

# レントゲンの発見が骨折治療に与えたインパクト

## *The impact of Roentgen's discovery upon the treatment of fractures*

*Peltier LF\*. Surgery 33:579-86,1953*

医学の進歩が基礎科学の進歩にいかにか依存しているかを最も良く示す例が、X線の発見が骨折治療に及ぼした影響であろう。麻酔、消毒、整復術と固定術—必要な技術はすでに揃っていた。骨折の病態解剖も知られていた。骨折治療に欠けていたものは、治療前、治療中、治療後の骨折の正確な状態の評価法であった。レントゲンの発見がその手段を提供したのである。骨折治療にX線が取り入れられたスピードは、より良い診断法がいかにか希求されていたかを物語るものである。

### X線の発見

1895年11月8日、当時ヴュルツブルク大学物理学研究所長だったRöntgen教授は、HertzとLenardが行なった陰極線管の実験を追試していた。暗くした実験室内で突然、陰極線管から離れたところにある机の上においた結晶が明るい蛍光を放っていることに気付いた。彼はこの現象に興味を惹かれ、さらに詳しく研究した結果が、1895年12月28日に提出された簡潔な論文「新種の光線について」である。初めて撮影されたヒトの骨の写真について記したこの論文は、1896年の最初の週にヴュルツブルク医学物理学学会誌に発表された[11]。この論文は、すべての人類に影響する一連の事件の引き金となった。その著者はその功績に対して、1901年、第1回ノーベル物理学賞に輝いた。この発見に対して社会は即刻反応し、医学における応用は、医師にも一般人にもただちに認識されることとなった。1896年1月7日(火)付のFrankfurter Zeitung紙は次のような記事を掲載している。

「現時点では、この方法が技術的に発展して、人間の手のみならず他の骨についても筋肉を除いて詳しくうつし出すことができるようになった暁に、この発見が骨の疾患や外傷の診断にもたらす重要性について指摘するにとどめたい。そうならば、外科医は患者にとって痛い触診なしに複雑な骨折の範囲を知ることができるようになる。弾丸や金属片のような異物の位置をこれまでよりずっと簡単に、痛いゾンデを使わずに知ることができる。このような写真は、外傷以外の骨疾患の診断にもきわめて有用で、治療を進めるにあたって助けとなりうる」

「新しい光線」の情報は瞬く間に拡散し、1896年2月14日のScience誌にその翻訳が掲載された際には、コロンビア大学のM. I. Pupin、ダートマス大学のEdwin B. Frost、ペンシルベニア大学のArthur W.

GoodspeedによるコメントとX線写真が併載されている[23]。1896年だけでも、この発見に関する1044冊の専門書籍と論文が世界中で刊行され、無数の一般向けの新聞、雑誌記事が発表された[11]。どのような状況であったのだろうか？

レントゲンの論文は、典型的な科学論文であった。すなわち装置と方法が完全に記述されていた。そしてこれが直ちに多くの言語に翻訳され、世界中の科学雑誌に発表された。この実験を再現するために必要な装置は、どんな物理学研究室にも揃っていた。この結果、研究者は誰しもレントゲンの方法に従って実験を再現できた。レントゲン自身は、同僚の医学者の求めに応じてときおり撮影する以外には、その後のX線応用競争に身を投じることはなかった[9]。

### 一般大衆へのインパクト

X線の発見は、すべての人々の関心を喚起し、それは物理学者にとどまらなかった。医師、写真家、電気技師、そしてパテント師がこれに飛びつき、それぞれ良いように利用した。一般大衆は、漫画、諧謔文にこれを描き、女性の慎みをまもる防護衣が宣伝された。靴屋は、合わない靴に押し込まれた足のX線写真を供覧し、まもなく靴のフィッティング用X線装置が発売された。1896年3月、エジソンがニューヨーク市で行なったX線の公開デモでは、訪れた人が自分の手や腕をX線透視装置で見ることができ、大人気イベントとなった。

「有名な電気技術者のElihu Thomson教授は、最近足首を骨折した。Electrical Review誌によると教授は「レントゲンの発見の熱心な研究者」で、骨折の整復後にX線写真を撮影した。その結果は非常に満足なもので、骨の整復はほぼ完璧で、細い骨折線のみみられるのみであった」[16]

この1896年6月6日のLietary Digest誌に掲載された記事は、有名人、あるいは当時としては現在よりもはるかに重みのあった「ヨーロッパの王族」の治療におけるX線利用を報じた多くの報告記事の代表的なものである。このような広範な世評は、患者からの強い要求を呼びこむことになった。Ladies' Home Journal誌、Reader's Digest誌のような一般誌に新しい薬、新しい治療法の記事が載ると、一般人からの強い圧力がかかることは我々の良く知るところである。一般人も恩恵に与る必要があるのである。医師は高価な装置を購入する必要に迫られ、否が応でもその診断法のひとつとしてX線写真を利用し始めたのである。

\* ミネソタ大学医学部整形外科 (Department of Surgery, Division of Orthopedics, University of Minnesota Medical School)

## 法律的問題

古い骨折であれ新しい骨折であれ、患者はこの新しい方法で骨折を撮影することを求めた。当時の X 線撮影は、必ずしも医師の監督下に行なわれるものではなかった。独立した撮影スタジオが、新しもの好きや、クレーマーに宣伝してサービスを提供した。必然的に、医師に対する医療過誤訴訟が激増した。しばしば技術的不備による画質の劣化に加え、経験不足に起因する誤診がさらなる状況の悪化を招いた。米国で X 線写真が証拠として採用された最初の訴訟は、1896 年 4 月 14 日にデンバーで提訴されたもので、同年の晩秋に公判が開かれた [27]。症例は、ハシゴから転落して大腿部に受傷した少年であった。診察した外科医は、患肢を固定せず、挫傷として治療した。後日撮影された X 線写真では、大腿骨が骨折していた。東部管内の裁判官は当初、「そのようなことが可能であるという証拠はない。幽霊が存在するという証拠がないのに、幽霊の写真を呈示するようなものである」として証拠採用を拒否した。しかし、Owen LeFevre 裁判官は 1896 年 12 月 2 日、その意見の中で X 線写真を証拠として認め、陪審員に供覧することを許可した。これ以降陪審員は、骨が曲がっているか真っ直ぐかを自らの目でみることができ多くの X 線写真に強く影響されるようになった。X 線写真に基づく医療訴訟の脅威は、骨折治療における X 線の日常的な使用を促すおそらく最も大きな要因であった。解剖学的により一層正確な整復が必要となり、観血的整復、内部固定が増加した。

しかし、X 線写真で外傷のすべてが分かるわけではないということが、すぐに明らかとなった。Rudolph Matas 医師は、患者を全体として診ることの重要性を強調している [14]。

しかし陪審員は、X 線写真に引きずられるままであった。骨折の多くは、それ自体訴訟の原因となりうる事故の結果であることから、医師は自己防衛のために骨折症例では X 線を日常的に撮影するようになった。

## 軍医学へのインパクト

診断学における X 線の価値に関する最初の本格的な研究を行なったのは、プロシア軍であった。1896 年 2 月 4 日、骨折や体内金属異物がこの方法によって描出できるかを決定する解剖学的、外科学的にシステムティックな研究を病理学博物館で実施することが発表された [17]。その研究結果は、1896 年後期に、モノグラフの形で発表された [25]。

1896 年 4 月、英国陸軍医部は、X 線の価値に議論の余地はないとして、スーダン戦役に野戦 X 線装置を供給した [18]。ナイル地区に 2 組の装置が送られ、異物の同定、骨折の診断、治療に利用された。弾丸の局在同定における X 線の価値については、1896 年 5 月、

エチオピアで負傷した兵士を治療したナポリのイタリア陸軍病院から報告された [19]。

1897 年のギリシアトルコ戦争は、新たな実験場を提供することになった。両軍の兵士は、X 線装置を備えた赤十字医療チームの手当を受けた。その報告書によると [1,13]、ギリシア軍を支援した英国軍、トルコ軍を支援したドイツ軍ともに、骨折や銃創の診断における X 線の価値を強調している。戦傷を適切に診断、治療するために、X 線装置を前線医療部隊に備える必要性が実感された。Küttner は次のように結んでいる [13]。

「我々は非常に貴重な X 線という新しい手段を有しており、戦傷者はそれを適用される権利を有する」

我々米国軍の医療部隊も、X 線の利用を怠らなかった。スペインとの戦争 (1898) では、病院、病院船に X 線装置 17 台が配備された。1900 年にその完全な報告「スペイン戦における米国軍医療部隊によるレントゲン線の利用」が公開された。この豊富な図版付の報告書は、骨折の診断においてその形状、粉碎状態、異物の有無など、従前の方法では知ることが難しかった情報を提供する X 線の価値を明らかにした。

骨折、銃創の診断における X 線の利用は、その治療方法に大きな変化をもたらした。金属異物の局在同定方法が急速に完成された。弾片や骨片の数、大きさ、分布を、容易、正確に決定できた。軍医の象徴でもあったゾンデは廃棄された。まもなく、すべての金属異物を除去するには広範な侵襲を加える必要があること、そしてより重要なことは、すべてを除去せずとも治療が得られることが認識されるようになった。

戦傷者の診断、治療における X 線の価値を証するこれら多くの報告書は、民間の医師にこの方法を採用させしめるもうひとつの力となった。

## 医療へのインパクト

医療における技術革新の常として、レントゲンの発見の採用に当たっては、一部に熱烈な信奉者がおり、多くの人々は懐疑の目で眺めあるいはこれを無視し、少数の積極的な反対者があった。ペンシルベニア大学の Henry W. Cattell は最も熱心な推奨者のひとりで、早くも 1896 年 3 月 6 日の Science 誌で次のように述べている [6]。

「レントゲンの発見の医学応用の多岐にわたる有用性は明白であり、外科医がまず、これから探検に出かける未知の土地の地図とも言えるこの光線による写真を見ずして、ある種の手術に臨むことは、倫理的に正当化されるか、という点がすでに問題である」

同年あるボストンの医師は、米国の病院は、X 線装置を完備することなく正当な患者診療はなしえない述べ

ている [22]. 同様の意見は、ボルチモア、セントルイスからも出され、米国中の意見が自ずから一致するようにみえた。

しかし 1896 年 2 月 22 日の The Medical News 誌には、懐疑的な意見が掲載されている。

「我々の現在の知識からすると、医学における積極的な利点は次の 3 つの場合に限られている。すなわち骨の骨折・脱臼・腫瘍、体内に埋没した弾丸・針・ガラス片、および石灰化結石である。最初のグループについては、この方法が現在の状態や方法から大きく進歩しない限り有用性は低いように見える。骨折、脱臼の検査においては、熟練した触診の技 (tactus eruditus) がなにより繊細かつ信頼のおける方法であり、現状で得られる粗いぼやけた陰影がどの程度役に立つのか疑問である。骨折、脱臼の症例において、この方法を行なうことによる遅延と患者の負担は、実際の診断目的の利用にあたっては克服しがたい障壁となるう」

このような懐疑は、新しい技術の発展につきものの、過度の期待、および失敗や失望に起因するものであり、その後も続いた。

1896 年 7 月の医学誌で McCosh は [15] は、最近の骨折治療の進歩を、X 線について全く触れずに述べている。翌 1897 年、David W. Cheever はその Shattuck Lecture 「新しい外科学」で、麻酔と無菌手術の発達による画期的進歩を賞揚しつつ、レントゲンの発見については言及していない。

1900 年、Bigelow の有名な教科書「股関節の脱臼と骨折の機序」の改版にあたって、X 線写真を追加していれば計り知れない価値があったであろうが、実際には 1 枚の X 線写真も追加されなかった。Stimson の「骨折、脱臼の実際」第 3 版 (1901 年) の書評には、多くの「権威」に特徴的な頑なさが良く表われている。

「追加された図版には多くの興味深い X 線写真もあるが、評者が思うには、従来法から得られる以上の重要な情報が骨折の X 線写真から得られることは稀である」

この姿勢は、1900 年の「X 線の医・法学関係に関する米国外科学会の委員会報告」にも反映されている。この非常に興味深い文書は、主に X 線写真を証拠として医療過誤で訴えられた学会員の不平を集めたもので、次のように結論している [20].

「骨折における X 線のルチーン利用は、現時点では、これを全例に使用すべきとするルールを正当化するに十分な利点を有しない」

この権威ある学会の立場は、13 年後 (1913 年) にすべての骨折、脱臼に原則として X 線を撮影することを推奨するようになるまで、変わることはなかった [24].

X 線発見後最初の 10 年間は、試行錯誤の時代であった。火傷、脱毛、誤診、技術的失敗はあったが、診断におけるその真価を曇らせることはなかった。これら

は、機器の改良、X 線写真の正常像、異常像のさらなる理解への努力を挫くことなく、これを推進することとなった。この 10 年間の終期における骨折治療の X 線の意義は、1907 年の Walsh の記述に要約されている。

「まとめると、骨外傷の治療にあたっては、従来の方法に比較して X 線撮影は次のような利点を有する。迅速、正確で、遅延や疑念を払拭できる。外科医の診断を確認あるいは修正できる。予後や治療法の判断材料を提供できる。患者の痛みを伴う無益な、時に危険な手技、麻酔のリスクを回避できる。外傷の正確な正常を恒久的に記録できる。患者、医療者にとって、現在、未来にわたって安全策として機能し、特別な教育的な価値も有する」

## 医学教育へのインパクト

骨折治療における X 線利用の発達は、学生の外傷治療教育の方法を根本的に変化させた。それ以前の学生は、受傷から完全治癒までフォローできる症例を数例も経験できれば幸運であった。治癒までのさまざまな段階における臨床所見の記述を読むしかなかった。しかし X 線写真は、患者の状態の恒久的な記録を残すことができる。治療経過中のどの段階の患者も学生に供覧することができ、それ以前の X 線写真を見せることにより経過を再現して見せられるようになった。典型的な骨折の解説図は、実際の骨折の X 線写真に取って代わられた。これは、教室の臨床状況を大きく変化させた。稀な骨折や脱臼の X 線写真も教育用に保存できるので、全員がこれを目にする機会に恵まれるようになった。臨床 X 線カンファレンスが、骨折治療の教育プログラムの最も重要な形となった。

1897 年の時点で、X 線を利用した骨折の新しい教科書の必要性が広く叫ばれることとなった。

「我々の骨折に関する知識は、ほぼ上限に達したと言って良い状態であった。しかしレントゲン線は新しい領域を拓き、まだまだ学ぶべきことがあることが明らかとなり... また新しいデータをあらためて蓄積して見直す必要がある」 [10]

「X 線に基づく骨折、脱臼に関する新しい教科書が現われるであろう。多くの意外な、驚くべき事実遭遇し、現在は不明な点が明らかになるであろう」 [8]

1900 年、Carl Beck は「骨折—レントゲン線の実際的使用法とともに」を出版し [2], これは「その発見無くして本書は日実現できなかつたであろう Wilhelm Conrad Röntgen に捧げ」られている。この本は、X 線を日常的に利用した骨折の診断、治療を扱った最初の教科書で、今日のすべての骨折の教科書の原型となったものである。

## 結語

レントゲンによるX線の発見, その後の医学における急速な応用は, 骨折の治療を大きく改善した. 従前より正確な診断, より正確な整復を可能としたためである. この新しい方法が急速に発展, 受容されたのは, 医学界の内部および外部で力が作用した結果である.

## 【参考文献】

### REFERENCES

1. Abbott, Francis C.: Surgery in the Graeco-Turkish War (1897), *Lancet* 1: 80-83, 152-156, 1899.
2. Beck, Carl: Fractures: With an Appendix on the Practical Use of the Röntgen Rays, Philadelphia, 1900, W. B. Saunders Company.
3. Bigelow, Henry J.: The Mechanism of Dislocations and Fracture of the Hip, Boston, 1900, Little, Brown & Company.
4. Borden, W. C.: The Use of the Röntgen Ray by the Medical Department of the U. S. Army in the War With Spain (1898), Washington D. C., 1900, Gout Printing Office.
5. Brokaw, A. V. L.: An Exhibition of Radiographs With Remarks, *Tr. South. Surg. & Gynec. Ass.* 10: 80, 1898.
6. Cattell, Henry W.: Application of the X-rays to Surgery, *Science* 3: 344-346, 1896.
7. Cheever, David W.: The New Surgery, *Mass. Med. Soc. Commun.* 17: 373-387, 1897.
8. Carson, Eugene R.: Some Observations on Colles' Fracture by the Aid of the X-ray, *Med. Rec.* 51: 649-653, 1897.
9. Fessler: Radiusfraktur, nach Prof. Röntgen photographiert, *München. med. Wehnschr.* 43: 201-202, 1896.
10. Freeman, Leonard: Some Fractures of the Lower End of the Radius as Seen by the Röntgen Ray, *Ann. Surg.* 25: 470-474, 1897.
11. Glasser, Otto: Wilhelm Conrad Röntgen and the Early History of the Röntgen Rays, Springfield, Ill., 1934, Charles C Thomas.
12. Helferich, H.: Atlas and Epitome of Traumatic Fractures and Dislocations. Edited by Joseph C. Bloodgood, Ed. 5, Philadelphia, 1902, W. B. Saunders Company.
13. Küttner, H.: Ueber die Bedeutung der Röntgenstrahlung für die Kriegschirurgie, *Beitr. z. klin. Chir.* 20: 167-230, 1898.
14. Matas, Rudolph: Report of the Committee of the American Surgical Association on the Medico-Legal Relations of the X-rays, *Tr. Am. S. A.* 18: 429-461, 1900.
15. McCosh, Andrew L.: Résumé of Recent Progress in Surgery, The Treatment of Fractures, *Med. News* 69: 46-48, 1896.
16. News Brief: *Literary Digest* 13: 178, 1896.
17. News Brief: *München. med. Wehnschr.* 43: 114-115, 1896.
18. News Brief: The Value of the New Photography in Military Surgery, *Brit. M. J.* 1: 1059, 1896.
19. News Brief: *Supplemento al Policlinico* 2: 568, 1896.
20. Report of the Committee of the American Surgical Association on the Medico-Legal Relations of the X-rays, *Tr. Am. S. A.* 18: 429-461, 1900.
21. Review, A Practical Treatise on Fractures and Dislocations by Lewis A. Stimson, ed. 3, *Ann. Surg.* 34: 719-721, 1901.
22. Richardson, M. W.: The Practical Value of the Röntgen Ray in the Routine Work of Surgical Office Practice, *Med. News* 69: 685-688, 719-721, 1896.
23. Röntgen, W. C.: On a New Kind of Rays, *Science* 3: 227-237, 1896.
24. Treatment of Fractures: Reports of the Committee on Fractures of the American Surgical Association for 1913, 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, and 1921.
25. Versuche zur Feststellung der Verwertbarkeit Röntgen'scher Strahlen für medicinisch-chirurgische Zwecke. *Veröffentl. a. d. Geb. d. Mil.-San. Wes.* 10: 1-45, 1896.
26. Walsh, David: The Röntgen Rays in Medical Work, ed. 4, New York, 1907, William Wood & Company.
27. Withers, Sanford: The Story of the First Röntgen Evidence, *Radiology* 17: 99-101, 1931.