背側に走って、骨盤の脊椎から外側に翼状にひろがる部分で扁平化しています。写真 A でこれを見ることができます。この写真は写真乾板を脊椎側に置いて撮影しており、骨を通して弾丸が見えます。外科学的な大きな意義は、この症例では何らかの理由で弾丸が貫通したと思われていたことです。何回も探索しましたが見つからず、探触子は背側に 6 1/2 インチも挿入できました。受傷約 3 カ月後にラワルピンディの後方病院でこの症例を最

初に診た時、患者は衰弱し、創部からは浸出が持続しており、骨盤腔内には膿瘍も疑われました。これによって骨盤から大腿につらなる筋肉が徐々に収縮し、大腿が硬直していました。この衰弱状況から、異物の摘出術がすぐに行なわれることはないと考えました。次にこの症例のことを聞いたのは、友人の Stevenson 教授をネトリーに訪ねて来ていた Dr. Mackenzie Davidson からでした。彼らは前方から X 線写真を撮影していました。これを御覧に入れます（写真 B）。これは最初の写真です。形は変わっていませんが位置が違います。明らかに骨の一部が弾丸の衝撃で破壊され、刺激も加わってその一部が脱落し、弾丸が解放されて写真 B の位置に落下したのです。そのひとつの証拠として、ラワルピンディでは背側に 6 1/2 インチまで進んだ探触子が、表面から約 3 インチまでしか届かなかったことです。Dr. Mackenzie Davidson は、Stevenson 教授から、手術のときに弾丸は腔内にころがっていたと聞いたということで、腐骨から膿瘍が生じ、これが背側に沈下して、解放された弾丸が膿瘍腔内に落ちたものと推測されます。



A



B

### 症例VIII, IX

これは奇妙な「バラバラ」像です。小さな骨でも、弾丸が多くの断片に割れることを示す症例です。シーク兵の手で、自らライフルを発射しようとした時に両手を撃たれました。シーク兵が狙いをつけているのをみたアフリディ兵が、同じようにしなければと思って先に引き金を引いたのでしょうか。弾丸はシーク兵のライフル銃身と平行に両手を貫通し、それぞれ中指の位置で止まりました。この写真は右側です。7 個の鉛片がありました。最初の撮影後にいくつか摘出し、これはその後で状態を確認するために撮った写真です。中指の骨がほとんど完全になくなり、指が反り返って、最も長い指が最も短くなっているのがわかります。X 線が傷の内部の状態を示し、治療にあたって指針となる良い例です。



症例VIII (症例IXは紛失)

### 症例X

この奇妙な写真は、弾丸が体内でいかに大きな損傷をひきおこすかを示す例です。これは現地人兵の股関節です。私が診察するだいぶ前に受傷し、巨大な仮骨が形成されました。その一部は不完全な骨で、このため他の部分ほど濃い陰影になっています。つまりここで注目すべきは、形成過程にある骨の写り方です。内下方に見えるまるいものは弾丸です。

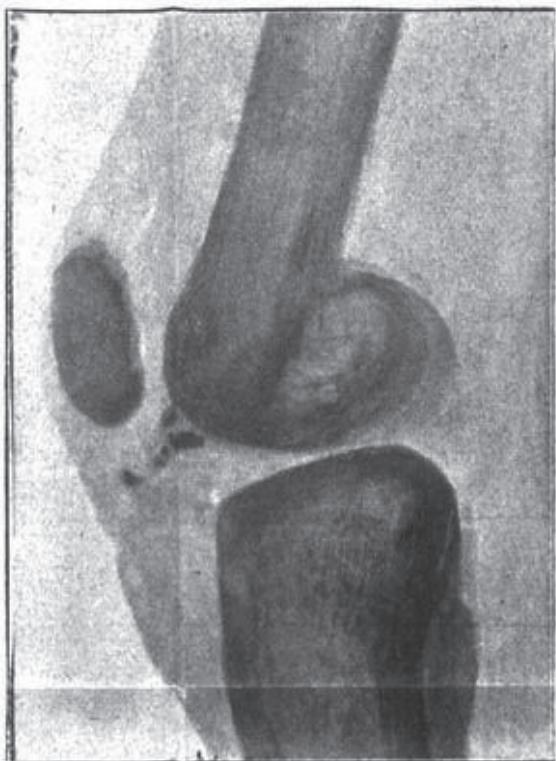
### 症例XI

この写真は、おそらく確実に恒久的な障害を来たしうる状態を示しています。これは大腿と下腿の間にある膝関節で、膝蓋骨の下に不規則な形の鉛片がいくつかあります。関節を完全に伸ばすと、この 3 本の骨が接

近してほぼ完全に並ぶようになります。この写真では関節がやや屈曲しているのがわかります。伸展して骨が接近すると、この鉛片が骨の間に挟まれるようになります。そして金属の鋭い縁が骨の敏感な表面に接して強い痛みと刺激を起こします。これが実際にこの患者に起こっていたことで、この写真の位置までは膝を伸ばせましたが、これを超えると関節に鋭い痛みが走り、動かせませんでした。探触子では、関節の線維性組織内にある金属片を見つけることができず、X線による大きさ、数、位置の診断があつてはじめて、外科医が摘出することができました。



症例X



症例XI

### 症例XII

この症例は外科学的な興味ではなく、X線写真の奇妙な結果を供覧するためです。これは革手袋をした状態で撃たれた将校です。手袋の一部が弾丸によって手の中に入り込み、限局性の膿瘍を来たしました。非常に強く腫れているのが写真でわかると思います。しかしここで私がとくに注目するのは、指の周りの絆創膏の陰影です。撮影時には、膿瘍による数本の創がありました。ここが非常に痛かったので、手の繃帯をすべて、平らな木製の副本もそのまま残しておく必要がありました。従ってこの症例は、患者が装具をはずせない状態でもX線は内部の様子を見る能够であるということです。巻いた絆創膏が他の繃帯とちがって見えてるのは、その成分の一部に鉛があるからで、木などよりも透過性が高く、X線で濃い陰影が見えたものです。この症例の外科学的な関心事は、骨の一部が破壊されているのではないかと思っていたところ、この写真によって骨に問題ないことが分かったことです。一時は手を切断することが最適と考えられたのですが、骨に問題がないことから保存的治療に大きく傾きました。



### 症例XIII(A, B)

これは、外科学的に非常に重要な問題を解決できた例です。2枚の画像を供覧しますが、1枚目は受傷数週後、2枚目はその6週後です。前腕下部と手首を撃たれた将校の手の写真です。骨、関節が大きく破壊され、1枚目では前腕下部に3本の長い骨が見えますが、拇指側の2本は実際には1本の骨が弾丸で割れたもので、手首に亀裂が入っています。写真Bでは、この2本の骨が完全に癒合して新しい骨ができ、関節面も平らになります。以前の考えでは絶望的と思われたのですが、

おそらく使用可能な関節となるであろうと思われます。写真 A では、様々なスポットが見えますが、このスポットは損傷、壊死した骨表面から剥離した腐骨の一部です。写真 B では、これが消失しているのがわかります。腐骨は様々な開口部から排出されて、死滅した表面が自然に再生し、骨棘も消失しています。この症例は、健常人の骨組織の大きな再生能力を示しています。前腕下部にいくつか黒い陰影が見えますが、これは弾丸の破片で、新しい骨が十分成長すれば徐々に被包化され、おそらく問題なくなるでしょう。最後にこの将校を診たときは、完全に亀裂のはいった関節が動き始めており、当初は絶望的であったところに回復の希望が見えていました。



A



B

#### 症例 XIV

この症例も X 線の成功例と言えるものです（写真は紛失）。第 3 シーク連隊の将校で、ダルガイ攻撃に際して胸部に受傷しました。弾丸は胸骨に直角に当たり、厚い骨組織で分断されたものと思われました。弾丸の進入部からの距離は短く見えました。立派な体格、素晴らしい健康体でしたが、この将校の病状は担当医官の予想に比してはかばかしくありませんでした。体温の上昇、咳嗽があり、胸部病変が疑われました。X 線検査を依頼され、このような写真でした。左第 2 肋骨の下に、まるい点が見えます。専門家がみれば、高濃度な、おそらく金属製の異物であることがわかります。私は翌朝早く前線に行かねばならなかったので、この黒い点のその後については、有能な医官である Bates 軍医大尉の報告に寄らなければなりませんが、実際彼はただちに手術を行ない、これが不整な金属片の一端であることが分かりました。摘出には多少の困難があり、長さ約 1 1/4 インチ、捻れた軸をもち、端が鋭く尖った金属でした。この異物の回りに膿もありました。摘出後、患者は非常に良くなり、連隊勤務に戻りました。この領域の解剖を知る人であれば誰しも、この異物を発見して摘出していなければ、膿瘍が肺周囲の腔に流入したり、肺を破壊したりして、非常に重篤な合併症を招いたであろうことは明らかでしょう。肺の化膿性炎症を引き起こし、言うまでもなく数々の重篤な合併症を来たしたでしょう。受傷部近傍で、何回か弾丸を発見する試みが行なわれていましたが不成功でした。これは写真をみればよく分かるように、不整な創路を探索することは常に困難ですが、このような 2 本の肋骨の間に挟まった異物の尖った先端にうまく当てることは事実上不可能で、何回か探っても当たらず、おそらく決して当たりません。さらに異物が存在する可能性があるというだけなので、何回も探索することは正当化されません。従って前述のような合併症の危険があります。おそらくこの弾丸は一部が貫通し、あとに残った第 1 肋骨と第 2 肋骨の間に残ったのだろうと思います。

#### 症例 XV

持ち時間がなくなり、司会者の厳しい目が注がれているのは承知の上で、強力な X 線の勝利といえるこの症例を御覧にいれます（写真は紛失）。これも解剖学的、外科学的に興味深い症例です。銃弾は、腋窩下縁から右胸部に進入しました。肝実質を貫通しましたが、その後どこに行ったのかは謎でした。最初はショック状態で、肝損傷によるはかばかしくない状態でしたが、私が診察したときは回復していました。しかし、大きな開放創が肝の表面にありました。異物は探索できませんでした。肝内の異物を発見しようとしたが失敗でした。失望して、体の反対側を撮影してみました。中心部にまるい黒い物体がありました。これはアフリ

ディ兵が手製の銃で使うような普通の弾丸でした。完全な形をとどめており、明らかに骨に当たっていないようでした。しかしこの症例で注目すべきは、このような異物が体の一方から他方へ、この部分の腹部に致命的な損傷を与えずに通過することはありえないと普通なら考えることです。その経路上に、多くの重要な臓器、大きな血管が狭い空間にひしめいており、重要な神経も走っており、そのうち1本でも損傷すれば致命的です。写真は左腰部の中央部で撮影されており、弾丸は胸の右側から進入していました。

戦争で使う装置、器材を用意するにあたって、装置を使用する特殊な状況に固有な多くの考慮すべき点があります。わかりやすいように、本講演の残りの部分を、以下のタイトルに分けてお話します。

1. 軍事用に最適な装置
2. 安全な輸送方法
3. 戦場あるいはその近隣で遭遇する困難と克服法

すべての軍用装置に望まれることは、「アクセスが容易」であるという点に異論はないと思います。消耗品は更新可能で、装置のいかな部分にもアクセスできて、コイル、コンデンサー、コネクターなどはすぐに開けて点検できるケースにまとめられており、特殊な工具が必要ないことです。特別なドライバーやレンチを探し回ったり取寄せたりせず、サービスマンを呼ぶ必要もなく、オペレーターが自分で修せることです。このような条件を満たすため、我々陸軍の医療部は費用や手間を惜しまず、しかるべき検討を経てここに御覧にいれるような装置を発注しています。

これが装置です。もう少し大型のものを御覧にいれたかったのですが、業者の製造が間に合いませんでした。これは医療部が数年前にエジプトに送ったものの設計図です。全てを検討しても、いろいろなトラブルが起こるもので、業者も承知しているようにこの装置でもまだ改良すべき点多々あります。実際のところ、この技術はまだ生れたばかりで、学べば学ぶほど知らないことが多いことが分かってきます。しかしこの装置は、慎重に扱えばきちんと動作することは確実です。見ての通りそれほどかさばるものではなく、この箱にすべて収まっています。これはHutton GardenのDean氏によるもので、その設計に当たっては創意工夫がこらされ、丁寧に製造されています。一般的な構造について詳述する必要はないと思います。この中に、X線を発生するために必要な二次電流の発生装置が仕込まれていることをお話しするにとどめます。これは分解して畳むと、この引き出しの中にいれて運ぶことができる、非常に良くできたスタンドです。このスタンドは任意の方向、下にでも、どちら側にでも曲げることができます。

でき、この管球もどちら向きにも曲げることができます。

### [装置供覧]

Farringdon RoadのCossar氏は、X線管球を3本しかよこしませんでした。彼はこれで十分だと言いましたが、実際その通りでした。ティラフでは200回以上使用しました。田舎の手荒な運搬にも耐え、1月にラトルピンディに戻ってきた時も、送り出した時と同じ良好な状態でした。ひとつ例外だったのは、この管球のデリケートな電気配線に非常に苦労したことでした。これは、不運にも箱の蓋を上に落としてしまって破損したものです。折りたたみ式の箱で、蓋が管球の上に落ちてしまったのです。軍隊では困難に直面した場合、我々がいかなる代替案を考えなければいけないか、お分かりになると思います。この管球は私の最も良い管球で、前掲の胸部、股関節の症例、その他4、5例の興味深い症例を撮影しました。この症例は、この管球が非常に強い、純粹なX線を放出したものでした。ある日、私がテントの中で難しい症例を撮影していたとき、腹立たしいことに風が吹いてテントの端がテント内に入りこみ、接続がはずれ、私のベストな管球が壊れてしまったのです。しかし、私はインド電信部門の優秀で親切な科学者Mr. Dalbyに大いに感謝しています。彼と私は額を寄せてこの管球を復活できないかいろいろ考えました。彼は「何かでキャップのようなものを作れば、動かせると思う」言いました。そこで我々は仕事にかかり、彼はChatterson's Compoundというガラスの接着剤を電信部から取寄せ、電線のらせんコイルを破損した端子に接続して、この接着剤と研磨用ワックスで上を被いました。嬉しいことに、管球はまた以前のように動きました。軍用装置を扱う者ならば誰もが遭遇する、数々の困難があります。もっとお話したいところですが、時間がありません。

もうひとつ、非常に重要な問題、すなわち装置の運搬問題があります。

この問題をお話するに当たってまず、前線でX線装置を動かすことは、可能であるばかりか非常に容易であるということを指摘しておきたいと思います。さらに、既に御覧に入れた症例から分かるように、ジュネーブ条約が及ばない野蛮な戦争であっても、X線は使うことができ、人の苦しみを軽減できるものです。ひとつの場所から別の場所にすぐに搬送できるのであれば、全ての野戦病院、輜重隊がX線装置を備える必要はありません。弾丸その他の異物を、痛みを伴う探査法を行なうこと無く同定できることの有利性はお分かりになると思います。そしてこの方法によって、患者の治療にあたって3つの利点があります。第1に、痛みや身体的傷害を伴わないことです。そしてこれから派生する第2の利点として、大出血や骨損傷がある場合、

手術により患者の状態を悪化させることなく正確に状態を把握して、ベストな回復の機会を与えることができるのです。生命力が最後の明滅状態にあり、勇者の陽気で寛容なヒロイズムによってのみ保たれているような状態で、適切な方法さえあれば外科医がその最後の明滅を力強い炎にすることができる、しかし科学的な方法がなければそれができない、そういう例を、最前線にいる者はあまり目にしません。前線の経験が豊富なものは、それが叶わないことを目撃することによる言葉にできないほどの後悔と悲しみを知りません。ですから皆さん、戦傷者に、外科器械の中でもとくにX線装置を、後方病院だけでなく戦いの最前線で、その危険な任務を果たしているすべての場所に供給することが、すべての文明国の責務であると私は主張するものです。

インドで、ラバ、ラクダ、荷車などあらゆる運搬方法を試みた結果、最も安全、確実な方法は人力であるという結論に至りました。ほとんどの場所でクーリーを雇うことができます。それ以外の場所ではヨーロッパ人を雇うことができます。ポータブル装置は、重量80～100ポンド以下とし、必要なのは2名で、予備装置を運ぶ予備の2名がすべてです。長さ6フィートの竹の棒あるいは中空のスチール棒が、箱を吊るすのに最適とわかりました。棒の両端を人夫が肩に担ぎ、箱を棒からぶら下げます。ティラフでは、廃品のデウーリ棒と人夫を雇って装置を運びました。人夫は進んで奉仕し、装置をすべてティラフのバーキャンプから渓谷を通ってドワトイ(Dwatoi)、ペシャワールのバラバレー(Bara Valley)まで、事故なく運搬できました。この行程の一部は、いかなる戦地でも滅多に経験しないような困難に付きまとわれましたが、この誠実な人夫は、本当に必要な時にきちんと荷を運んでくれました。このような地方での運送の困難さを御覧にいれるために、撮影した写真をいくつか御覧にいれます。しかし写真では状態が十分わかりません。岩場、氷のように冷たい水、急流、霜、雪などは、カメラのレンズに捉えきれないものです。ラバ、ラクダ、荷車は、デリケートな資材の運搬には不確実です。もちろん整備された道路と広いスペースがあれば話は別ですが、我々の軍用資材の運搬ではそのような贅沢は許されず、このような運搬方法が最適と思えます。

### [スライド]

本講演の第3部として、前線でX線装置を使うことに関する困難についてお話しします。一次電流の発電は、現在のところ非常に大きな問題点です。ティラフで唯一可能であったのは、重い、取り扱いにくい一次電池で、重クロムカリウムと硫酸の混合物を使います。硫酸は、特にその面倒を見る人間がいないと、運搬は非常に危険です。ティラフではこれを切らしてしまい、鉄道会社が追加の運搬を拒否したため、様々な野戦病

院の資材から数オンスをかき集める必要がありました。従って、この種の電池は前線には使えないと言し、手動発電機やポータブル充電池を推奨するものです。この組合せには多くの利点があります。第1に手荒な運搬にも耐えること、そして一つが壊れても別のもので代替できることです。充電池がなくなったり故障しても、多くの場合手動発電機で十分な電流を供給できます。発電機が壊れても、前線の電信基地で充電池を充電できます。

検査を屋外やテントの中で行なうため、天候状態による大きな困難をしばしば経験します。炎天、雨、霜、雪、風、これらすべてが悪影響を及ぼします。炎天の主な有害作用は、二次コイルの絶縁ワックスに対するものです。これが溶けるとコイルは役に立たなくなります。我々の実験では、コイルに使われているパラフィンとレジンの混合物(供覧)は、150°Fまでは溶けないことがわかり、実用上は十分です。フェルト(供覧)の被覆でも、日光、雨、雪、霜から保護できます。

屋外あるいはテントで作業する場合は、強風におおいに悩まされました。我々の通常のCrookes管のデリケートな白金端子は、電線の振動による荷重で切れてしまい、研磨用ワックスのキャップ(供覧)で被う必要がありました。しかしDean氏が管球ごとにエボナイト製のケース(供覧)を作ってくれて、この問題は解決しました。

もうひとつ、軍事用の検査で特別に必要なのは、接続線とリード線です。私はいろいろなものを試しましたが、しばしば、特に高湿度、高温下では漏電することがわかりました。最も良かったのは、ゴム、ワックス、麻の絶縁材を使った普通の太い電信用電線で、見た目に良い絹を使ったものよりもずっとよく動作しました。

前線における蛍光板の使用については、緊急時には最も重要な器材であると言えます。これによって、速やかに全身を検査することができ、この条件は非常に重要です。蛍光板の表面をセラナイト(celanite)層で被い、全体をアルミニウムのケース(供覧)に入れて保護する方法については、ロンドン写真学会のLe Couteur氏のアドバイスに負うものです。このセラナイト保護層は非常に重要です。どんなに注意しても、表面にひっかき傷がつくものです。戦場での手術は、しばしば体中の毛穴から滝のように汗が噴き出す温度の下で行なわれます。あるいは熱心な見学者が、蛍光板の上で弾丸の陰影を見つけて喜びのあまり、思わず指で蛍光板の弾丸の陰影に触れたりします。軍人の指というのを必ずしも化学的に不活性というわけではありません。

写真撮影用のガラス製写真乾板の使用については、もちろん運搬中に破損する危険があります。私もたくさん割ってしまいました。しかし、フィルム、プロマイド紙、Eastman氏のX線印画紙を使ってみた経験から、

ガラス板に代わる満足なものはないという結論に達しました。フィルムのゼラチンは、高温多湿下では非常に劣化しやすく、Eastman 氏の X 線印画紙では良い写真は撮れませんでしたが、これは私の現像の仕方が悪かったためでしょう。X 線フィルムの壊れない基剤があればとても便利で、そのようなものを発見する努力がいろいろ払われていますが、すぐに発見される見込みはありません。この問題については、Paget 氏の XXXXX 乾板について触れずにはおけません。私はティラフで当初これを 3 ダース持っていました。厳しい環境下でもすばらしい性能を発揮し、手荒な運搬の 4 カ月後も当初と同じ良好な状態でした。

皆さん、最後に皆さんの御支援に感謝するとともに、まだ生まれて間もない科学についてお話しするに当たっての多くの不備について御容赦願いたいと思います。その知識については私はまだ初心者ですが、私よりも経験豊富な方々のお役に立て、私がお話ししたこの非常に興味深い問題に興味を持っていただけたら幸いです。

#### H.O.Mance (R.E.) 少尉 (工兵連隊)

X 線装置一式をもってイギリスを旅行して回った者であれば誰もが、前線での運搬に伴う困難を理解するでしょう。演者が、ポータブル器材の重量が 80 ~ 100 ポンドと言われたことは、特に充電池も含めて考えればかなり控えなものだと思います。演者が一次電池の使用に反対されることについては、緊急時をのぞけば私も全く賛成で、私はさらに一歩進めて、前線での電源としては、手動発電機だけを信頼しています。演者が、必要な最大出力がどの程度と考えておられるか、知りたいと思います。歯車機構で 10%，発電機で 40% の損失を見込むと、人間ひとりで約 38 ワット発電できます。二人で動かせる発電機であれば、十分なエネルギーを得られるでしょう。この推測は、ワインチハンドルを回すことを前提としています。脚力を使えば、おそらく 30% 増しになるでしょう。

充電池については、通常の液状タイプは、(1) 酸を含むこと、(2) 重すぎること、の 2 点で不適です。例えば、有名メーカーの Faure 型電池は、エボナイトの箱に入ったセル重量 1 ポンド当たり 7.5 ワット時の容量があります。前述の二人で 5 時間動かす 370 ワット時の電池の重量は約 50 ポンドです。チーク材のケースを含め、小さなセルを使うことによる効率低下を念頭におくと、80 ポンド以上になるでしょう。1 セット目の充電時に 2 セット目を使う必要がないとしても、電極の劣化を考えるといつか予備のセルを用意する必要があります。これは、特に Faure 型充電池では最も不確定な要素で、セルの所定の最大出力を超えて使用したり、放電させてしまったりすると、重要な検査中にはこのような偶発自体が決して起こらないとは限りませ

ん。Planté 型は、大出力、小容量には最適と思えます。

乾電池についてはほとんど知識がありませんが、50 ポンド以下で信頼性のある機械的に頑丈な電池で、前述の出力を出せる電池があるとは思えません。この重量でまかなえることは非常に重要です。手動発電機や現地の電信基地で充電することは、いろいろトラブルに見舞われ、時間とエネルギーを浪費します。充電池は、充電目的に豊富な持続的電源が使え、かつ直接的な電源が利用できない場合以外は推奨できないと思います。一方、手動発電機は、よくできたものであれば、出力不足のために過負荷にならず、頑丈に作られ運搬に適しています。出力を余すところなく利用するには、電機子の電線および直列コイルの抵抗をできるだけ低くするべきです。主回路がオフの場合に、磁界を維持するシャントコイルが必要です。マグネット発電機は非常に単純ですが、おそらく重すぎます。手動発電機は、X 線装置に十分な定常電流を供給できない可能性がありますが、少し訓練すればこの問題は解決できると思います。万が一故障した場合は、一時的に電池を工兵連隊から借用し、充電池の充電にともなうエネルギーの損失なく直接使うことができます。機器の修理に熟練したスタッフを用意することで、故障による遅れを最小限にすることができます。

Eastman 印画紙については、破損しにくいことに加えて、乾板にくらべて次のような利点があります。すなわち、(1) 軽い、(2) 処理工程が少ない、(3) 必要に応じて複数枚焼き付けできる、(4) ポジフィルムが得られ被写体の位置が正しく分かる。通常の乾板の焼き付けはネガなので反転しています。Eastman 印画紙で何枚か良い焼き付けができましたが、私の経験も演者と同じで、同一の好条件あるいは悪条件下で、乾板ほど良くありません。フィルムは、印画紙が乾板に対してもつ優位性をすべて有し、フィルムを反対に焼き付けることでポジ像が得られます。戦地では、おそらくフィルムが乾板を置換すると思います。私は Cadett の Lightning 乾板と Velox 現像液を使用しており、非常に満足な結果を得ています。

スパーク長 6 ~ 8 インチあればすべての目的に十分ですが、経験的には特に透視の場合は、どのような条件下でも一定の出力がえられるようにより高性能のコイルが推奨されます。App の 10 インチコイルは約 60 ポンドで、約 30 ポンドの 2 つの部品に分割できます。患者の体動による問題は、Perry 軍医少佐のアドバイスによって、半分充填した小さな砂嚢を使うと、不随意運動をほぼ完全に防ぐことができます。長時間露光では、患者にクロロフォルムを使用することが推奨されます。保管乾板を漏洩 X 線からいかに保護するかという点も興味のあるところです。またインド戦役のような戦地で必要とされる乾板の保管枚数、乾板やフィルムの最適なサイズにも興味があります。最後に、素

晴らしい仕事をされた医療スタッフに祝辞を申し述べます。アマチュアとして、私は国内でも撮影する場合でも、満足な結果を得るには数多くの配慮すべき点があることを承知しています。著しい困難な状況で、初期の戦場用装備でこのような成功が得られたことは、ひとえに細心の配慮と忍耐の結果であると思います。

#### John Le Coutier 氏

私は実戦におけるX線に大きな関心をもっており、その結果を聞きたいと思っていましたので、この予稿集を非常に興味深く拝見しました。現在私は、戦場で故障を修理できるような装置を試しています、というか作らせました。コイルが損傷すると、多くの場合は無用なものとして取り外されてしまいますが、簡単に修理できれば8インチから初めて、完全に有用な6インチのコイルに戻すことができます。私はこれを御覧にいれるために、ここに1つ、2つのコイルを持参しています。機械のジャンク部品を取り外して、新しいものと入れ替えるように、我々はこれをジャンク方式コイルと呼んでいます。皆さん、ご興味のある方はどうぞコイルの中をご覧下さい。現状で最も問題なのは、コイルがワックスの中に固定、包埋されていて、故障すると専門家や特殊なコイルが必要なことです。私が考えているのは、3、4分でただちに修理できて再稼働できるものです。

管球の最近の進歩については、Dr. Mackenzie Davidsonの管球に賛辞を送るものです。先週の土曜日、私は非常によい脊椎の写真を5分で撮影することができました。以前はもっと長時間かかっていました。脊椎の写真だけでなく、画像は非常に美しく、私の知る限り最高の管球です。もちろんこのタイプの管球はBeever少佐も言わされたように運搬が難しいのは確かですが、X線を使うには欠かせない管球です。

もうひとつ、Dr. Beeverが十分触れられなかった点は、充電池の運用についてです。これは極めて難しい問題で、Dr. Beeverと私が議論した、電池をゼラチンのようなもので被って、手動モーターで簡単に充電できるような方法についてどなたか御意見をいただけると有り難いと思います。私が経験豊富な電気技師にこの話をしたところ、彼は50ポンド程度の手動モーターを前線を持って行くことは可能であると言っています。数人が2~3時間で充電できますし、緊急時には6インチコイルを駆動する電力を20分で充電できます。これが可能になれば、多くの困難が解決します。

様々な目的にあわせた様々なX線管球があります。顔面内部撮影用の管球もあります。この管球は、私の友人Mr. Cosserが、稀な内臓写真撮影のために作ってくれたものです。このほかにも難しい問題があります。私が問題を挙げるのは、この問題に集中すること

で、何とか完成に近づけるのではないかと思うからです。私が最も有用と考えた断続器はVril断続器です。しかしそれでも、調整に時間がかかる欠点があります。最近実際にやってみたことは、Vril断続器の改良です。水銀断続器は全く問題外で、議論の必要すらありません。

前線には暗室がありません。数日前、パリで昼光下で現像できる装置が登場しました。パリの化学者が、ちょっとした問題の解決法について私に相談してきました。我々が現像箱と呼ぶものの表面に対するアルカリの作用についてでした。私はこの問題は解決できると思い、数日中にこの現像箱の試作品を手にすることができます。そうなれば、前線で暗室なしに屋外でレントゲン写真を現像できるようになります。Beever少佐が述べられたように、実際に写真をとる時間がないこともしばしばで、透視で弾丸の位置、外傷の状態を知りたいことがあります。我々はこれを目的とした蛍光板を工夫しました。これが私専用の蛍光板です。これは改良版のひとつで、ここには蛍光板は入っていませんが、これは開けて中に蛍光板を中にいれることができる単なる箱で、外科医は袋の後ろからこれをのぞくことができ、即席の暗室となるわけです[1]。

[1] この実験は成功し、手動モーターはPhotographic Association社が開発して、充電器の運搬その他の問題は解決した(John Le Coutier)。

#### T. F. O'Dwyer 軍医少将

私はこの場で話すためではなく、学ぶために来たのですが、今日はなにがしかを学びました。演者が話されたことで、もう少し詳しく伺いたいことがあります。発電のシステムと方法についてです。演者は前線の装置に満足しておらず、手動発電機が最も良い方法であると述べられました。そして必要なら充電池を電信基地で充電できるということでした。確かにやり方を教えれば可能だと思います。しかし私の実際的な経験からすると、電信基地はこのような装置の充電には慣れていません。電池を損傷すると思います。さらに指導が必要だと思います。これは簡単に解決できる些細な問題です。これについては、工兵部門の援助を仰ぐ必要があります。

何台くらいのX線装置が必要か、演者の経験を伺いたいと思います。全ての野戦病院に備える必要はないとのことでしたが、野戦病院の何たるかを思い起す必要があります。野戦病院は旅団に付属しています。1旅団は4連隊からなります。これは非常に大きな軍隊です。もちろん私自身が実地の経験をもたない問題について意見を述べているのですが、すべての野戦病院にX線装置を備える方が良いと思います。実戦部隊では、X線装置は非常に頻繁に必要となるでしょう。交換も必要でしょう。従って理屈の上から、多すぎて困ることはないと思います。戦傷者を撮影するために戦

場を走り回るのは良くありません。弾丸はできるだけ早く、炎症がおこる前に、危険な症状が現れる前に摘出する方が良いという点については異論のないところでしょう。もちろん、移動野戦病院がX線検査に適した所ではないことは十分承知しています。これは、豊富な装置と、これを使う訓練された要員あってのことです。従って私はすべての野戦病院にX線を備えるべきだと思います。演者の御意見を伺いたいと思います。

### Dr. Mackenzie Davidson

私は軍人ではありませんので、純粹に科学的な観点からアプローチしなくてはなりません。まず、特にこのような非常に困難な状況でパイオニアとなられたBeevor少佐に賛辞を送るものです。少佐のお仕事は、少佐自身だけでなく携行された装置についても大きな意味のあるものであったと思います。私は、通常のX線加えて、弾丸の正確な局在同定装置を携行すべきだと思います。正確な局在同定は非常に重要だと思います。これは非常に簡単な方法で可能で、詳しくは立入りませんが、特にこの問題について強調したいと思います。弾片の正確な位置がわかれれば、より正確に摘出できるだけでなく、現状のX線写真で必要とされる探索も不要になるからです。最もよい管球で撮影したX線写真でも、平面像、投影像です。弾丸の正確な位置、深さは分かりません。従ってコイルと管球に加えて正確な局在同定ができる装置が必要です。

最適な電源供給法は、実際のところ非常に難しい問題です。一次電池は常に非常に不満足なものです。充電器はもちろん充電が必要で、手動発電機は確かに充電できます。緊急の場合はコイルを直接駆動することもでき、おそらくそれが最も良いと思います。管球については、私の経験から言うと、3個しか持参されなかつたというBeevor少佐はなかなか勇敢だったと思います。というのも、強い電流を流して3個立て続けに破損したことがあるからです。従って、管球については常にかなりの数が必要です。管球が壊れれば、他の装置は何の役にも立ちませんから、前線には常に非常に多くの管球を供給するべきだと思います。

### W.C.Beevor 軍医少佐(回答)

Le Couteur氏が最良と言われた、オスミウム焦点の管球を持っていました。Dr. Mackenzie Davidsonは、この問題について意見を述べられ、私は全面的に同意するものです。これに匹敵する管球はありません。これは疑いのないところです。昨日、Dr. Mackenzie Davidsonに初めてお目にかかる機会を得たとき、この管球を試験する方法を教えていただきました。技術的詳細には触れませんが、ある程度X線の経験がある人なら、このオスミウム焦点管球を高く評価するでしょう。弾丸の位置、形状がまさに正確にうつります。

充電池の問題については、O'Dwyer少将、Dr. Mackenzie Davidson、Mr. Le Couteurの御三方がこれに注目してくださったことを嬉しく思います。お許しを願って、この問題に関する私の見解を再読させていただきます。「前線でX線装置を動かすことに関連する困難についてお話しします。一次電気の発電は、現在のところ非常に大きな問題点です。ティラフで唯一可能であったのは、重い、取り扱いにくい一次電池で、重クロムカリウムと硫酸の混合物を使います。硫酸は、特にその面倒を見る人間がいないと、運搬は非常に危険です。ティラフではこれを切らしてしまい、鉄道会社が追加の運搬を拒否したため、様々な野戦病院の資材から数オンスをかき集める必要がありました。従って、この種の電池は前線には使えないと言えます。手動発電機やポータブル充電池を推奨するものです。この組合せには多くの利点があります。第1に手荒な運搬にも耐えること、そして一つが壊れても別のもので代替できることです。充電池がなくなったり故障しても、多くの場合手動発電機で十分な電流を供給できます。発電機が壊れても、前線の電信基地で充電池を充電できます」。

O'Dwyer少将は、非常に興味深い問題を提起してくださいました。前線の電信基地では、充電池をうまく充電できる要員を見つけることは期待できない、期待すれば失望すると言われました。しかし私はあらためて、X線器械のオペレーターは、外部の支援なしにできなければいけないと申上げたいと思います。自分で充電しなくてはなりません。私のティラフでの経験では、工兵部と電信部はできる限りあらゆる方法で支援してくれ、深く感謝しています。彼らの援助がなかつたら、多くの貴重な症例を失っていたでしょう。工兵部は常に前線では大忙しの状態で、士官、下士官、兵卒、誰であれX線装置のために余計な時間を割くことを期待できません。やってくれようにも、時間がありません。従って、私は乾電池を使うことを考え、最近いくつか使ってみました。まだ満足なものがないので、本日ここには持参しませんでしたが、数日のうちに手に入るとと思います。私はインドで3種類試しましたが、いずれもうまく行きませんでした。1つだけ良い電池があり、おそらく御存知の方もあると思いますが、Obachの乾電池です。電話会社などで多く使われています。インドでいくつか入手し、これをまとめて使ったところ素晴らしく動作しました。この質問にお答えするのは非常に難しいものがあります。様々な背景の皆さんに、電流の向き、力、速さなどを理解していただくことは非常に困難ですから、詳細についてはお話ししません。しかし、一次電池は戦場では常にトラブルのもとであるということを申しておかなければなりません。そうでないと良いのですが、事実なのです。

管球の保護については、ひとつお話ししておくことが

あります。いろいろ御意見はあると思いますが、小さなレオスタットをひとつX線装置につければ、疑いなく大きな利点があります。X線担当者が熱を出したり、撃たれたり、負傷することもあります。そして不慣れな者が管球を扱えば壊れやすくなります。Dr. Mackenzie Davidsonのような熟練者でも、1日に3個も破損することがあります。ましてや非熟練者で、電流の制御に不慣れな者なら、間違なく壊してしまいます。しかし、レオスタットがひとつあれば、慣れない者にも管球の取扱いを容易にすることができます。

前線で必要な管球の数については、もちろん、各旅団に附属するべきであるというO'Dwyer少将の御意見に全く賛同するものです。実際のところ旅団は何マイルも離れていることもあります。同時に攻撃されることもあります。従って、師団ごとにX線装置があれば、旅団から旅団へ移動することもできます。ですからすべての野戦病院に、旅団の装備の一部としてX線器械を備えることは、明らかに有利でしょう。これが少将の御意見ですが、この問題を検討した者すべての意見でもあると言えます。

Dr. Mackenzie Davidsonが鋭く指摘された異物の局在同定装置の問題については、ポータブル弾丸局在同装置定があれば、大変有利であることは間違ありません。その時々に応じて考え出された様々な同定方法がありますが、失敗することもしばしばです。しかし、骨と弾丸の距離を診るために患肢を回転する方法は非常に有用です。透視下で診ることができます。完全に正確というわけにはいきません。良い例が、小さな径1/4インチの弾丸があった足の症例で、その部分の組織が非常に濃いため、内部の異物を発見することが困難でした。若い優秀な外科医 Flarry軍医少尉が、翌日摘出しました。彼はこの症例だけでなく、他の症例でもめざましい働きをした人物ですが、彼は皮膚の上に十字を書いて「この辺りにあると思います」と言って、その場所を切開しました。まさに幸運でした。いずれ、Dr. Mackenzie Davidsonの援助を得て、運に頼らない正確な局在同定装置を作れることを願っています。ご静聴ありがとうございました。

#### 座長 (J. Jameson 軍医少将)

皆さん、私の結びの言葉は、機械的、科学的なものではなく、実際的なものにしたいと思います。我々は日々、この種の写真の有用性を発見しています。例えば最近、プロシア軍のDr. Stechowは、長時間の行進の後に兵士に見られる足の腫脹、フランスやドイツで足浮腫、行軍足などと呼ばれていたものが、第2中足骨の骨折であることを発見しました。これはX線装置でわかるまで、全く考へてもみなかったことでした。もちろん、恒久的な障害を避けるための治療を考えることになります。他ではしばしば言われていますが、我が陸軍で

はこの種の事故をほとんど聞いたことがないので、われわれの人種は隣人より足が頑丈なのかとも思いますが、これはまた別の話です。

この写真で得られる最も重要なことは、副本を外さずに骨折の性状を検討できることです。器材の装備、供給の問題にもなります。X線写真の障害となる鉄製の副本やパリ型ギプスは、不適切な選択になるからです。幸いなことに、ワイヤと木でできた新しい器具は、非常に良好です。このようなX線装置の前線病院への供給の必要性が、非常に闘争に述べられていますが、運搬の困難性も考慮する必要があります。私には、現在の知識からするとこの方面的有利性はそれほど大きくないよう思えます。非常に緊急な手術以外は、前線で行なうことは推奨されないので、問題となるのは通信手段や後方病院です。X線写真で決定できるのは、弾丸の位置や骨折の状態であって、手術の緊急性はその他の条件で決定されます。

ひとつ興味深かったのは、Wodehouse将軍の写真です。この優秀な将軍とはエジプトで、また彼の父Wodehouse提督とは南洋で知己得たこともあります。個人的な関心です。この写真に写っていないことがひとつあります。弾丸摘出手術の最中、アフリディ兵が忍び寄ってきて突然手術テントに発砲したのです。キャンバス越しに13発発砲しました。これは無菌手術中にはたいへんな一大事です。どうなったかって？何事もなかったのです。まるで100マイル周囲にアフリディ兵など存在しないかのように手術は進められました。

陸軍は、X線の問題に非常に大きな関心を持っており、過去18ヵ月、ネットリーで運用し、外科のStevenson教授は非常によい仕事を残しています。彼は、他の何よりDr. Mackenzie Davidsonの発明になる装置を気に入っていました。異物の局在同定法を、とても高く評価しています。AldershotにもX線装置があり、若い外科医たちが使い方を教わっていました。彼ら5、6人が非常に上手なオペレーターとなり、3人が現在エジプトに派遣されています。我々はエジプトに装置2台を送り、1台は前線、1台はカイロの基地で使用しています。もう1台も完成する予定で、Beevor少佐の経験を活かして新しい改良を盛り込もうとしています。数週後には、ダブリン王立病院にこの装置が設置され、ウールウィッチのハーバート病院、ジブルタルにも、そして予算が許せばその他にも設置される予定です。

Beevor少佐に、素晴らしい講演、興味深いだけでなく強く訴える講演をしていただいたことに感謝します。個人的にも、非常に楽しく拝聴しました。