

人工股関節ステム周囲骨折の治療戦略②

〈Vancouver Type C, 人工関節間大腿骨骨折, 高齢者大腿骨遠位端骨折〉



おゆみの中央病院 副院長 / 整形外科 人工関節・関節機能再建センター センター長

中嶋隆行

1999年北里大学医学部卒業。千葉大学医学部附属病院での研修を経て、2008年に千葉大学大学院にて医学博士号を取得。君津中央病院医長や東千葉メディカルセンター特任准教授などを歴任し、一貫して整形外科および関節外科の最前線で研鑽を積む。現在は、おゆみの中央病院副院長、および人工関節・関節機能再建センターセンター長を務めている。専門は股関節・膝関節の外科治療と骨折外傷治療である。特にロボット支援人工関節置換術においては、指導的立場であるプロクター（手術指導者）の資格を有し、最先端技術を用いた高精度な手術を実践する。日本骨折治療学会賞の複数回受賞や、2025年の国際整形外科外傷学会（IOTA）フェロー選出など、その卓越した技術と知見は国内外で高く評価されている。豊富な臨床経験と最新のバイオメカニクスに基づき、常に個々の患者に最適な医療を提供し続けている。

1 はじめに	p02
2 Vancouver Type C, IPFの分類と診断の要点	p03
3 高齢者大腿骨遠位端骨折	p11
4 まとめ	p17

アイコン説明

-  注意事項/課題・問題点
-  補足的事項/エッセンス
-  お役立ち/スキルアップ
-  関連情報へのリンク

ご利用にあたって

本コンテンツに記載されている事項に関しては、発行時点における最新の情報に基づき、正確を期するよう、著者・出版社は最善の努力を払っております。しかし、医学・医療は日進月歩であり、記載された内容が正確かつ完全であると保証するものではありません。したがって、実際、診断・治療等を行うにあたっては、読者ご自身で細心の注意を払われるようお願いいたします。

本コンテンツに記載されている事項が、その後の医学・医療の進歩により本コンテンツ発行後に変更された場合、その診断法・治療法・医薬品・検査法・疾患への適応等による不測の事故に対して、著者ならびに出版社は、その責を負いかねますのでご了承下さい。

HTML版

スマホでも読みやすいブラウザ表示です。本コンテンツ購入後、無料会員登録することご利用いただけます。

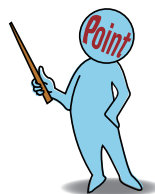
無料会員登録

無料会員登録の手順の解説です。

オリジナルコンテンツ

日本医事新報社のオリジナル Web コンテンツや関連書籍を検索できます。

- Vancouver分類Type Cおよび人工関節間大腿骨骨折（IPF）では、既存インプラントによる応力集中のため、強固な固定が必要である。
- 特にIPFでは、インプラント間をブリッジしてmetal gapを補強することが重要である。
- バイオメカニクスに基づく高剛性の術式選択により、NPCやダブルプレート固定は高い剛性と耐荷重性を実現し、高齢者や肥満患者においても術後即時全荷重（WBAT）を可能とする。



1 はじめに

1 Vancouver Type Cの定義と特殊性

人工股関節ステム周囲骨折（periprosthetic femoral fracture：PPF）のうち、Vancouver分類におけるType Cは、骨折線が人工股関節ステム遠位端よりさらに遠位の骨幹部～骨幹端に位置する骨折と定義される（表1）¹⁾。この病態はステムの安定性に直接的な影響を及ぼさないものの、既設ステムの存在により髄内血行や応力分布が変化しており、通常の大腿骨骨折とは異なる生物学的・力学的環境下にある。特に、大腿骨遠位に人工膝関節が存在する場合には、上下のインプラントに挟まれたきわめて短い領域に生じる人工関節間大腿骨骨折（interprosthetic fracture：IPF）となり、これはDuncanらによる包括的分類であるUnified Classification System（UCS）²⁾においてType Dに分類される。この領域は著しい応力集中を生じるstress riserとなるため、治療難易度はきわめて高い。

本稿ではType Cに加え、IPFについて解説



表1 Vancouver分類

分類	Type A	Type B	Type C
定義	大転子（Type AG）または小転子（Type AL）の骨折	ステム周囲からステム遠位端付近の骨折 B1：インプラントのゆるみがないもの B2：インプラントのゆるみがあるもの B3：インプラントのゆるみに加え、髄内の骨欠損を伴うもの	骨折線がステム遠位端から十分に離れた骨幹部～骨幹端に位置する骨折

（文献1より作成）

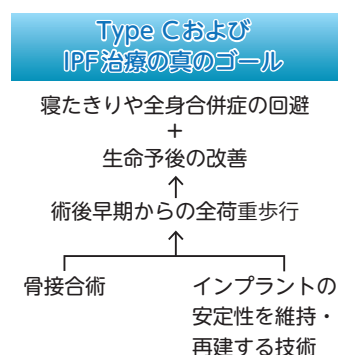
2 高齢者大腿骨遠位端骨折の特殊性

大腿骨遠位端骨折は、高齢者において大腿骨近位端骨折と同様に生命予後を左右する重篤な外傷である。60歳以上的大腿骨遠位端骨折患者におけ

る90日死亡率は11%，1年死亡率は21％に達しており³⁾，死亡率の低減および機能予後の改善のためには，術後早期の離床と運動療法の開始が至上命題となる⁴⁾。しかし，高齢者の背景には高度な骨粗鬆症や肥満，糖尿病などの併存疾患があり，また，変形性膝関節症に伴う関節拘縮を有することも多く，これらは強固な初期固定の獲得を阻む大きな要因となっている。

3 治療戦略の核心と本稿の目的

Type CおよびIPF治療の真のゴールは，高齢患者における寝たきりや全身合併症を回避し，生命予後を改善するために，術後即時全荷重（weight bearing as tolerated：WBAT）を実現することにある。特に，上下をインプラントに挟まれたIPF症例や，高度な骨粗鬆症を伴う大腿骨遠位端骨折においては，従来の単独固定法では十分な初期固定性の獲得が難しい。そのため，骨癒合をめざす骨接合術と，インプラントの安定性を維持・再建する技術の高度な融合が不可欠である。これまで，これらの難治性骨折に対する主要なデバイスはプレートや髓内釘，ケーブルなどであったが，その適応限界や複数のインプラントを組み合わせた際の相乗効果については，多分に経験則に依存してきた。そこで本稿では，有限要素解析（finite element analysis：FEA）を用いたバイオメカニクスの視点を導入する⁵⁾⁶⁾。エビデンスに基づき，nail plate combination（NPC）をはじめとする最新の固定戦略について考察するとともに，再手術を回避し，早期離床を確実にするための実践的なサージカルテクニックについて詳述する。



2 Vancouver Type C, IPFの分類と診断の要点

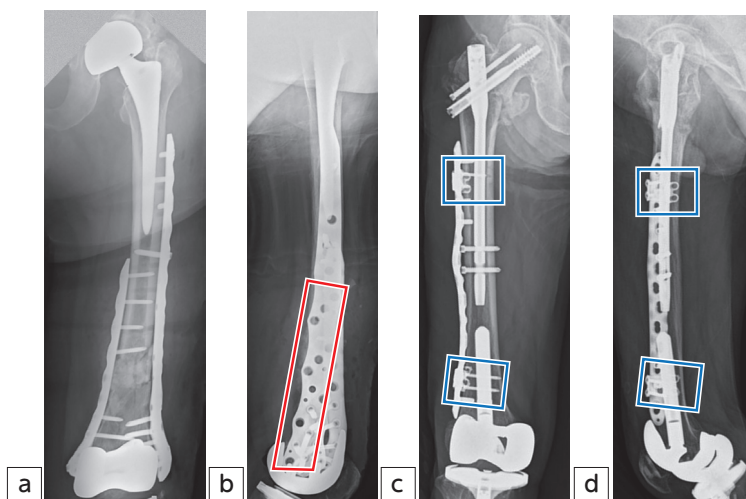
1 Vancouver Type C

Type Cは骨折線がステム遠位端から十分に離れた骨幹部あるいは骨幹端に位置するため，Type B1と比較して，以下の点で骨癒合に有利な条件を備えている。

Type Cの，Type B1と比較して骨癒合に有利な条件

- 良好な骨母床：インプラントから離れた，骨量が保たれた部位での骨折が多い
- 温存された髓内血行：インプラントによる髓腔の占拠が限定的であり，髓内血行が維持されやすい
- 固定の自由度：ステムが直接的な固定の妨げにならず，通常の骨折固定

図7 大腿骨弯曲 (bowing) とプレートの不適合への対処



a: IPFに対するダブルプレート固定後のX線正面像, b: 同側面像

プレートの適合性を優先し、顆部後方寄りのプレート設置 (b: 赤枠) を容認する。遠位骨折や骨折部の固定性が不足する場合は、2-プレートを併用する

c: 参考症例X線正面像, d: 同側面像

大腿骨近位には転子部骨折に対するshort femoral nailが、大腿骨遠位にはステムつき人工膝関節コンポーネントによる人工膝関節がある。metal gapを回避するために外側プレート固定を行った。外側プレートにアタッチメントプレートを追加し、髄内釘および人工膝関節ステム周囲でのスクリュー数を確保することで (c・d: 青枠), overlapした部分のプレートの固定性を高めた

②NPCの採用

顆上部骨折に対して逆行性髄内釘 (retrograde intramedullary nail: rIMN) を使用する場合は、ステムつき人工膝関節への再置換術を行う場合には、髄内デバイス間には必ずmetal gapが生じる。この力学的脆弱性を補完するため、筆者はNPC、すなわちネイルとプレートの併用固定を標準術式としている。

3 高齢者大腿骨遠位端骨折

1 高齢者大腿骨遠位端骨折に対する内固定

大腿骨遠位端骨折に対するNPCやダブルプレート (double plating: DP) など、複数のインプラントを組み合わせた固定法は、特に粉碎骨折や骨粗鬆症を伴う高齢者の治療において、近年注目されている^{14) 15)}。NPCでの固定によりWBATが可能となり、さらに骨癒合に優れるエビデンスが構築されれば、高齢者大腿骨遠位端骨折の治療戦略は大きく変わる。NPCは“nail plate construct”とも表記される。

ポイント: 外側ロッキングプレート (LLP) 固定と逆行性髄内釘 (rIMN) 固定

大腿骨遠位端骨折の固定方法として、外側ロッキングプレート (lateral locking plate: LLP) とrIMNが一般的である。LLPはプレー

トが全荷重を直接支持する構造 (load-bearing) である。一方, rIMN は荷重を分散して支持する構造 (load-sharing) であり, 大腿骨皮質と髄内釘に応力を分散させる特性を有する¹⁶⁾。両者の力学的特性は異なるものの, 臨床成績に有意差はないとされる¹⁷⁾。しかし, LLPでは骨癒合不全やプレート折損の懸念があり, rIMNでは粉碎骨折において荷重の分散が不十分となる場合や, 大腿骨遠位部に横止めロッキングスクリューを挿入するための健常骨が確保できず適応が制限される場合がある。すなわち, 高齢者の大腿骨遠位端骨折に対しては, いずれの方法も単独ではWBATを許可できない症例が存在する。

2 NPCの有用性

LLPとrIMNを組み合わせるNPCは, 両者の力学的特性の相乗効果により, より強固な固定性をもたらす。人工骨を用いた大腿骨顆上部骨折(AO/OTA 33A3)モデルのバイオメカ研究¹⁸⁾では, NPCはLLP単独およびrIMN単独と比較して, 軸方向剛性, ねじり剛性, ならびに破綻荷重が有意に高かった。また, 大腿骨遠位端関節内骨折(AO/OTA 33C)モデルを用いたバイオメカ研究¹⁹⁾においても, NPCはLLP単独と比較して有意に高い剛性および耐荷重性を示し, 最大荷重(体重の2.5倍までの繰り返し荷重)後のsurvivabilityは100%であった。

これらの結果から, NPCは優れた剛性および耐荷重性が得られ, インプラントの破損リスクが低いため, 高齢者大腿骨遠位端骨折に対して全例でWBATが可能と考えられる。さらに, プレートとネイルを遠位側で連結するlinked NPC(LNPC)は, 固定点数を増加させることで構造全体の安定性をさらに高め, 合併症の発生リスクを低減させると報告されている¹⁵⁾。

ポイント：NPCのバイオメカ研究から得られた知見

- NPCに使用するrIMNの直径：より大径の髄内釘(11mm)を使用することで, NPCの安定性が向上し, WBATの促進が期待できる²⁰⁾
- LLP vs. rIMN vs. NPC：NPCは最も安定した固定法であり, 軸方向剛性・ねじり剛性が高く, インプラント破損リスクを軽減する。骨癒合までの固定力が強く, WBATが可能である¹⁸⁾
- LLP(4.5-mm lateral locked distal femoral plate) vs. LLP + low profile 3.5-mm medial distal tibial plate vs. LLP + 3.5-mm reconstruction plate vs. NPC：NPCは最高の剛性・耐荷重性を示し, survivabilityは100%であった。low profile plateの効果は乏しい¹⁹⁾