

氏 名（本 籍）	藤 本 敬 太	（岐阜県）
学 位 の 種 類	博 士（医学）	
学 位 授 与 番 号	甲第 1193 号	
学 位 授 与 日 付	令和 4 年 3 月 25 日	
学 位 授 与 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当	
学 位 論 文 題 目	Clavicle fracture following neck dissection: imaging features and natural course	
審 査 委 員	（主査）教授	秋山 治彦
	（副査）教授	飯田 宏樹                      教授 千田 隆夫

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 【目的】

頭頸部癌において頸部リンパ節郭清は頸部リンパ節転移の診断，病期分類，治療に有用な標準的な手術手技である。頸部リンパ節郭清の合併症として縫合離開，感染，出血，リンパ漏，皮下気腫，気胸，唾液漏，静脈鬱滞，神経損傷などが挙げられる。鎖骨骨折は頸部リンパ節郭清に伴う稀な合併症であり，その頻度は頸部リンパ節郭清の約 0.4-0.5%と報告されている。頸部リンパ節郭清に伴う鎖骨骨折の原因はこれまでに様々な仮説が提唱されているが，明確な機序は明らかにされていない。頸部リンパ節郭清に伴う鎖骨骨折の鑑別診断として骨転移，局所浸潤，骨壊死，骨髓炎，続発性肉腫などの放射線治療関連有害事象が挙げられるが，臨床所見だけではこれらを鑑別することはできない。鎖骨骨折の原因に応じて治療戦略が大きく異なるため，これらを正確に診断することが必要不可欠である。本研究の目的は，頸部リンパ節郭清術後に生じた鎖骨骨折の画像的特徴と自然経過を明らかにすることである。

### 【対象と方法】

2008 年 3 月から 2017 年 7 月に当院で頭頸部癌に対して頸部リンパ節郭清を含む頭頸部手術を施行した 281 例のうち，経過観察の CT で鎖骨骨折を認めた 8 例(2.8%)を対象とした。このうち 1 例には両側の鎖骨骨折が発生したため，計 9 部位の鎖骨骨折の CT 所見を評価した。いずれもその後の経過観察で病勢の増悪がないことを確認し，骨転移または局所再発による病的骨折を慎重に除外している。8 例の平均年齢は 76 歳で，男性 6 例，女性 2 例であった。背景疾患は舌癌 2 例，歯肉癌 1 例，頬粘膜癌 1 例，口蓋癌 1 例，上咽頭癌 1 例，中咽頭癌 1 例，下咽頭癌 1 例であった。頸部郭清の術式は根治的頸部郭清が 4 部位，選択的頸部郭清が 4 部位，根治的頸部郭清変法が 1 部位であった。胸鎖乳突筋は 5 部位，副神経は 4 部位で温存された。鎖骨を照射範囲に含む放射線治療が 6 部位で施行された。鎖骨骨折を Robinson 分類に基づいて分類した後，CT 画像における骨髓脂肪組織濃度上昇，骨外腫瘍形成，溶骨像，関節内骨折，転位，遊離骨片の有無について 2 名の放射線科医が評価した。また経過観察時の CT 画像における骨癒合の有無についても評価した。3 部位には鎖骨骨折の出現から 1 か月以内に  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT が撮影されており，骨折部の standard uptake value の最大値 ( $\text{SUV}_{\text{max}}$ ) を測定して FDG 集積を評価した。

## 【結果】

7 部位に腫脹、疼痛、発赤などの症状を認めたが、2 部位では無症状であった。頸部リンパ節郭清を施行してから鎖骨骨折を生じるまでの期間は 2～8 か月（中央値、4 か月）であった。放射線治療後に鎖骨骨折を生じた 6 部位では、放射線治療の完遂から鎖骨骨折を生じるまでの期間は 0～28 か月（中央値、5 か月）であった。全例が鎖骨近位端に発生し、骨外腫瘍形成を伴う骨髄脂肪組織濃度上昇を認めた。関節内骨折は 3 部位（33%）、転位は 2 部位（22%）、遊離骨片は 3 部位（33%）に認めた。鎖骨骨折部位には溶骨像を認めなかった。経過観察時の CT では、6 部位（67%）の骨折が癒合せずに偽関節を形成した。骨癒合を認めた 3 部位（33%）では、鎖骨骨折から骨癒合を生じるまでの期間は 4～16 か月（中央値、6 か月）であった。鎖骨骨折後に施行された  $^{18}\text{F}$ -FDG-PET/CT では骨折部位に軽度の FDG 集積を認め、 $\text{SUV}_{\text{max}}$  は 3.3～5.3（中央値、4.1）であった。

## 【考察】

鎖骨骨折における骨髄脂肪組織濃度上昇は血腫、骨髄浮腫、炎症細胞浸潤によって生じ、骨外腫瘍形成は血腫、肉芽組織、線維化によって生じるが、これらの所見は鎖骨骨折後に見られる非特異的な画像所見である。一方で、溶骨像を認めないことは骨転移や局所浸潤による病的骨折よりも頸部郭清術の合併症による骨折を示唆する所見であると考えられた。骨折の原因として放射線治療に伴う血流障害や骨芽細胞の傷害、胸鎖乳突筋の切除に伴う鎖骨に付着する筋の牽引バランスの不均衡、drooping shoulder（僧帽筋の麻痺もしくは筋力低下によって上肢の下垂が起こる病態）などがこれまでに提唱されているが、本研究においてはいずれも主たる原因とは言い切れず、これらの要因が複合的に関与していると考えられた。

一般的な外傷性の鎖骨近位端骨折はほとんどの症例が 24 週までに骨癒合を認め、偽関節形成は 8.3%と報告されている。これに対し、頸部郭清後の鎖骨骨折は偽関節形成の頻度が高く、骨癒合が遅延するため、通常の鎖骨骨折とは異なる経過を示すことが示唆される。本研究では、鎖骨骨折後の経過観察で偽関節形成を認めた 6 部位に放射線治療が施行されていたが、骨癒合を認めた 3 部位には放射線治療が施行されておらず、放射線治療は偽関節形成の重要なリスクファクターと考えられた。

## 【結論】

頸部リンパ節郭清術後の合併症である鎖骨骨折では、溶骨像を伴わない骨外腫瘍形成を認め、特に溶骨像の欠如は転移や局所浸潤に伴う病的骨折を除外するのに有用な画像所見の可能性はある。骨折後の自然経過では偽関節形成の頻度が高く、特に放射線治療を施行した症例に生じやすい。また骨癒合をきたした症例では骨癒合は 24 週以内に認めた。

## 論文審査の結果の要旨

申請者 藤本 敬太は、頭頸部癌における頸部リンパ節郭清後の合併症である鎖骨骨折に着目し、8 症例 9 部位の画像的特徴と自然経過及び原因を検討し、鎖骨骨折は鎖骨近位端に発生すること、偽関節形成の頻度が高く、特に放射線治療がリスクファクターであることを見出した。本研究成果は、頭頸部癌における頸部リンパ節郭清後の合併症の予防や治療に貢献するものと認められる。

---

### [主論文公表誌]

K. Fujimoto, H. Kato, Y. Kaneko, M. Aoki, B. Kuze, K. Kato, T. Shibata, M. Matsuo, Clavicle fracture following neck dissection: imaging features and natural course  
Br. J. Radiol. 92(1100) (2019) 20190054. doi:10.1259/bjr.20190054