



原著

手術室（X線透視診断）画像のネットワーク化

竹下博志¹⁾、藤井俊¹⁾、加太佑吉¹⁾、佐藤史英¹⁾、阪田宗弘¹⁾
 山田学¹⁾、大宝英悟¹⁾、森崎真介¹⁾、平岡延之¹⁾、吉岡誠¹⁾
 溝口寿代²⁾、枚田敏幸³⁾、中西雄一⁴⁾、杉浦暢彦⁵⁾、野土信司⁶⁾

1) 済生会滋賀県病院 整形外科、2) 済生会滋賀県病院 看護部、3) 済生会滋賀県病院 画像診断科
 4) 済生会滋賀県病院 情報システム課、5) 済生会滋賀県病院 資材課、6) 済生会滋賀県病院 麻酔科

要旨

整形外科の移動型X線透視診断装置（C-arm）を用いる手術において、従来から閉創後・麻酔覚醒前に行っているX線（ポータブル）撮影は、患者の被曝量の増加と同時に効率的な手術室運用の時間的障害であった。2019年9月～11月の3ヵ月間におけるC-arm使用手術は129件、その執刀医・第一助手の医師数は延230人であった。また、ポータブル撮影依頼から画像確認までの当科医師を含む手術室スタッフと放射線技師の待機・拘束時間は約30時間であり、当科医師一人当たりの時間外労働時間は平均65.28時間／月（3.26時間／日）であった。C-armの画像データを電子カルテに転送する（ネットワーク化）機器（約120万円）が必要になるが、算出された当科医師の年間総人件費は約94万円である事から約1.28年（15.3ヵ月）分に相当した。C-arm画像のネットワーク化は、ポータブル撮影を省くことが可能となり患者の被曝量低減だけでなく、待機・拘束時間を省き退室時間を早め、手術室運用の効率化と当科医師の労働時間の短縮につながるだけでなく、その手術に関わる全スタッフの勤務時間の有効活用、即ち「働き方改革」につながる。

はじめに

当院は2015年よりドクターヘリの基地局となり、整形外科（以下、当科）の年間手術件数は、2019年には1,500件を超えた（図1）。また、社会の高齢化により脆弱性骨折は増加傾向であり、代表的な大腿骨近位部骨折の日本国内の発生件数は2030年には年間30万件に達すると予想¹⁾され、当院も例外ではない。故に、その二次骨折予防である骨粗鬆症治療において骨密度検査Dual energy X-ray Absorptiometry（以下、DXA）による評価が必須である。

一方、当科疾患に対する手術の特徴として、術

中に移動型X線透視診断装置（以下、C-arm）を使用する事が多く、従来から術後麻酔覚醒・退室前に必ず手術室でポータブルX線（以下、ポータブル）撮影を施行し、画像確認を行なっている。このポータブル撮影についての問題点として、1. 患者にとって術中のC-arm画像に加え被曝回数が増えること、2. ポータブル撮影依頼～画像確認までの手術関連スタッフの待機時間の発生、3. 診療放射線技師（以下、放射線技師）の着替えを含め手術室への往復・機器の移動・撮影・画像データのPicture Archiving and Communication System（以下、PACS）への読み込みといった拘束時間（以下、待機・拘束時間）の発生が挙げられる。

本研究の目的は、当科のC-armを使用した手術件数とその手術に関わった医師・手術室看護師と放射線技師のスタッフ数および待機・拘束時間、労働時間に伴う人件費を調査し、手術室におけるC-arm画像データのPACSへ転送（以下、ネットワーク化）によって得られる効果と導入に必要な経費を比較し、採算性を明らかにする事である。

対象と方法

対象は、2019年9月～11月の3カ月間に施行した当科手術全例とし、手術室看護スタッフの協力の下に調査を行った。調査項目は、総手術件数、

C-arm使用の有無、麻酔法・管理、携わった各スタッフ（研修医を除く当科執刀医・第一助手、麻酔科医、直接看護師・間接看護師、放射線技師）数、ポータブル依頼時刻・画像確認時刻とした。また、人事課に当科医師の労働時間給および総時間外労働時間を確認した。検討項目は、この3カ月間ににおけるC-armを使用した手術件数、その手術に伴うポータブル依頼時刻・画像確認時刻から算出した待機・拘束時間を用い、平均時間給から算出した当科医師の人件費、C-arm画像のネットワーク化に必要な経費および調査期間内の当科医師の総時間外労働時間（平均）とした。

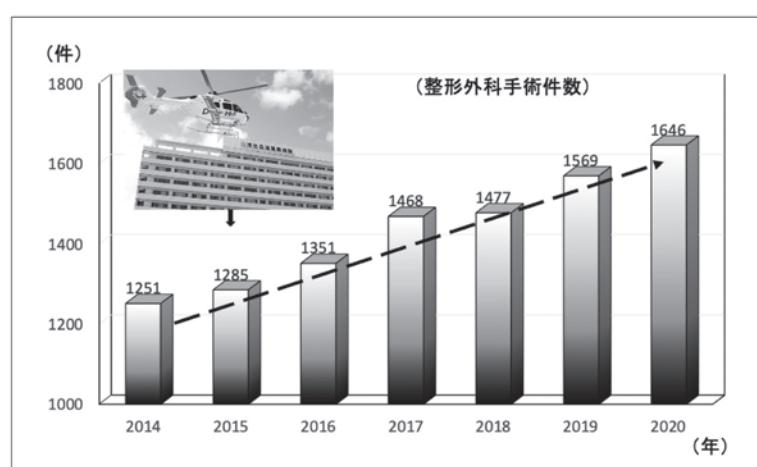


図1 整形外科年間手術件数

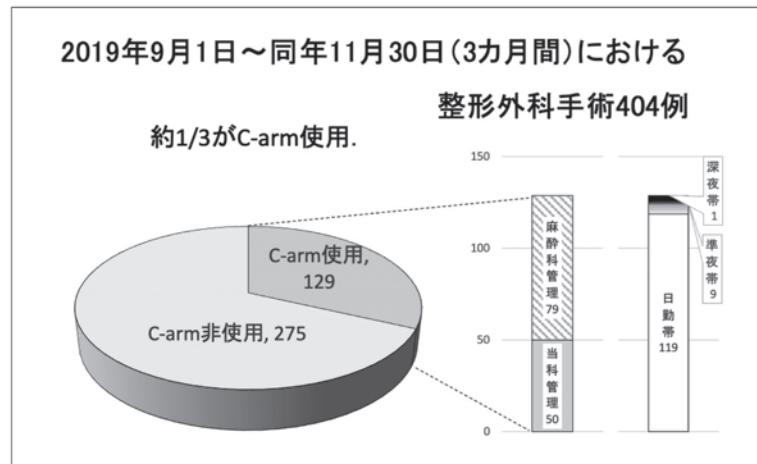


図2 対象期間の総手術件数

結果

対象期間の当科総手術件数は404件であり、内C-armを使用した手術は129件と約 $\frac{1}{3}$ を占めた。主に全身麻酔である麻酔科管理79件、脊椎麻酔を含む当科管理50件であり、各月の麻酔科管理は約6割(60.0~64.3%)であった(図2)。退出が日勤時間内の手術は119件であり、他準夜帯が9件、深夜帯が1件であった。待機・拘束時間は 13 ± 4 分(平均 \pm SD)であり、1件のみ突出していた。その1件は、同じ時間帯に当科だけでも5件重なっていた(図3)。

この期間のC-armを使用した手術129件に携わった研修医を除く各スタッフの延べ人数は、当科(執刀医・第一助手)230人、麻酔科79人、直接看護師・間接看護師・放射線技師は各129人であり、総計696人であった(図4)。また、当科医師延230人の総待機・拘束時間である30時間から算定した人件費は、235,759円/3カ月(78,586円/月)であった。

一方、手術室画像のネットワーク化に必要なC-arm 1台あたりのLANの配線やPCなどの機器にかかる経費は約30万円(資材課見積もり)であり、当院では5台のC-armを使用している(図5)。

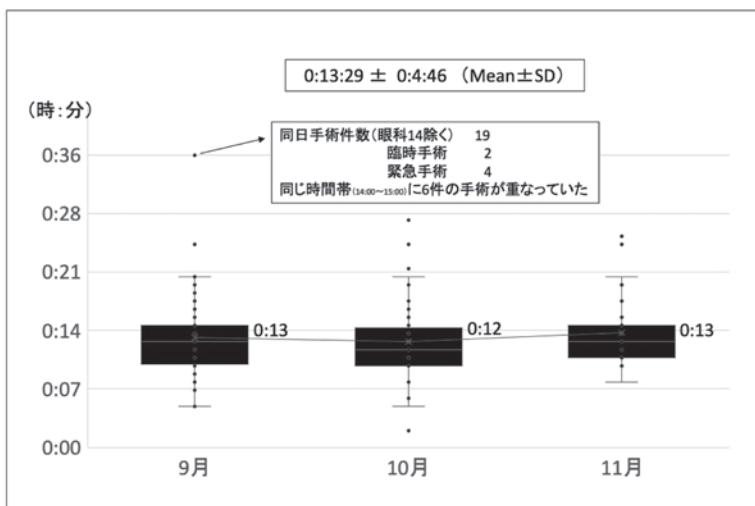


図3 待機・拘束時間

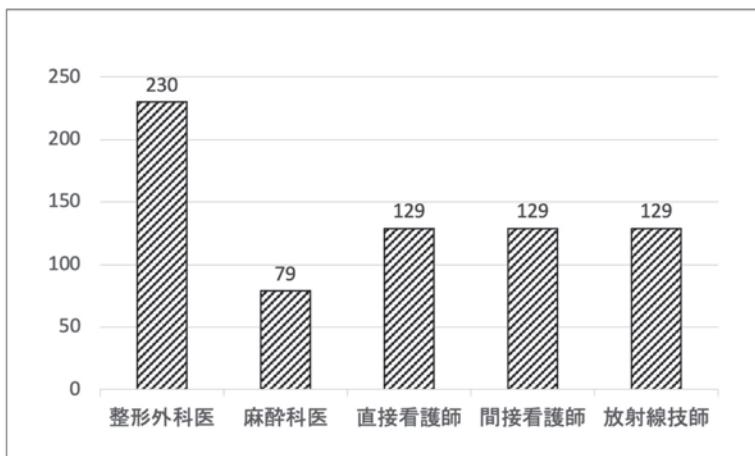


図4 C-arm使用手術スタッフ(延べ人数)

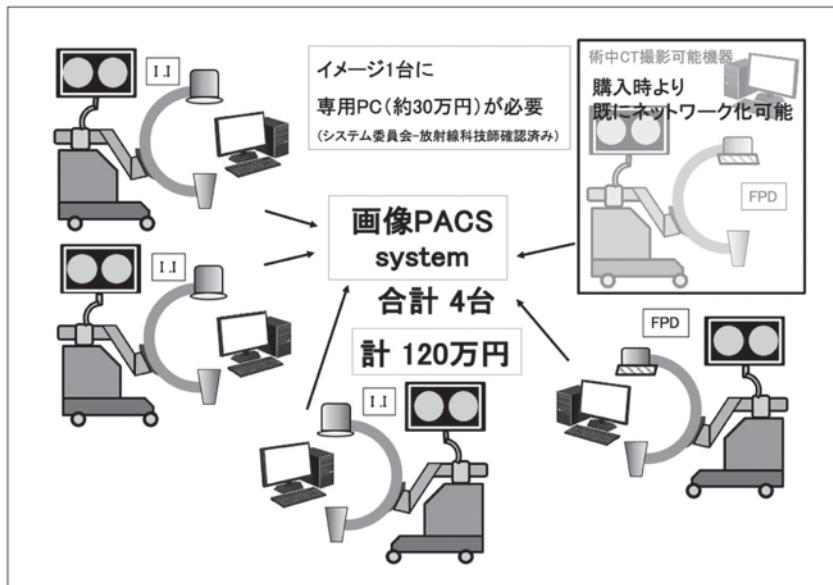


図5 ネットワーク化経費

また、この調査期間における当科医師10名の総時間外労働時間は、一人当たり平均65.28（63.4～68.2）時間／月であり、60時間／月を全員が超えていた。

考 察

2019年の当科における年間総手術件数は1,569件（図1）であり、調査を行った期間の手術件数の約3.8倍であり、この期間が特に多いわけでは無かった。

従来から術後麻酔終了前に必ず施行しているポータブル撮影は、ガーゼなどの異物の残存防止やインプラントの確認といった医療安全管理の観点²⁾から、当科では基本2方向の撮影を行っている。また、撮影部位は軟部組織の少ない手指から深層まで軟部組織で囲まれた腰椎や股関節を含む骨盤まで広く多様である。一方、当科領域のX線撮影の被曝量の低減目標値として示される診断参考値レベル（Diagnostic Reference Level：DRL）に照らし合わせてみると2方向では0.2～12.5（mGy）と部位によって大小様々である^{3),4)}。しかし、手術に最低限必要な医療被曝は「合理

的に達成可能な限り放射線被曝を抑える（as low as reasonably achievable : ALARAの原則）」⁵⁾に基づいて配慮されるべきである。

今日、C-armのモニターはCTRから高精細なLEDディスプレイに置き換わり、X線受像部のフラットパネルディテクタ（以下、FPD）化や従来からの受像部であるイメージインテンシファイア（以下、I.I.）の画像さえもデジタル処理技術による自動補正によって、画像は以前に比べはるかに鮮明になった。したがって、最終確認したC-arm画像のネットワーク化により術後ポータブル撮影を省くといった「業務改善」⁶⁾は、安全管理上問題無いと考える。

被曝量は様々だが術後ポータブル撮影を省くことは、患者の被曝量を低減するだけでなく、全身麻酔の場合は麻酔時間を少しでも減らすことができ、より早く手術室を退室することができる。もちろんC-arm画像データのPACS転送に要する時間は、ポータブル撮影画像のPACS転送と同様で減らせらないため、待機・拘束時間の全てを減らすことは不可能だが、日勤時間内であればポータブル撮影を行う放射線技師の往復・着替え・機器移動などの時間をDXAや他の画像検査業務へ

シフトすることは十分可能である。

近年時間外労働時間の多い企業において「タスク・シェア」や「タスク・シフト」といった「働き方改革」が呼ばれており、医療においても例外では無く、厚労省は2024年に向けて労働時間の短縮を強力に推し進めていく方針である^{6,7)}。そこで今回行った調査期間における当科医師10名の総時間外労働時間は平均652.8時間／月であり、平日勤務は60日であることから、平日勤務一人当たり3.26時間／日となる。当科医師の時間外労働時間に比べれば、術後ポータブル撮影に生じる待機・拘束時間は僅かな時間ではあるが、労働時間の短縮といった観点から2024年への努力目標として必要である。

現在当院のC-armは、計5(FPD: 2, I.I: 3)台であるが、1台のFPDは購入時より既にネットワーク化が可能な仕様であったため、ネットワーク化に必要な機器の総経費は約120万円となるが、待機・拘束時間の結果から算出された当科医師の年間総人件費から約94万円である事から約1年4カ月(1.28年、15.3カ月)に相当する。

術中C-arm使用手術における術後ポータブル撮影の省略と術中画像のネットワーク化は、外来時間内であれば放射線技師の他の画像検査業務へ人の・時間的シフトが可能となり、手術に関連するスタッフ(当科医師のみならず麻酔科医師・手術室看護師・清掃スタッフ)が、その分の時間を術後指示や申し送り、次の手術へ向けての清掃や準備に早く向かうことができ、手術室の効率的な運用が行える。その結果、手術室スタッフのみならず入院病棟スタッフの業務も前倒し可能となり、全スタッフの勤務時間の有効活用となり厚労省の押し進める2024年の労働時間短縮につながる。

結 語

今回手術室においてC-armを使用した手術におけるポータブル撮影にかかる待機・拘束時間の調査を行った。その結果、C-arm画像のネットワーク化の必要経費は待機・拘束時間より算出された

当科医師の年間総人件費の約1年4カ月分に相当した。ポータブル撮影を省くことが、同時に患者の被曝量を低減し退室時間を早め、手術室運用の効率化やその手術に関わる全スタッフの勤務時間の有効活用にもつながり、十分採算性があると考えられた。

本研究は、済生会滋賀県病院倫理委員会の指針に従って患者データの収集と処理を行った。

引用文献

- 萩野 浩：脆弱性骨折予防の重要性. 臨床リウマチ. 2018; 30: 141-144.
- 医療事故情報収集等事業第15回報告書: 2008; 121-154.
- 谷 匡浩：診断領域における被ばく線量管理と評価. 日本農村医学会雑誌. 2016; 65(4): 816-822.
- 医療被ばく情報研究情報ネットワーク(J-RIME):日本の診断参考レベル(2020年版) National diagnostic reference levels in Japan (2020)-Japan DRLs 2020-. 2020: 6-29.
- 日本医学放射線学会：診療用放射線の安全利用のための指針に関する参考資料: 2019; 1-14.
- 高平仁史:「働き方改革」の主旨は時間外労働の削減ではなく「業務改善」. ブレインナーシング. 2020; 36: 312-312.
- 秋元 讓:[Q]医療機関のタスク・シフティング、タスク・シェアリングについて. 月刊保険診療. 2020; 75(6): 74-78.

論文受付: 2021年2月18日 論文受理: 2022年1月24日