

## 第二次審査（論文公開審査）結果の要旨

Development and validation of a novel overhead method for  
anteroposterior radiographs of fractured rat femurs

骨折したラット大腿骨の新しいエックス線正面撮影法  
overhead method の開発と検証

日本医科大学大学院医学研究科 救急医学分野

大学院生 佐藤 陽介

Scientific Reports. 14(1): article number 5536 掲載

DOI: 10.1038/s41598-024-56238-4

人間や大型動物の骨折した大腿骨の骨癒合を評価判定する方法として、古典的には正面像と側面像の 2 方向のエックス線撮影が用いられる。しかし、ラットでは側面像は確立しているものの生きたまま正面像を取る方法が確立してないため、エコー、マイクロ CT とその再構成、骨の病理像等が用いられてきた。しかしエコーは評価者の技量によること、CT は骨内インプラントによるハレーションにより骨折モデルでは骨折部の評価が困難になること、病理学的評価はラットを多数犠牲にする必要がある等デメリットも多い。

そこで本研究では、生きたラットで骨折を繰り返し測定できるように、生きたラットの大腿骨骨折モデルで大腿骨前後方向の新しいエックス線撮影法を確立することを目的とした。ラット 5 匹を用い、8mm の大きな第 3 遊離骨片を持つ大腿骨骨折モデルを作成した。手術後、我々の考案した overhead method を 3 回、craniocaudal view (犬では正面像として確立している) を 1 回撮影した。その後ラットを安楽死させ、大腿骨を取り出し大腿骨後面が床に平行になるように置きエックス線画像を撮影し、これを真の正面像とし、isolated femoral anteroposterior view と名付け、正面像の gold standard とした。これら 2 群と isolated femoral anteroposterior view との差を比べることでどちらがより gold standard に近い自然な正面像が撮影できるかを検討した。測定項目は、髓内釘長、頸体角、転子間距離/大腿骨頭直径、大腿骨外顆幅/内顆幅を設定した。また overhead method の測定そのもので遊離骨片を転位させる影響があるかを検討するため overhead method での 1, 3 回目間の遊離骨片の転位量を測定した。また overhead method の再現性をみるために検者内信頼性を、intraclass correlation coefficients (ICC) を用い測定した。

Overhead method は髓内釘長および頸体角において craniocaudal view よりも有意に gold standard との差が小さいことが示された。また overhead method 自体の検者内の再現性が高いことが示された。(髓内釘長 :  $1.53 \pm 1.26$  vs.  $11.4 \pm 3.45$ ,  $p < 0.001$ , ICC 0.96、頸体角 :  $5.82 \pm 3.8$  vs.  $37.8 \pm 5.7$ ,  $p < 0.001$ , ICC 0.96)。一方、転子間距離/大腿骨頭直径や大腿骨外顆幅/内顆幅において 2 群間の有意な差は見られなかった。5 匹の第 3 骨片の変位量は 0.11 mm 以内であり (骨幹幅の 2.4%)、overhead method を撮影することによる第 3 骨片への影響はわずかであることが確認された。結論として overhead method は犬等で確立している従来の craniocaudal view に比べ、真の正面像である isolated femoral anteroposterior view に近く、再現性が高いこと、遊離骨片に与える影響もわずかであることが示唆された。

審査委員より、本法の着想のきっかけと今後の展開について、生体に対する疼痛等の影響について、他の実験動物への応用について、開発における困難であったポイント、大腿骨でなく他部位の使用に関する可能性、超音波検査や CT 等、他の画像診断モダリティ活用の可能性について質疑がなされ、いずれも適切な回答を得た。

本研究は、研究者が開放性骨折モデルの髓内抗菌薬灌流の効果を判定する実験をデザインした中で、その評価自体に明確な手法がない現状に対し、オリジナリティあるアイデアにより確立された動物実験の評価法を発見、開発したことに意義がある。他の研究者と共有する意義のある研究論文であり、学位論文としてふさわしいものと判断した。