

大腿骨近位部骨折患者における
栄養リスクと歩行機能および日常生活活動の関連

名古屋大学大学院医学系研究科
総合保健学専攻

石川 康伸

令和6年度学位申請論文

大腿骨近位部骨折患者における

栄養リスクと歩行機能および日常生活活動の関連

名古屋大学大学院医学系研究科
総合保健学専攻

(指導：内山 靖 教授)

石川 康伸

大腿骨近位部骨折患者における栄養リスクと歩行機能および日常生活活動の関連

名古屋大学大学院医学系研究科
総合保健学専攻
石川 康伸
指導教員 内山 靖

目的

本研究の目的は大腿骨近位部骨折患者の栄養リスク、歩行機能および日常生活活動（Activities of Daily Living: ADL）との関連を明らかにすることである。

方法

対象者は大腿骨近位部骨折と診断された 65 歳以上の高齢患者であり、2019 年 1 月から 2022 年 12 月までに回復期リハビリテーション病棟を退院した患者とした。栄養リスクは Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI)、歩行機能は modified Harris Hip Score の下位項目、ADL は Functional Independence Measure (FIM) で評価し、基本情報（年齢、性別、Body Mass Index、認知機能、骨折前の歩行状態、受傷から回復期リハビリテーション病棟の退院までの経過日数）および臨床情報（併存疾患、大腿骨近位部骨折の種類と骨折側、外科的治療、血液データ、および多剤服薬）を後方視的に診療録から収集した。ADL との関連について重回帰分析と構造方程式モデリングによるパス解析を実施した。

結果

解析対象は 206 名（85.0±7.3 歳、女性 172 名、男性 34 名）であった。ADL を従属変数とした重回帰分析では、歩行機能 ($\beta = 0.488, p < 0.001$)、認知機能 ($\beta = 0.430, p < 0.001$) および外科的治療 ($\beta = -0.143, p < 0.001$) が独立変数として抽出された。パス解析の結果、栄養リスクは、歩行機能と認知機能に直接的に関連したが、ADL には直接的に関連しなかった。歩行機能と認知機能は ADL に対して直接的に関連した。

結論

大腿骨近位部骨折を有した高齢患者において栄養リスクは歩行機能や認知機能を介して ADL に間接的に関連していることが明らかとなった。

Association of Nutritional Risk with Gait Function and Activities of Daily Living in Older Adult
Patients with Hip Fractures

(大腿骨近位部骨折患者における栄養リスクと歩行機能および日常生活活動の関連)

Department of Integrated Health Sciences
Nagoya University Graduate School of Medicine

Yasunobu Ishikawa

Academic adviser: Yasushi Uchiyama

Objective

To investigate the association of nutritional risk with gait function and activities of daily living (ADL) in older adult patients with hip fractures.

Methods

The retrospective data of older adult patients diagnosed with hip fractures who visited the recovery-phase rehabilitation ward between January 2019 and December 2022 were reviewed. Nutritional risk was evaluated using the Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI); gait function and ADL were assessed using the modified Harris hip score subitem and functional independence measure, respectively. Multivariate linear regression and path analysis with structural equation modeling were used to examine the factors associated with ADL and the associations among the study variables.

Results

This study included 206 participants (172 women and 34 men; mean age, 85.0±7.3 years). In the multivariate analysis, gait function ($\beta = 0.488$, $p < 0.001$), cognitive function ($\beta = 0.430$, $p < 0.001$), and surgery ($\beta = -0.143$, $p < 0.001$) were identified as independent factors. Pathway analysis revealed that nutritional risk was not directly correlated with ADL but was directly associated with gait and cognitive functions. Gait and cognitive functions, in turn, were directly related to ADL.

Conclusion

Nutritional risk was found to be associated with ADL through an intermediary of gait and cognitive functions.

【背景】

大腿骨近位部骨折は高齢者に最も多い骨折であり、受傷者は今後も増加していくことが予測されている[1,2]。大腿骨近位部骨折を有した入院患者のおよそ 20%から 40%は低栄養リスクを有しており [3]、また、先進国の低栄養リスクは疾患や入院による要因が主なものであることが調査されている[4]。低栄養リスクが大腿骨近位部骨折患者に及ぼす影響は、死亡率の増加[5]、感染症やせん妄などの入院中の合併症の増加[6,7]、および機能回復の遅延などが報告されている[8,9]。

近年、低栄養リスクが日常生活活動（Activities of Daily Living: ADL）に及ぼす影響に着眼した報告が増加しているが[10-14]、複雑な要因から構成される ADL との関連について[15]、低栄養リスクの関与には議論の余地がある。低栄養リスクと ADL の関係性を調査した先行研究の問題として、栄養関連指標として多用されている Mini-Nutritional Assessment (MNA) の下位項目に歩行機能や認知機能を含んでいることから[16]、MNA と ADL の関係が過大評価された可能性がある。特に、大腿骨近位部骨折患者の ADL は MNA と関連を示しているが、Malnutrition Universal Screening Tool、Nutritional Risk Screening 2002 および Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI)などの他の確立された栄養関連指標との関連を示さなかった[17]。さらに、入院高齢者の低栄養リスクを評価した場合、MNA は低栄養リスクを検出する感度は高いものの、特異度が低く、低栄養リスクの過剰診断を引き起こしやすい特性が報告されている[18,19]。したがって、MNA によって低栄養リスクの問題がないのにも関わらず低栄養リスクと判断された入院高齢者は、歩行機能や認知機能の問題が関与した可能性がある。つまり、低栄養リスク、歩行機能および ADL の関係性を明らかにする際、低栄養リスクの評価に MNA を用いることは必ずしも適切とはいえないものとする。

入院患者に対する栄養関連指標は MNA の他に、血清アルブミンと理想体重比から求められる GNRI が用いられる。GNRI は、認知機能障害のある患者にも適応できることや、日常的な検査で簡便に測定できることから、大腿骨近位部骨折患者に対して用いやすい特徴がある[20]。大腿骨近位部骨折患者の栄養リスクを GNRI で評価した先行研究は、手術後の生命予後に対して GNRI は危険を予測する因子であったことを明らかにしている[21]。一方、GNRI と大腿骨近位部骨折患者の歩行機能および ADL の関連については明らかにされていない。歩行機能や認知機能を含まない栄養関連指標である GNRI と ADL の関連を調査することで、大腿骨近位部骨折患者の純粋な栄養リスクと歩行機能および ADL の関連を明らかにできる可能性がある。

低栄養リスクは ADL と直接的に関連しているのか、または、歩行機能を介して間接的に関連しているのかを明らかにすることで、入院中の大腿骨近位部骨折患者の ADL や歩行機能に対する栄養リスクを考慮した効果的な理学療法の実現に役立つと考える。そこで、本研究の目的は大腿骨近位部骨折患者の栄養リスクと歩行機能および ADL との関連を明らかにすることである。

【方法】

1. 対象

2019年1月から2022年12月までの4年間で、A病院の回復期リハビリテーション病棟を退院した患者を対象とした。取込基準は、大腿骨近位部骨折と診断された65歳以上の高齢患者とした。除外基準は、死亡または全身状態の悪化により退院した患者、データに欠損がある患者とした。

本研究は、ヘルシンキ宣言および The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE 声明) に従って実施した。本研究は名古屋大学生命倫理委員会（承認番号：23-512）および A 病院倫理委員会（承認番号：2023-001）の承認を受けた。また、本研究は後ろ向き研究であるため、インフォームドコンセントの要件は免除され、代わりに、対象者にはオプトアウトが提供された。

2. 調査項目

評価項目は栄養リスク、歩行機能、ADL の実行状況、基本情報および臨床情報とし、すべてのデータは診療録より後方視的に抽出した。

1) 栄養リスク

本研究は栄養関連指標として GNRI を用いた。GNRI の算出方法は以下のとおりである。GNRI の算出式[20]

$$(14.89 \times \text{血清アルブミン値}) + [41.7 \times \text{現体重 (kg)} / \text{理想体重 (kg)}]$$

理想体重の算出式 (Lorenz の式)

$$\text{男性：身長 (cm)} - 100 - [(\text{身長 (cm)} - 150) / 4]$$

$$\text{女性：身長 (cm)} - 100 - [(\text{身長 (cm)} - 150) / 2.5]$$

GNRI の算出について、回復期リハビリテーション病棟へ入院時に採取された血清アルブミン値、身長および体重が使用された。

2) 歩行機能

患者の ADL と歩行機能は、手術後の股関節の機能的転帰を評価するために臨床で広く普及している modified Harris Hip Score (mHHS) を使用した[22]。mHHS は痛み、歩行機能および ADL に分類した 8 つの下位項目により構成されている。各下位項目の詳細について、痛みは、重症度、活動への影響、鎮痛剤の必要性 (1 項目、0-44 点)、歩行機能は、跛行、必要な補助具、歩行距離 (3 項目、0-33 点)、ADL は、靴と靴下の着脱、階段の昇降方法、公共交通機関の利用、座位の状態を評価し (4 項目、0-14 点)、合計得点は 91 点となる。得点が高いほど、痛みが少なく、歩行機能と ADL が良好であることを示す。mHHS は、合計点または各下位項目の得点を用いて患者を機能的に評価する目的で使用されている[23-25]。mHHS は回復期リハビリテーション病棟の退院時の評価とした。また、ADL の実行状況は

後述する Functional Independence Measure (FIM) を使用して評価したため、mHHS は痛みと歩行機能の下位項目を用い、ADL は使用しなかった。

4) ADL の実行状況

大腿骨近位部骨折患者の ADL の実行状況を評価するために臨床で一般的に使用されている FIM Motor (FIM-M) を使用した[26]。FIM-M の項目には、13 の領域 (食事、整容、清拭、更衣上半身、更衣下半身、トイレ動作、排尿管理、排泄管理、ベッド・椅子・車椅子の移乗、トイレ移乗、浴槽・シャワーの移乗、歩行・車椅子の移動、階段昇降) を評価し 1 点 (全介助) から 7 点 (自立) までの採点を行い、合計点は 13-91 点の範囲である。なお、FIM-M は、回復期リハビリテーション病棟の退院時に評価した。

5) 基本情報と臨床情報

患者の基本情報は、年齢、性別、Body Mass Index (BMI)、認知機能、骨折前の歩行状態、受傷から回復期リハビリテーション病棟の退院までの経過日数とした。認知機能は Mini Mental State Examination (MMSE) を使用し、受傷前の歩行状態は Cumulative Ambulation Score を参照として補助具なしでの歩行、一本杖の使用、歩行車の使用および車椅子の使用に分類した[26]。経過日数は受傷から回復期リハビリテーション病棟の入院まで、回復期リハビリテーション病棟への入院から退院までの期間とした。

患者の臨床情報は、併存疾患を updated Charlson Comorbidity Index (uCCI) [27]、大腿骨近位部骨折の種類 (頸部または転子部)、骨折側 (右側または左側)、外科的治療 (骨接合術、人工骨頭挿入術または保存療法)、血液データを血清アルブミン (Albumin: Alb)、血清総タンパク (Total Protein: TP)、C 反応性タンパク (C-Reactive Protein: CRP)、および多剤服薬の有無 (6 種類以上の服薬) とした。経過日数を除く患者の基本情報と臨床情報は、回復期リハビリテーション病棟の入院時に収集した。

3. 統計解析

対象者は、GNRI の基準に基づき、栄養リスクなし (>98)、軽度リスク (92-<98)、中等度リスク (82-<92) および重度リスク (<82) の 4 群に分類した[20]。

GNRI の基準より分類された各群の比較について、連続変数である、年齢、BMI、uCCI、MMSE、Alb、TP、CRP、受傷から入院までの日数、入院から退院までの日数、歩行機能および FIM-M は一元配置分散分析を実施した。カテゴリー変数である、性別、骨折の種類 (頸部または転子部)、骨折側 (右側または左側)、外科的治療 (骨接合術、人工骨頭挿入術または保存療法)、多剤服薬の有無、受傷前の歩行状態 (独歩、一本杖、歩行車または車椅子) はカイ二乗検定を用いて解析した。

FIM-M と基本情報、臨床情報、歩行機能および GNRI の相関関係を明らかにするために単変量解析を行った。連側変数は Pearson の積率相関係数、カテゴリー変数は Spearman の

順位相関係数を使用した。その際、外科的治療は手術の有無（骨接合術と人工骨頭挿入術 vs 保存療法）、受傷前の歩行状態は独歩の可否（独歩 vs 一本杖、歩行車および車椅子の使用）の2群とし、GNRIは連続変数として解析した。次に、FIM-Mに関連する因子を明らかにするために、FIM-Mを従属変数とした重回帰分析を行った。重回帰分析はFIM-Mと関連する要因を探索的に抽出し、後述するパス解析で投入する変数を選択するためにステップワイズ法とした。独立変数は、先行研究で報告されている因子および単変量解析で有意な相関を認めた項目を投入した。なお、BMIとAlbはGNRIに類似または同じ変数が含まれているため独立変数に投入しなかった。さらに、手術の有無により対象者を分類し、それぞれ同様の手順によるサブ解析を行った。多重共線性はVariance Inflation Factor (VIF)を使用して評価し、 $VIF \geq 5$ の場合に多重共線性と判定した。

GNRI、歩行機能、FIM-Mおよび関連因子の関係性を明らかにするために、パス解析を使用した。この解析により、変数間の間接的または媒介された関係性のモデリングと解析を同時に効率的かつ直接的に行うことができる。図1は、先行研究に基づく仮説モデルである。栄養リスクは、コホート研究により歩行機能[10]およびADL[12,13]の予測因子として特定されている。また、歩行機能などの要因もコホート研究を通してADLの予測因子として検証されている[15]。相関分析と重回帰分析の結果に基づいて仮説モデルを修正し、パス解析を行って適合度を検討した。すべての統計解析はSPSSとAmos(version 26.0 for Windows, IBM Corporation, Armonk, NY, USA)を使用し、有意水準は5%未満とした。

【結果】

228名の大腿骨近位部骨折を受傷した高齢患者が回復期リハビリテーション病棟より退院した。22名の患者が除外され、7名は入院中に死亡、12名は状態悪化による退院、3名はデータの欠損であり、206名の患者が最終的な解析に含まれた（図2）。

すべての解析対象者および栄養リスクにより4群に分割した患者の基本情報と臨床情報を表1に示した。206名の患者のうち、172名（83.4%）が女性、平均年齢は 85.0 ± 7.3 歳、MMSEは 17.1 ± 8.7 点であった。患者のうち98名（47.5%）が大腿骨頸部骨折、108名（52.5%）が大腿骨転子部骨折であった。mHHSの痛みは 36.5 ± 9.0 点、歩行機能は 10.1 ± 9.9 点、FIM-Mは 52.3 ± 24.6 点であった。GNRIは 89.5 ± 10.5 であり、低栄養のリスクなしが51名（24.8%）、軽度リスクが31名（15.0%）、中等度リスクが74名（35.9%）、重度リスクが50名（24.3%）であった。栄養のリスクなしの患者は有意に若年であり、MMSE、歩行機能、およびFIM-Mの得点が高かった（ $p < 0.001$ ）。

FIM-Mと基本情報、臨床情報、歩行機能およびGNRIの相関分析の結果を表2に示す。FIM-Mは、年齢、BMI、MMSE、骨折前の歩行状態、uCCI、外科的治療、Alb、CRP、痛み、歩行機能およびGNRIと有意な相関を認めた。FIM-Mを従属変数とした重回帰分析の結果を表3に示す。年齢と経過日数を調整因子とし、有意な相関を認めた項目（MMSE、受傷前

の歩行状態、uCCI、外科的治療、CRP、痛み、歩行機能およびGNRI)を投入した。FIM-Mと関連した因子は、歩行機能、MMSEおよび外科的治療であった。モデルはFIM-Mの78.1%を説明した。また、サブ解析として手術有群(146名)と手術無群(60名)を対象として同様の解析を行った結果を表4と表5に示す。いずれもFIM-Mと関連した因子には、歩行機能、MMSEが含まれており、手術の有無による大きな違いはみられなかった。なお、本解析において $VIF \geq 5$ となる指標はなく多重共線性による変数の除外はなかった。

重回帰分析の結果およびFIM-Mと有意な相関を示した要因を追加したパス解析の結果を図3に示す。最終的なパス解析のモデルは良好な適合度を示した($\chi^2 = 12.825$; $p = 0.234$; $GFI = 0.985$; $AGFI = 0.946$; $CFI = 0.996$; $RMSEA = 0.037$)。パスのモデルの特徴について、栄養リスク(標準化回帰係数 = 0.13)と認知機能(標準化回帰係数 = 0.36)は、歩行機能と関連していた。また、歩行機能(標準化回帰係数 = 0.48)と認知機能(標準化回帰係数 = 0.43)はADLと関連していたが、栄養リスクとは関連していなかった。さらに、栄養リスクは認知機能(標準化回帰係数 = 0.32)および併存疾患(標準化回帰係数 = -0.21)と関連していた。

【考察】

本研究では、パス解析を使用して栄養リスクと歩行機能およびADLの複雑な関連を調査した。パス解析の最終モデルから、栄養リスクは歩行機能に直接的に関係しているがADLには直接的に関係していなかった。また、歩行機能はADLに直接的に関係した。大腿骨近位部骨折を有した高齢患者において栄養リスクは歩行機能を介してADLと関連することが示された[28]。

本研究において栄養リスクはADLに対して直接的に関係していなかったことは、一部の先行研究と矛盾する結果である。栄養リスクとADLが関係していると結論付けている研究は、栄養リスクの評価にMNAを使用している[11-14]。大腿骨近位部骨折患者において、歩行機能はADLを構成する重要な要素の一つであるため[15]、歩行機能を含む栄養関連指標のMNAを使用したことで栄養リスクとADLが関連した可能性がある。実際、本研究のパス解析の標準化回帰係数において、歩行機能はADLに最も関連する要因であった。さらに、先行研究は、独立変数に栄養リスクや骨折の種類、併存疾患などが含まれているが、歩行機能は含まれていない。加えて、MNAには大腿骨近位部骨折患者のADLと関連する要因である認知機能も含まれている。本研究のパス解析において、認知機能は歩行機能に次いで、ADLに関係する変数であった。MNAは、複合的な指標を含む栄養関連指標であり、その特徴からADLの予後予測などの、他の評価との関連性に優れると考える。一方、本研究で使用したGNRIは、歩行機能や認知機能とADLを構造的に分離することができ、それぞれの問題を個別に明確にできる特徴に有利性がある。

大腿骨近位部骨折患者の栄養リスクが、歩行機能や認知機能を介してADLに関連することは、大腿骨近位部骨折患者の回復プロセスから説明できると考える。回復プロセスは、骨

折部の修復と治癒から開始され、栄養リスクが含まれる機能障害 (impairment) の回復が続
き、その後には歩行機能や認知機能を含む機能制限 (functional limitations)、最後に ADL を含
む能力障害 (Disability) の回復が達成される[29]。以上の大腿骨近位部骨折患者における回
復プロセスの時間的順序性と栄養リスク、歩行機能、認知機能および ADL の関係性を考慮
し[15]、ADL に影響する関連要因を組み込んだ本研究のパス解析の最終モデルにより、栄養
リスクが歩行機能や認知機能を介して ADL に関連することが明らかになった。本研究は、
高齢の大腿骨近位部骨折患者の栄養リスクを考慮したリハビリテーションの活用に役立つ
結果であると考えらる。

本研究の結果と先行研究の知見に基づいて、栄養リスクが歩行機能に関連する理論的根
拠を以下に考察する。まず、栄養リスクと歩行機能の関係性については、フレイルやサルコ
ペニアの関与が挙げられる。高齢者の低栄養状態はフレイルやサルコペニアに関与するコ
ンセンサスが得られており[30]、大腿骨近位部骨折患者においても低栄養状態によりフレ
イルやサルコペニアを引き起こすことが明らかにされている [31,32]。また、フレイルとサル
コペニアの診断基準はともに歩行機能の低下が含まれていることから [33,34]、フレイルや
サルコペニアと歩行機能の間には密接な関係があるといえる。大腿骨近位部骨折患者を対
象とした調査より、歩行機能にフレイルやサルコペニアが関係していたことが報告されて
おり[35,36]、低栄養状態により生じたフレイルやサルコペニアが歩行機能に関与した可能性
がある。一方、栄養リスクと認知機能の関連について、低栄養状態が認知機能に及ぼす詳細
なメカニズムは完全には解明されていないが、臨床では低栄養状態と認知機能の関連を示
す多くの例が報告されている[37,38]。さらに、大腿骨近位部骨折患者の低栄養状態は認知機
能低下と組み合わせることにより ADL の低下に影響することが報告されている[14]。本研
究では骨格筋に関する指標は収集されていないが、先行研究に基づき、骨格筋が栄養リスク
と歩行機能の間の介在因子であると仮定することは合理的であると考えらる。今後の研究で
は、栄養リスクと歩行機能との関連について、骨格筋 (筋力・筋反応時間、筋質) を含めた
相互関係を解明する必要がある。

本研究にはいくつかの限界がある。一つには、後ろ向き研究であるためパス解析のみでは
因果関係を推定することはできず、本研究に含まれる変数間の時間的な関係性を明らかに
する前向きデザインでの研究が不可欠となる。さらに、本研究は単一の機関で実施されたた
め、選択バイアスが生じている可能性がある。また、GNRI に含まれる血清アルブミンは、
栄養リスクのみでなく、炎症状態によっても影響を受けることを前提とした解釈に注意を
要す [39]。

こうした限界があるにも関わらず、我々の知る限り、大腿骨近位部骨折を受傷した高齢入
院患者の栄養リスク、歩行機能および ADL の関係性を調査した初めての研究である。ADL
は複雑に構成されているため、栄養リスクが ADL に及ぼす影響についての調査は、多角的
に行う必要があると考えらる。本研究は高齢の大腿骨近位部骨折患者の ADL の改善に対する
集学的リハビリテーションにおいて [40]、栄養リスクと歩行機能の改善の必要性を支持す

る結果であった。今後は、栄養リスクと運動機能の関係性に焦点を当てた縦断研究を行い、将来的には栄養リスクに基づいて層別化した患者の効果的な筋力増強や歩行運動量を含めた最適な理学療法プログラムに反映させるための一つの指標になると考えられる。

【結論】

大腿骨近位部骨折を受傷した高齢患者の栄養リスクは歩行機能を介してADLに関連していた。栄養リスクが低く、良好な歩行機能を有す患者はADLの実行状況が改善する可能性が高いことを示唆する。

【謝辞】

本稿を執筆するにあたりご指導ならびにご助言を賜りました名古屋大学大学院医学系研究科内山靖教授、足立拓史助教に深く感謝申し上げます。また、本研究への多くの貴重なご意見をいただきました名古屋大学大学院医学系研究科博士後期課程西村匡弘氏に心より感謝申し上げます。最後に、内山研究室の皆さまには、本研究の遂行にあたり多大なご助言、ご協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

1. Odén A, McCloskey EV, Kanis JA, Harvey NC, Johansson H. Burden of high fracture probability worldwide: secular increases 2010-2040. *Osteoporos Int* 2015;26:2243-8.
2. Takusari E, Sakata K, Hashimoto T, Fukushima Y, Nakamura T, Orimo H. Trends in hip fracture incidence in Japan: Estimates based on nationwide hip fracture surveys from 1992 to 2017. *JBMR Plus* 2021;5:e10428.
3. Malafarina V, Reginster JY, Cabrerizo S, Bruyère O, Kanis JA, Martinez JA, et al. Nutritional status and nutritional treatment are related to outcomes and mortality in older adults with hip fracture. *Nutrients* 2018;10:555.
4. Hickson M. Malnutrition and ageing. *Postgrad Med J* 2006;82:2-8.
5. Norman K, Pichard C, Lochs H, Pirlich M. *Clin Nutr* 2008;27:5-15.
6. Baumgarten M, Margolis DJ, Orwig DL, Shardell MD, Hawkes WG, Langenberg P, et al. Pressure ulcers in elderly patients with hip fracture across the continuum of care. *J Am Geriatr Soc* 2009;57:863-70.
7. Mazzola P, Ward L, Zazzetta S, Brogгинi V, Anzuini A, Valcarcel B, et al. Association between preoperative malnutrition and postoperative delirium after hip fracture surgery in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2017;65:1222-8.
8. Bohl DD, Shen MR, Hannon CP, Fillingham YA, Darrith B, Della Valle CJ. Serum albumin

- predicts survival and postoperative course following surgery for geriatric hip fracture. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99:2110-8.
9. Drevet S, Bioteau C, Mazière S, Couturier P, Merloz P, Tonetti J, et al. Prevalence of protein-energy malnutrition in hospital patients over 75 years of age admitted for hip fracture. *Orthop Traumatol Surg Res* 2014;100:669-74.
 10. Helminen H, Luukkaala T, Saarnio J, Nuotio M. Comparison of the Mini-Nutritional Assessment short and long form and serum albumin as prognostic indicators of hip fracture outcomes. *Injury* 2017;48:903-8.
 11. Goisser S, Schrader E, Singler K, Bertsch T, Gefeller O, Biber R, et al. Malnutrition according to mini nutritional assessment is associated with severe functional impairment in geriatric patients before and up to 6 months after hip fracture. *J Am Med Dir Assoc* 2015;16:661-7.
 12. Inoue T, Misu S, Tanaka T, Sakamoto H, Iwata K, Chuman Y, et al. Pre-fracture nutritional status is predictive of functional status at discharge during the acute phase with hip fracture patients: A multicenter prospective cohort study. *Clin Nutr* 2017;36:1320-5.
 13. Nishioka S, Wakabayashi H, Momosaki R. Nutritional status changes and activities of daily living after hip fracture in convalescent rehabilitation units: a retrospective observational cohort study from the Japan rehabilitation nutrition database. *J Acad Nutr Diet* 2018;118:1270-6.
 14. Liu HY, Shyu YL, Chou YC, Seak CJ, Lin YC, Tsai PJ, et al. Combined effects of cognitive impairment and nutritional trajectories on functional recovery for older patients after hip-fracture surgery. *J Am Med Dir Assoc* 2022;23:1962.e15-1962.e20.
 15. Araiza-Nava B, Méndez-Sánchez L, Clark P, Peralta-Pedrero ML, Javaid MK, Calo M, et al. Short- and long-term prognostic factors associated with functional recovery in elderly patients with hip fracture: A systematic review. *Osteoporos Int* 2022;33:1429-44.
 16. Bauer JM, Kaiser MJ, Anthony P, Guigoz Y, Sieber CC. The Mini Nutritional Assessment--its history, today's practice, and future perspectives. *Nutr Clin Pract* 2008;23:388-96.
 17. Inoue T, Misu S, Tanaka T, Kakehi T, Ono R. Acute phase nutritional screening tool associated with functional outcomes of hip fracture patients: A longitudinal study to compare MNA-SF, MUST, NRS-2002 and GNRI. *Clin Nutr* 2019;38:220-6.
 18. Thorsdottir I, Jonsson PV, Asgeirsdottir AE, Hjaltadottir I, Bjornsson S, Ramel A. Fast and simple screening for nutritional status in hospitalized, elderly people. *J Hum Nutr Diet* 2005;18:53-60.
 19. Neelemaat F, Meijers J, Kruijenga H, van Ballegooijen H, van Bokhorst-de van der Schueren M. Comparison of five malnutrition screening tools in one hospital inpatient sample. *J Clin Nurs* 2011;20:2144-52.
 20. Bouillanne O, Morineau G, Dupont C, Coulombel I, Vincent JP, Nicolis I, et al. Geriatric nutritional risk index: a new index for evaluating at-risk elderly medical patients. *Am J Clin Nutr* 2005;82:777-83.

21. Liu N, Lv L, Jiao J, Zhang Y, Zuo XL. Association between nutritional indices and mortality after hip fracture: a systematic review and meta-analysis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2023;27:2297-304.
22. Edwards PK, Queen RM, Butler RJ, Bolognesi MP, Lowry Barnes C. Are range of motion measurements needed when calculating the Harris hip score. *J Arthroplasty* 2016;31:815-9.
23. Randa L, Sharma-Sharma S, Franz M, Auais M. Providing evidence for content validity of the most frequently used hip specific recovery outcome measures in hip fracture studies: an International Classification of Functioning approach. *Disabil Rehabil* 2023;1-9.
24. Luo S, Qin W, Yu L, Luo R, Liang W. Total hip arthroplasty versus hemiarthroplasty in the treatment of active elderly patients over 75 years with displaced femoral neck fractures: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord* 2023;24:745.
25. Osawa Y, Hasegawa Y, Seki T, Amano T, Higuchi Y, Ishiguro N. Significantly poor outcomes of total hip arthroplasty after failed periacetabular osteotomy. *J Arthroplasty* 2016;31:1904-9.
26. Rix A, Lawrence D, Raper E, Calthorpe S, Holland AE, Kimmel LA. Measurement of mobility and physical function in patients hospitalized with hip fracture: a systematic review of instruments and their measurement properties. *Phys Ther* 2022;103:pzac142.
27. Quan H, Li B, Couris CM, Fushimi K, Graham P, Hider P, et al. Updating and validating the Charlson comorbidity index and score for risk adjustment in hospital discharge abstracts using data from 6 countries. *Am J Epidemiol* 2011;173:676-82.
28. Ishikawa Y, Adachi T, Uchiyama Y, (in press). Association of nutritional risk with gait function and activities of daily living in older adult patients with hip fractures. *Ann Rehabil Med*.
29. Ortiz-Alonso FJ, Vidán-Astiz M, Alonso-Armesto M, Toledano-Iglesias M, Alvarez-Nebreda L, Brañas-Baztan F, et al. The pattern of recovery of ambulation after hip fracture differs with age in elderly patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2012;67:690-7.
30. Cederholm T, Barazzoni R, Austin P, Ballmer P, Biolo G, Bischoff SC, et al. ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition. *Clin Nutr* 2017;36:49-64.
31. Li Y, Liu F, Xie H, Zhu Y. Investigation and analysis of frailty and nutrition status in older adult patients with hip fracture. *Nutr Clin Pract* 2023;38:1063-72.
32. Steihaug OM, Gjesdal CG, Bogen B, Kristoffersen MH, Lien G, Ranhoff AH. Sarcopenia in patients with hip fracture: A multicenter cross-sectional study. *PLoS One* 2017;12:e0184780.
33. Rodríguez-Mañas L, Féart C, Mann G, Viña J, Chatterji S, Chodzko-Zajko W, et al. Searching for an operational definition of frailty: a Delphi method based consensus statement: the frailty operative definition-consensus conference project. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2013;68:62-7.
34. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing* 2019;48:16-31.
35. Orwig DL, Magaziner J, Fielding RA, Zhu H, Binder EF, Cawthon PM, et al. Application of

- SDOC cut points for low muscle strength for recovery of walking speed after hip fracture. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2020;75:1379-85.
36. Jeon YT, Kim BR, Han EY, Nam KW, Lee SY, Park YG, et al. Post-operative physical performance factors associated with gait speed in patients surgically treated for hip fracture: a cross-sectional study. *Ann Rehabil Med* 2019;43:570-80.
 37. Kimura A, Sugimoto T, Kitamori K, Saji N, Niida S, Toba K, et al. Malnutrition is associated with behavioral and psychiatric symptoms of dementia in older women with mild cognitive impairment and early-stage Alzheimer's Disease. *Nutrients* 2019;11:1951.
 38. Min JY, Ha SW, Yang SH, Kang MJ, Jeong DE, Min KB, et al. Chronic status of serum albumin and cognitive function: a retrospective cohort study. *J Clin Med* 2022;11:822.
 39. Cabrerizo S, Cuadras D, Gomez-Busto F, Artaza-Artabe I, Marín-Ciancas F, Malafarina V. Serum albumin and health in older people: Review and meta analysis. *Maturitas* 2015;81:17-27.
 40. Handoll HH, Cameron ID, Mak JC, Panagoda CE, Finnegan TP. Multidisciplinary rehabilitation for older people with hip fractures. *Cochrane Database Syst Rev* 2021;11:CD007125.

表 1. 基本情報と臨床情報 (n=206)

value	全体 (n=206)	リスクなし (n=51)	軽度リスク (n=31)	中等度リスク (n=74)	重度リスク (n=50)	p-value
年齢 (歳)	85.0 ± 7.3	81.5 ± 7.2	83.7 ± 6.9	86.7 ± 6.8	87.9 ± 7.1	<0.001
性別、女性 (%)	83.4	78.4	90.3	85.1	82.0	0.527
BMI (kg/m ²)	19.8 ± 3.6	24.1 ± 3.2	20.9 ± 2.1	18.5 ± 2.6	16.7 ± 2.2	<0.001
MMSE (点)	17.1 ± 8.7	22.9 ± 8.2	20.0 ± 8.5	16.7 ± 8.9	15.3 ± 9.2	<0.001
受傷前の歩行状態 (%)						
独歩	47.6	54.9	51.6	41.9	46.0	
一本杖	16.5	13.7	16.1	24.3	8.0	
歩行車	28.6	27.5	25.8	25.7	36.0	
車椅子	7.3	3.9	6.5	8.1	10.0	0.431
経過日数 (日)						
受傷から入院	32.4 ± 20.0	32.2 ± 15.3	29.2 ± 13.7	30.8 ± 21.6	37.1 ± 24.4	0.255
入院から退院	70.6 ± 22.1	66.0 ± 22.3	68.1 ± 26.3	71.4 ± 22.1	76.0 ± 18.3	0.125
uCCI (点)	1.6 ± 1.4	1.3 ± 1.4	1.6 ± 1.4	1.7 ± 1.4	2.2 ± 1.6	0.024
骨折の種類 (%)						
頰部	47.5	52.9	32.3	46.0	54.0	
転子部	52.5	47.1	67.7	54.0	46.0	0.220
骨折側、右側 (%)	43.6	52.9	45.2	39.2	40.0	0.442
外科的治療 (%)						
骨接合術	48.6	56.9	54.8	50.0	34.0	
人工骨頭挿入術	22.3	23.5	19.4	20.3	26.0	
保存療法	29.1	19.6	25.8	29.7	40.0	0.274
Alb (g/dL)	3.5 ± 0.4	3.9 ± 0.2	3.8 ± 0.3	3.5 ± 0.3	3.0 ± 0.3	<0.001
TP (g/dL)	6.7 ± 0.6	7.1 ± 0.6	7.0 ± 0.6	6.8 ± 0.5	6.2 ± 0.6	<0.001
CRP (mg/dL)	1.1 ± 2.0	1.1 ± 2.7	0.7 ± 1.2	1.2 ± 1.8	1.3 ± 2.1	0.667
多剤投薬 (%)	46.6	60.8	45.2	43.2	38.0	0.113
mHHS (点)						
痛み	36.5 ± 9.0	38.5 ± 7.9	35.6 ± 19.9	36.8 ± 9.3	34.6 ± 8.8	0.163
歩行機能	10.1 ± 9.9	15.3 ± 10.4	11.8 ± 10.1	9.0 ± 9.3	5.7 ± 7.6	<0.001
FIM-M	52.3 ± 24.6	64.4 ± 25.7	55.4 ± 23.4	48.7 ± 23.1	43.2 ± 21.5	<0.001

平均±標準偏差または数値(%).

MMSE, Mini-Mental State Examination; uCCI, updated Charlson Comorbidity Index; mHHS, modified Harris Hip Score; FIM, Functional Independence Measure.

表 2. ADL と各項目との相関 (n=206)

Variable	ADL (FIM-M)	
	Coefficient (r)	p
年齢	-0.459	< 0.001
性別	0.093	0.181
BMI	0.280	<0.001
MMSE	0.749	<0.001
受傷前の歩行状態	0.333	<0.001
経過日数		
受傷から入院	-0.026	0.712
入院から退院	-0.091	0.192
uCCI	-0.456	<0.001
骨折の種類	-0.052	0.457
骨折側	-0.108	0.121
外科的治療	-0.534	<0.001
Alb	0.261	<0.001
TP	0.044	0.532
CRP	-0.209	0.003
多剤投薬	0.019	0.782
mHHS		
痛み	0.423	<0.001
歩行機能	0.822	<0.001
GNRI	0.340	<0.001

BMI, Body Mass Index; MMSE, Mini-Mental State Examination; uCCI, updated Charlson Comorbidity Index; mHHS, modified Harris hip score; GNRI, Geriatric Nutritional Risk Index.

表 3. ADL を従属変数とした重回帰分析 (n=206)

	p-value	β	95% CI	
			Lower	Upper
歩行機能	<0.001	0.488	0.952	1.472
MMSE	<0.001	0.430	0.963	1.441
外科的治療	<0.001	-0.143	-12.545	-3.071

ADL: $p < 0.001$, adjusted $R^2 = 0.781$

MMSE, Mini-Mental State Examination; CI, Confidence Interval; ADL, Activities of Daily Living.

表 4. 手術有群における ADL を従属変数とした重回帰分析 (n=146)

	p-value	β	95% CI	
			Lower	Upper
歩行機能	<0.001	0.514	0.953	1.552
MMSE	<0.001	0.463	0.908	1.529
受傷前の歩行状態	0.024	-0.110	-9.311	-0.682

ADL: $p < 0.001$, adjusted $R^2 = 0.755$

MMSE, Mini-Mental State Examination; CI, Confidence Interval; ADL, Activities of Daily Living.

表 5. 手術無群における ADL を従属変数とした重回帰分析 (n=60)

	p-value	β	95% CI	
			Lower	Upper
MMSE	<0.001	0.579	0.743	1.483
歩行機能	0.005	-0.282	0.382	1.980

ADL: $p < 0.001$, adjusted $R^2 = 0.562$

MMSE, Mini-Mental State Examination; CI, Confidence Interval; ADL, Activities of Daily Living.

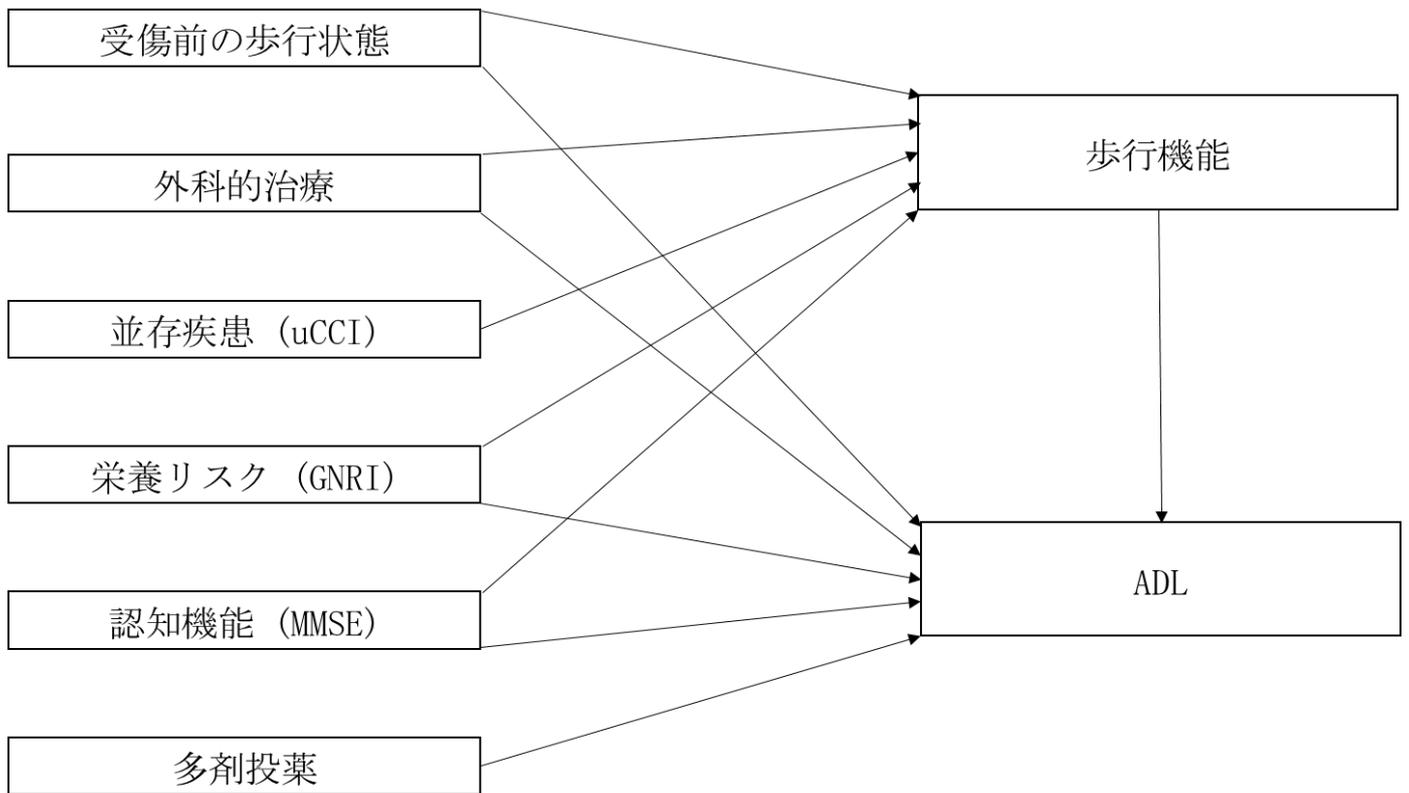


図1. 仮説モデル

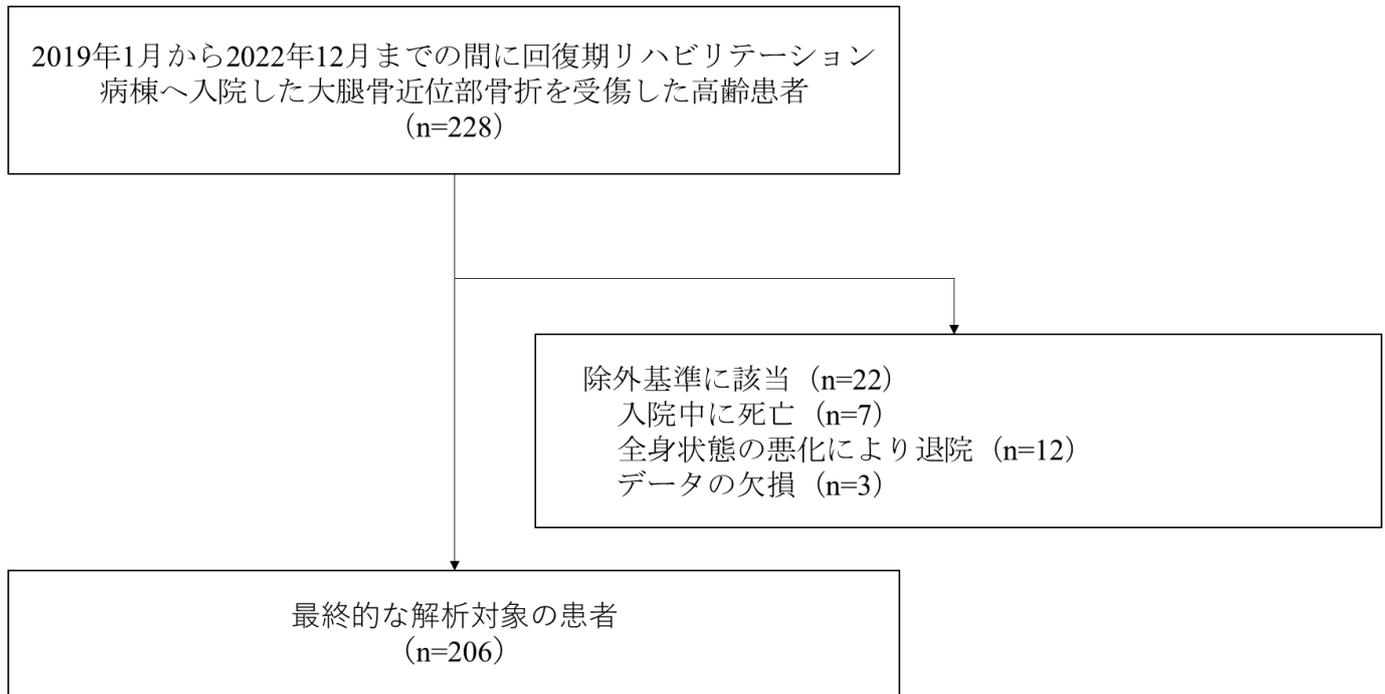


図2. 患者のデータソースおよび解析に関するフローチャート

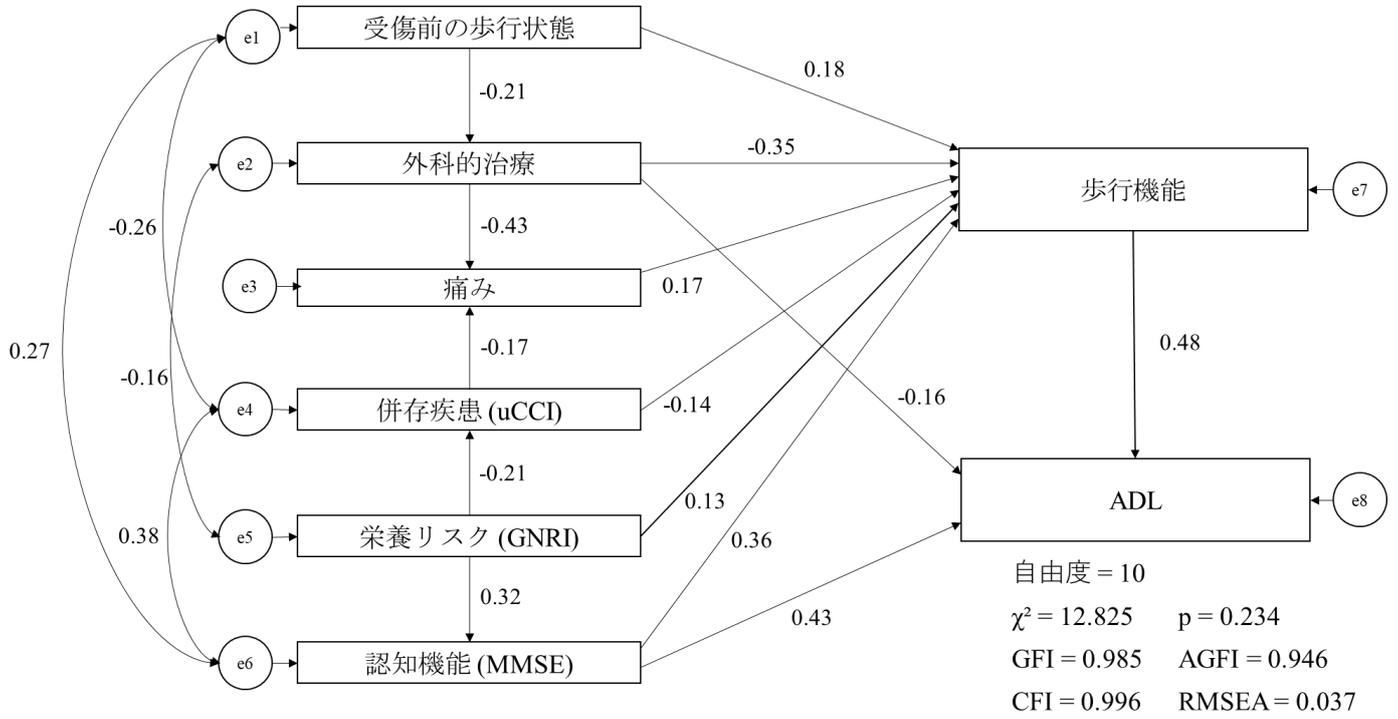


図3. 最終モデル (n=206)