

Vol. 01

No.2 2024

日本舞台医学会誌

Journal of the Japanese Society of Stage Medicine



日本舞台医学会

JAPANESE SOCIETY OF STAGE MEDICINE

目 次

投稿論文

《原著論文》

バレエ外来を受診したバレエダンサーの足部形態と身体的特徴 重工大須病院 整形外科	菱田 愛加………… 1
ブレイキン基本姿勢「チアーア」における手部負荷の評価 および下肢肢位の違いが及ぼす影響の検討 愛媛大学大学院医学系研究科 整形外科学	津田 貴史………… 7
ブレイキンダンサーのバランス機能・関節可動域と運動器障害発生の関連性 ～他種目ストリートダンサーとの比較～ 留萌市立病院 整形外科	向井 力哉………… 13
当院を受診した舞台俳優における障害発生の検討 東京医科大学 整形外科学分野	荒田 裕貴………… 19

《症例報告》

ダンサーに生じたFreiberg病に対して直視下デブリドマンを施行した2例 東京慈恵会医科大学附属病院 整形外科学講座	奥田ひかり………… 23
バレエダンサーの前方・後方足関節インピンジメント症候群に対し 伝達麻酔下にスムーズに体位変換しながら手術加療を行った一例 奈良県立医科大学 整形外科	西納 卓哉………… 29
男性プロバレエダンサーのリストフラン韌帯損傷に対する治療経験 札幌医科大学医学部 整形外科学講座	保谷 優介………… 35
母指CM関節症のピアニストに対し、5 flap Z plastyを複数回行った1例 奈良県立医科大学 整形外科	美波 直岐………… 41

原 著

バレエ外来を受診したバレエダンサーの足部形態と身体的特徴

菱田 愛加

重工大須病院 整形外科

The foot morphology and physical characteristics of ballet dancers who visited the outpatient clinic

Aika Hishida

Department of Orthopedic Surgery, Juko Osu Hospital

Key words: バレエ外来、扁平足、トゥシューズ開始年齢

要旨：女性バレエダンサーの足を診察する際、開張足や扁平足といった足部アーチの低下が頻繁に見受けられる印象がある。今回当院バレエ外来を受診したダンサーの足部形態と身体的特徴について調査したため報告する。2023年7月から12月までに、足部・足関節の症状を主訴としてバレエ外来を受診した女性バレエダンサーを対象とした。足部形態の評価は立位足部単純X線正面像にて第1第5中足骨角 (M1/5)、側面像にて距骨第1中足骨角 (MA: Mearny angle) を計測し、M1/5を開張足、MAを扁平足の指標とした。M1/5・MAと、初診時年齢・バレエ経験年数・レッスン時間・BMIなどの問診票より得た情報、下肢関節可動域 (ROM: range of motion) などの身体機能との相関を分析した。症例は10例20足で初診時年齢は中央値13歳、バレエ歴は9年、トゥシューズ開始年齢は10歳だった。M1/5、MAは中央値26°、-3°であり、55%でMAが正常値以下だった。M1/5に関しては年齢とバレエ経験年数、BMIで有意な正の相関を認めた。MAに関してはトゥシューズを開始した年齢で有意な正の相関を認め、膝関節屈曲位での足関節背屈と底屈ROMで有意な負の相関を認めた。年齢や経験年数が上昇するにつれてM1/5が増加した。半数以上にMAの減少を認め、トゥシューズの早期の使用や足関節の柔軟性がMAに影響を与える可能性が示唆された。今回の結果をふまえダンサーの足の健康管理について啓発・教育を行っていく必要があると考えられた。

緒 言

当院のバレエ外来は2023年7月より開設され、ダンサーのスポーツ障害の診断や治療、身体機能評価・訓練、テクニック評価・指導を行っている。2024年4月現在で30人のダンサーが受診している。

バレエダンサーは足部・足関節の傷害（障害・外傷）が多く、全傷害の62%を占めると報告され

ている¹⁾。当院でも30人のダンサーのうち67%が足部・足関節の愁訴が理由で受診していた。またその内の75%が10から20歳の若年女性ダンサーであった。若年女性ダンサーの足を診察する際、図1のような開張足や扁平足といった足部アーチの低下が頻繁に見受けられる印象がある。そこで今回当院バレエ外来を受診したダンサーの足部形態と身体的特徴について調査した。

1-a



1-b



図1 足部アーチの低下の例
1-aに開張足、1-bに扁平足を示す。

対象および方法

対象は2023年7月から12月までに足部・足関節の症状を主訴としてバレエ外来を受診した女性バレエダンサー10例20足で、11から20歳までのダンサーに限定し、後方視的に調査した。バレエ外来で使用している問診票より、初診時年齢（歳）、バレエ開始年齢（歳）、バレエ経験年数（年）、トゥシューズ開始年齢（歳）、レッスン回数（回/週）、レッスン時間（時間/日）、身長（cm）、体重（kg）、BMI（kg/cm²）をひろいあげ、身体機能として膝関節伸展可動域（range of motion:ROM）（度）、足関節底背屈ROM（度）、母趾伸展ROM（度）、足趾把持力（kg）を測定した。身体機能の項目は同一チームの理学療法士により評価を行った。ROMは東大式ゴニオメーターで計測し、足関節背屈ROMに関しては膝関節屈曲位・伸展位でそれぞれ測定した。また母趾伸展ROMは足関節最大背屈位で測定した。足趾把持力は立位姿勢で足部を固定した状態で足趾全体を屈曲させ、スメドレー式握力計を使用し測定した。

足部形態の評価は立位足部単純X線像で行い、図2のように正面像にて第1第5中足骨角（M1/5）、側面像にて距骨第1中足骨角（Meary angle: MA）²⁾を計測した。過去の文献よりM1/5が30度以上を開張足³⁾、MAが0度未満を扁平足⁴⁾と定義した。

M1/5、MAをそれぞれ問診票または身体機能の各項目と比較し、非正規分布のためSpearmanの順位相関係数にて統計解析を行った。p<0.05を有意差ありとし、統計ソフトはEZRを使用した。

結果

初診時年齢は中央値13歳（11-20）、バレエ歴は9年（5-16）、トゥシューズ開始年齢は10歳（5.5-11）であった。10例の内3例は足関節後方インピンジメント症候群、5例はそれぞれ長母趾屈筋腱腱鞘炎、距骨骨軟骨損傷、外反母趾、足関節不安定症、第2中足骨疲労骨折と診断され、残り2例は診断に至らなかった。足部形態はM1/5が中央値26°（21-32.5）、MAが-3°（-23-12）であった（表1）。開張足は1例のみであったのに対して、扁平足は11例（55%）と半分以上を占めていた（図3）。M1/5では初診時年齢、バレエ経験年数、BMIで有意な相関を認め（p<0.001、p=0.001、p=0.001）、いずれも正の相関を認めた（表2、図4）。MAではトゥシューズ開始年齢、BMI、足関節背屈（膝屈曲位）ROM、足関節底屈ROMで有意な相関を認め（p=0.007、p=0.027、p=0.032、p<0.001）、トゥシューズ開始年齢とBMIで正の相関、足関節背屈（膝屈曲位）ROM、足関節底屈ROMで負の相関を認めた（表3、図5）。

考察

ダンサーの足部形態に関して、開張足はダンサーに多くみられるとする報告はなく、本研究でも開張足と診断された症例は1例のみだった。村本らの中学生を対象にした研究によると、成長期のスポーツ選手では年齢に伴い足長に対して足幅が広くなったと報告されており、その要因としてスポーツ動作で前足部への足底圧が高くなり横アーチの低下が生じたことが挙げられている⁵⁾。

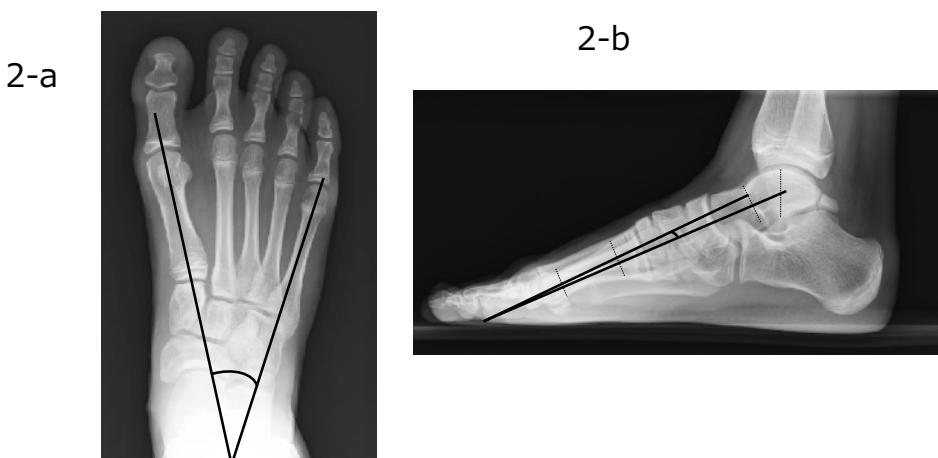


図2 足部形態の評価
立位足部単純X線正面像にて第1第5中足骨角（M1/5）（2-a）、側面像にて距骨第1中足骨角（Meary angle: MA）（2-b）を計測した。

表1 患者背景

	平均値 (標準偏差)	中央値	最小値	最大値
初診時年齢 (歳)	13 (2.7)	13	11	20
バレエ開始年齢 (歳)	5 (1.9)	4	3	9
バレエ経験年数 (年)	9 (3.4)	9	5	16
トゥシューズ開始年齢 (歳)	9 (1.5)	10	5.5	11
レッスン回数 (回/週)	5 (1.2)	6	2	6
レッスン時間 (時間/日)	3 (1.5)	3	1.5	5.5
身長 (cm)	156 (5.8)	156	145.5	165
体重 (kg)	42 (9.1)	41	28	49
BMI (kg/cm ²)	17 (2.7)	17	13.2	23.3
M1/5 (度)	26.1 (2.8)	26	21	32.5
MA (度)	-3.3 (8.3)	-3	-23	12

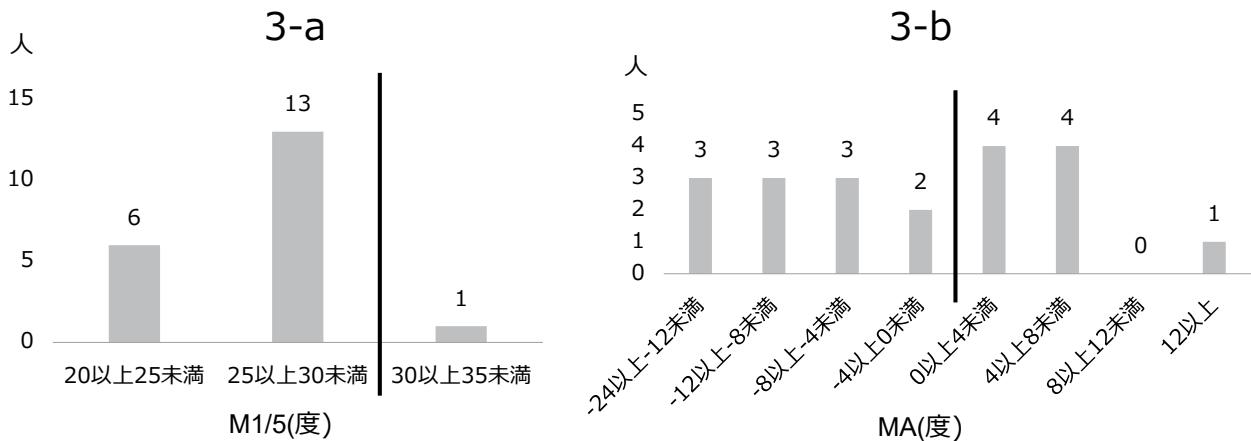


図3 足部形態の分布

開張足は1例であったのに対し (3-a)、扁平足は11例 (55%) に認められた (3-b)。

本研究でも年齢・バレエ経験年数が高いとM1/5が増加しており、ダンサーでも同様の機序で年齢や経験年数に伴い横アーチが低下する可能性が考えられた。

一方、小児期の扁平足は一般人口の15%にみられるが⁶⁾、平石らは、バレエダンサーはバレエを行っていない女性よりも扁平足の傾向を認めたと報告している⁷⁾。本研究でも55%でMAが0度未満であり、扁平足は多いという結果で先行研究とも合致していた。BMIとの関連について、肥満の小児では内側縦アーチが減少し、足幅も広くなる傾向にあるが⁸⁾、本研究ではBMIが大きいほどM1/5、MAともに増加していた。対象ダンサーのBMIは中央値17 (kg/cm²) と低体重であり、過去の先行研究から説明は困難であると考えられた。

MAとトゥシューズ開始年齢に関して、トゥシューズと扁平足の直接的な関連については報告を認めなかったが、女性の内側縦アーチの高さは

11歳で急激に上昇し16歳でプラトーに達することが報告されている⁸⁾。本研究ではトゥシューズを開始した年齢が低いほどMAも減少しており、初診時の年齢は中央値13歳、トゥシューズ開始年齢は10歳と幼い時期よりトゥシューズを履いていることが分かった。よって骨成熟が未熟な時期にトゥシューズを履き始めることが扁平足の要因となる可能性を示唆している。MAと足関節ROMに関して、足部の内反が大きい小児ほど下肢帶の柔軟性が高いことが報告されている⁸⁾。本研究でも足関節底背屈ROMが大きいほどMAは減少しており、扁平足のダンサーでは過度な足関節可動域を有していると考えられた。

以上のことから扁平足の若年ダンサーほどトゥシューズを履き始める時期が早く、足関節の可動域が大きいことが明らかになった。国際ダンス医科学学会 (IADMS) のトゥシューズの練習を始めるためのガイドライン⁹⁾では、12歳未満ではな

表2 M1/5の相関結果（1）

	r	p
初診時年齢（歳）	0.808	<0.001*
バレエ開始年齢（歳）	-0.428	0.0599
バレエ経験年数（年）	0.663	0.001*
トウシューズ開始年齢（歳）	-0.050	0.835
レッスン回数（回/週）	0.062	0.796
レッスン時間（時間/日）	0.372	0.106
BMI（kg/cm ² ）	0.679	0.001*
膝関節伸展ROM（度）	0.063	0.791
足関節背屈（膝屈曲位）ROM（度）	-0.354	0.126
足関節背屈（膝伸展位）ROM（度）	0.048	0.840
足関節底屈ROM（度）	0.077	0.778
母趾伸展ROM（度）	-0.427	0.061
足趾把持力（kg）	0.149	0.532

*有意な相関あり
初診時年齢、バレエ経験年数、BMIで有意差を認めた。

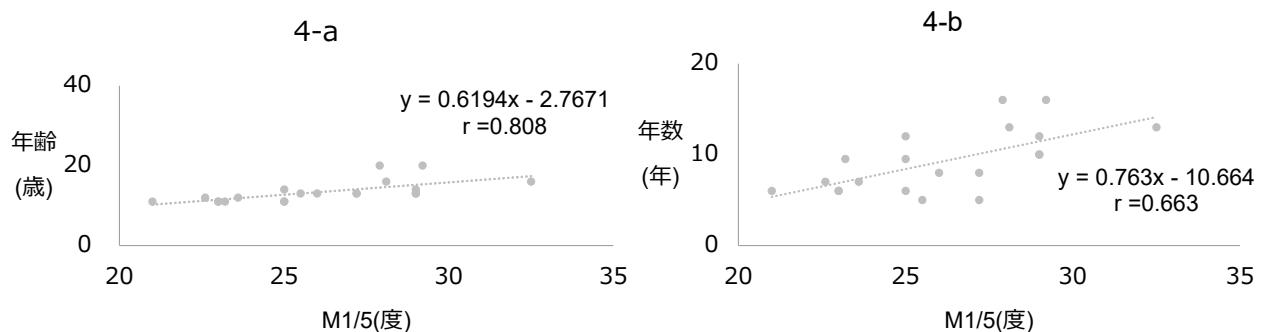


図4 M1/5の相関結果（2）
4-a : M1/5と初診時年齢の関係
4-b : M1/5とバレエ経験年数の関係
いずれも正の相関を認めた。

いこと、足部足関節の過度なROMを有しているダンサーはトウシューズで安全に踊るために筋力とコントロール能力に欠けるためトウシューズの練習開始を遅らせること、が提言されている。また若年成人女性の足関節捻挫の発生率は正常足よりも扁平足で高いことも報告されている¹⁰⁾。若年ダンサーの扁平足が成人期扁平足へ移行し、骨の変形や足の痛みなど将来的な足の障害リスクが高まることを考慮すると、トウシューズを履き始めるタイミングを12歳以降に遅らせることや、扁平足を有する若年ダンサーに対して下肢の筋力強化や固有感覚を向上させるといった訓練を重点的に行うなどトレーニング方法に関して、指導者への啓発・教育が必要であると考えられた。

本研究の限界として、以下の2点が挙げられる。

第一に、サンプル数が少ないこと、第二に、各疾患との関連性や健常者との比較が行われていないことである。扁平足に関しては、ダンサーとの関連性についての先行研究がいくつか見受けられたが、開張足に関する先行研究は、調査可能な範囲では確認できなかった。今後、研究を継続しサンプル数が増加することで、ダンサーと開張足との関連性や、M1/5の経年変化が明確となり、ダンサーにおける足部形態と身体的特徴に関する理解が一層深まると考えられる。また、本研究では、診断された疾患との関連性については調査を行っていないが、今後は疾患別の比較や、疾患を有しない健常なダンサーとの比較を行うことで、本研究の内容をさらに充実させる必要があると考えられる。

表3 MAの相関結果（1）

	r	p
初診時年齢（歳）	0.389	0.090
バレエ開始年齢（歳）	0.307	0.187
バレエ経験年数（年）	0.034	0.886
トウシューズ開始年齢（歳）	0.584	0.007*
レッスン回数（回/週）	0.195	0.410
レッスン時間（時間/日）	0.131	0.581
BMI（kg/cm ² ）	0.494	0.027*
膝関節伸展ROM（度）	-0.080	0.737
足関節背屈（膝屈曲位）ROM（度）	-0.481	0.032*
足関節背屈（膝伸展位）ROM（度）	-0.411	0.072
足関節底屈ROM（度）	-0.802	<0.001*
母趾伸展ROM（度）	0.199	0.401
足趾把持力（kg）	0.052	0.829

*有意な相関あり

トウシューズ開始年齢、BMI、足関節背屈（膝屈曲位）ROM、足関節底屈ROMで有意差を認めた。

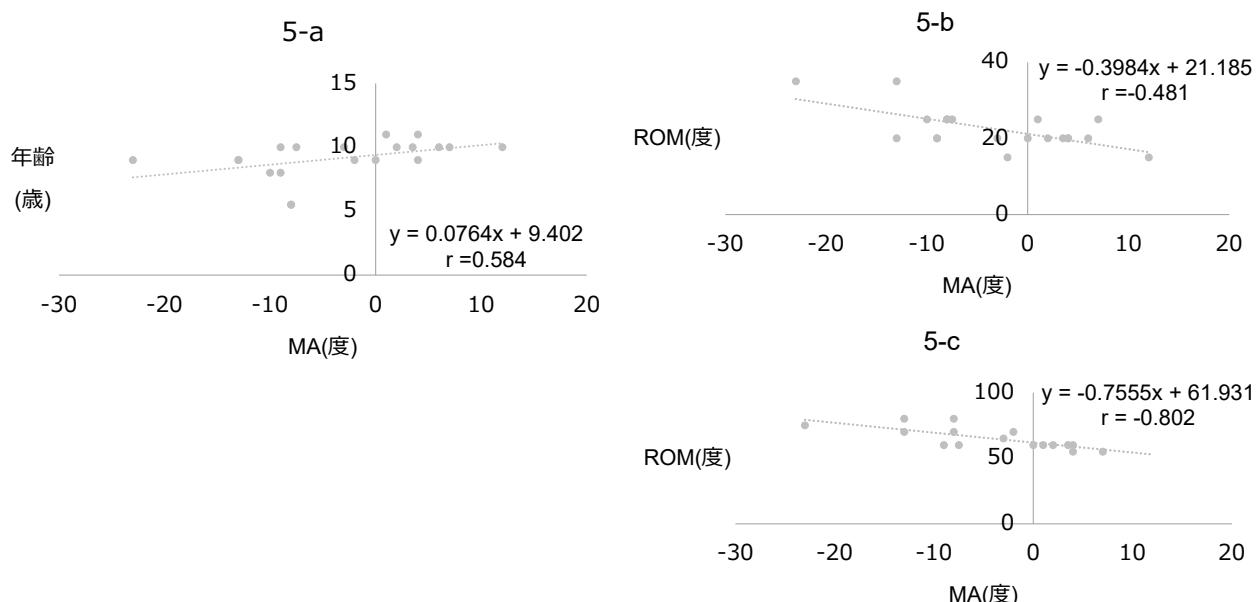


図5 MAの相関結果（2）

5-a : MAとトウシューズ開始年齢の関係

5-b : MAと足関節背屈（膝屈曲位）ROMの関係

5-c : MAと足関節底屈ROMの関係

5-a は正の相関、5-b・c は負の相関を認めた。

結語

当院バレエ外来を受診したダンサーの足部形態と身体的特徴について調査した。55%でMAが0度未満であり、扁平足が多かった。扁平足のダンサーほどトウシューズの開始時期が早く足関節の

可動域が大きいため、トウシューズを履き始めるタイミングやトレーニング方法に関して指導者へ啓発・教育を行っていく必要があると考えられた。

謝辞

本研究の遂行にあたり、快くご協力いただきま

した重工大須病院整形外科・リハビリテーション部の皆様に、感謝申し上げます。

COI

開示すべきCOI関係にある企業等はありません。

文 献

- 1) Katakura M, Kedgley AE, Shaw JW, et al. Epidemiological Characteristics of Foot and Ankle Injuries in 2 Professional Ballet Companies. *Orthop J Sports Med.* 2023; 28; 11(2): 23259671221134131. doi: 10.1177/23259671221134131.
- 2) Younger AS, Sawatzky B, Dryden P. Radiographic assessment of adult flatfoot. *Foot Ankle Int.* 2005; 26(10): 820-825. doi:10.1177/107110070502601006.
- 3) 永山理恵, 横尾浩, 内田俊彦, 他. 開張足の判定に関する検討—フットプリントおよび足計測から—. 靴の医学. 2006; 20(2) : 64-68.
- 4) Bordelon RL. Correction of hypermobile flatfoot in children by molded insert. *Foot Ankle.* 1980; 1(3): 143-150. doi: 10.1177/107110078000100303.
- 5) 村本勇貴, 鳥居俊. 中学生男子サッカー選手の足部形態, および足長とスパイク長の差と足部障害の調査. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2017; 25(3) : 322-327.
- 6) Omey ML, Micheli LJ. Foot and ankle problems in the young athlete. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31(7 Suppl): S470-486. doi: 10.1097/00005768-199907001-00008.
- 7) 平石英一, 池澤裕子, 小久保哲郎. 女性クラシックバレエダンサーの足の特徴第一報：縦アーチについて. 靴の医学. 2005; 19(2) : 15-18.
- 8) Jiang H, Mei Q, Wang Y, et al. Understanding foot conditions, morphologies and functions in children: a current review. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023; 19: 11: 1192524. doi: 10.3389/fbioe.2023.1192524.
- 9) Weiss DS, Rist RA, Grossman G. When Can I Start Pointe Work? Guidelines for Initiating Pointe Training. *J Dance Med Sci.* 2009; 13(3): 90-92. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1089313X0901300304>. Accessed August 23, 2024.
- 10) 生田祥也, 藤下裕文, 大林弘宗, 他. ジュニアアスリートにおいて足部形態が運動器機能およびスポーツ動作に与える影響—新たなスポーツ傷害スクリーニングの確立に向けて—. デサントスポーツ科学. 2022; 42 : 139-145.

原 著

ブレイキン基本姿勢「チェアー」における手部負荷の評価 および下肢肢位の違いが及ぼす影響の検討

津田 貴史、清 松 悠、木下 智文

愛媛大学大学院医学系研究科 整形外科学

Assessment of Contact Pressure on the Palm and the Influence of Lower Limb Position in Chair Freeze, a Basic Posture in Breakdance

Takashi Tsuda, Hiroshi Kiyomatsu and Tomofumi Kinoshita

Department of Orthopaedic Surgery, Ehime University Graduate School of Medicine

Key words: ブレイキン、手部負荷、チェアー

要旨:手部外傷・障害発生率の高いブレイキンにおいて、その特有の動作が手部に及ぼす負荷を明らかにすることは重要な知見である。本研究では、ブレイキンの基本姿勢「チェアー」において、下肢肢位の違いが手部負荷に及ぼす影響につき比較検討した。ブレイクダンス講師および生徒17名を対象とした。薄型圧力センサーシート上に対象者の軸手を置き、チェアー姿勢を保持し手部負荷を測定した。その結果、下肢閉脚位において体重の約75%程度の手部荷重量を示し、ピーク荷重部位の圧力が最も高く、17名中15名(88.2%)のピーク荷重部位が手掌基部桡側に集中していた。手掌基部桡側への強い負荷は、同領域の骨折リスクに繋がることが知られている。本研究結果より、チェアー姿勢における手部負荷は下肢閉脚位で最も大きく、手部桡側の外傷・障害に繋がる可能性が示唆された。

緒言（はじめに）

ブレイキンはヒップホップカルチャーの4大要素の一つであり、ダンスを通じた自己表現の手段の一つとして1970年代に発祥した。近年ではその文化的・芸術的要素を含むスポーツ性が世界的に受け入れられ、その結果2024年のパリオリンピック正式種目の一として開催され、国際ダンススポーツ競技として急速な発展を遂げている。しかし一方で、そのダイナミックな動きに起因し、他ジャンルと比較し特に手関節・手部領域で高い外傷・障害発生率を伴うことが報告されている^{1,4)}。手関節・手部領域においては負傷部位が多岐にわたることが知られているが⁵⁾、いずれの部位もその受傷メカニズムは明らかにされていないのが現状である。

手を床につきながらパフォーマンスを行うブレイキン動作には、ステップを踏む「フットワーク」、回転技である「パワームーブ」、ポーズをとり静止する「フリーズ」などといったスキルが挙げられる^{6,7)}。中でも、上半身で荷重を支え下肢を浮かせ姿勢を保持する「チェアー」は、ブレイ

キンにおいて最も基礎的なフリーズの一つとして知られている（図1）。チェアーは年齢を問わず、初心者からプロフェッショナルダンサーまで頻繁に用いられるが、その一方で手部に継続的に大きな負荷がかかることが予測される。従って、ブレイキンにおける外傷・障害予防の観点からは、同姿勢が手部に及ぼす負荷を明らかにすることは重要な知見である。本研究では、薄型圧力センサーシートを用いチェアーが手部に及ぼす荷重量・圧力およびその分布を評価した。また、チェアー姿勢中の下肢の肢位の違いが手部負荷に及ぼす影響につき比較検討した。

対象および方法

ダンススクール所属の講師および生徒、大会に出場するダンサー17名を対象とした。加療中の外傷・障害併存例、手掌に創や胼胝を形成している例、チェアー姿勢保持が困難な例を除外基準とした。本研究では、除外基準に該当する対象者は認められなかった。対象者背景としての年齢、性別、身長、体重、BMI、ダンス歴、競技レベルに関し表1に示す。本研究は所属施設の臨床研究倫理審



図1 ブレイキンの基本姿勢「チェア」におけるa) 前後開脚位、b) 左右開脚位、c) 閉脚位

表1 対象者背景

年齢 (歳)	性別 (%)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m^2)	ダンス歴(年)	競技レベル (人)
21.9 (10.8; 8-38)	男性 12 (70.6) 女性 5 (29.4)	158.1 (13.7; 130-176)	56.7 (24.4; 25-127)	21.8 (6.3; 14.7-40.9)	9.0 (6.7; 0.5-20.0)	スクール講師 6 スクール生徒 7 競技選手 4

Values are presented as mean (standard deviation; range)
BMI, body mass index

査委員会承認の下（認定番号：2308009）、対象者全員にインフォームド・コンセントを行い、研究参加に同意を得た上で行われている。

薄型圧力センサーシートは「I-Scan System (Tekscan Inc., South Boston, MA, USA)」を用いた。同システムは0.1 mm厚のフィルム状センサーシートを接続することで、領域内に緻密に配列された電極上の荷重・圧力分布を測定することが可能となる。圧力センサーシートは医学領域においても、手部を含めた局所の負荷の定量化目的に用いられている⁸。さらに、本システムは先行研究により、優れた正確性が十分に検証されている⁹⁻¹³。本研究では23.7 cm四方のセンサーシート「Model #5211」およびセンサーコネクター「Evolution Handle」を用い計測した。キャリブレーションの際の荷重負荷にはシングルコラム型材料試験機「STB TENSILON 1225S (A&D Co., Ltd., Tokyo, Japan)」を用い、キャリブレーション手順はTekscan取扱説明書の手法に準拠した。まず圧力測定に先立ち、検者の手掌をシート上に置くことで手掌面積を計測した。その結果に基づき、シート面積全体の約31.3%を占める直径15 cmのポリエチレン性の円盤をシート上に敷き、円盤の上から材料試験機で荷重負荷をかけることでキャリブレーションを実行した。最大荷重値設定は、参加を予定した対象者の平均体重の約120%程度を想定し、700 Nに設定した。キャリブレーションカーブの作成方法はマルチポイントキャリ

ブレーションとし、他の手法と比較し最も高い精度が報告されている、10-point cubic calibrationを先行研究の手法に準じ施行した¹²。

対象者はセンサーシート上に、自身の荷重を主に支える利き手となる軸手を置きながらチェアの姿勢をとることで測定を行った（図1）。本研究におけるチェア姿勢の定義は、軸手側の肘に側腹部を乗せ、体幹側臥位で両手と側頭部で身体を支えながら、下肢を浮かせ静止するものとした。上記の条件を満たした上で、対象者は①チェア姿勢で最もベーシックとされる「前後開脚位（図1 a）」、②パワームーブへの派生の際に用いられる「左右開脚位（図1 b）」、③フリーズのバリエーションの際に用いられる「閉脚位（図1 c）」の3つの下肢肢位を評価対象とした。センサーシート上でそれぞれの肢位を5秒間保持し、軸手にかかる手部負荷の記録を行った。

記録された手部荷重量および圧力は、「I-Scan Software version 7.51 (Tekscan Inc., South Boston, MA, USA)」を用い評価した。姿勢保持中にシート全体に及んだ最大荷重量 (kgf) を体重で除し標準化したものを、全体重における荷重割合 (BW) として算出した。また、本システムではシート上に縞模様状に張り巡らされたセンサーにより構成された、最小ロードセル単位 1.17 cm²毎の圧力およびその分布が自動的に算出されマッピングされる。これにより、測定中に記録された最小ロードセル単位中のピーク荷重部位

の最大圧力 (kPa) を抽出した。圧力分布に関しては対象者の手部設置面を手掌基部橈側・手掌基部尺側の2つの領域に分類し、抽出されたピーク荷重部位の比率を算出した（図2）。

評価方法として、算出された手部全体の全体重における荷重割合 (BW) の平均値、ピーク荷重部位の最大圧力 (kPa) の平均値、ピーク荷重部位の比率 (%) のそれぞれを①前後開脚位、②左右開脚位、③閉脚位の3群間で比較した。統計学的処理は統計ソフトウェア「JMP version 18.0.1 (SAS Institute, Tokyo, Japan)」を用いた。Shapiro-Wilk testにより正規性の検定を行い、正規分布をしていないことが示されたため、ノンパラメトリック検定を用いた。3群間の平均値の差の比較には事前検定にFriedman testを用い、事後検定にWilcoxon signed-rank testで得られたp値をBonferroni correctionで調整し評価した。3群間の比率の差の比較には、事前検定にCochran's Q testを用い、事後検定にMcNemar testで得られたp値をBonferroni correctionで調整し評価した。正規性の検定および3群間比較の事前検定は有意水準5%未満 ($p<0.05$) を、3群間比較の

事後検定は有意水準1.6%未満 ($p<0.016$) 未満を統計学的有意と判定した。

検定力の事前分析として、研究開始時点より連続した5名の最大圧力より必要サンプルサイズを算出した。Power=0.8、 $\delta=40$ 、 $\sigma=40$ 、 $\alpha=0.05$ で必要サンプルサイズn=10の結果であったため、サンプルサイズが小さいことによる再現性への影響を考慮し最終的に17名の測定を行った。

結 果

手部全体の全体重における荷重割合は、閉脚位において前後開脚位および左右開脚位と比較し有意に高かった (0.75BW [SD 0.057] vs. 0.68BW [SD 0.096] and 0.66BW [SD 0.089]; $p=0.0021$ and $p<0.0001$; 図3、表2)。ピーク荷重部位の最大圧力は、閉脚位において左右開脚位と比較し有意に高かった (260.8kPa [SD 67.5] vs. 216.4kPa [SD 48.4]; $p=0.001$; 図4、表2)。ピーク荷重部位は閉脚位15名/17名 (88.2%)、前後開脚位14名/17名 (82.4%)、左右開脚位10名/17名 (58.8%) が手掌基部橈側に集中しており、その比率に事前検定では有意差を

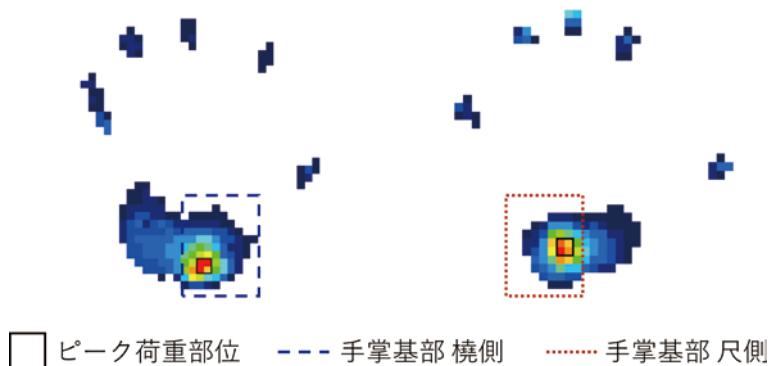


図2 手部圧力分布のシェーマ。ピーク荷重部位はソフトウェアにより自動抽出される（黒四角）。領域を手掌基部橈側（青破線）、手掌基部尺側（赤点線）に分類

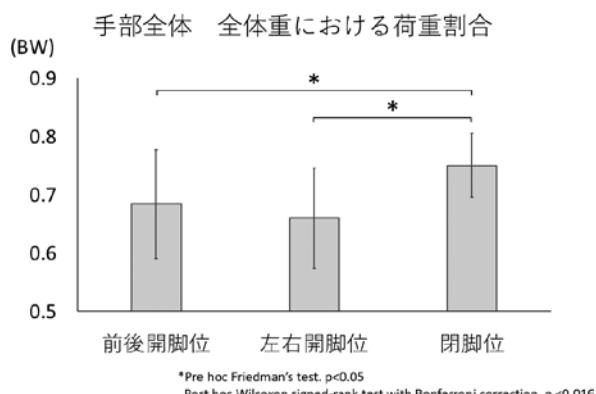


図3 手部全体の全体重における荷重割合の比較

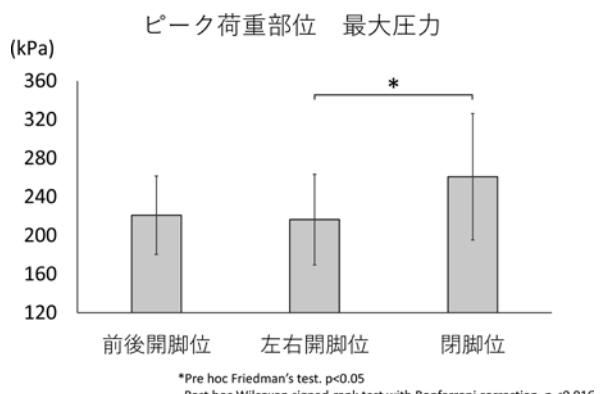


図4 ピーク荷重部位の最大圧力の比較

表2 手部全体の全体重における荷重割合とピーク荷重部位の最大圧力の比較

	①前後開脚位	②左右開脚位	③閉脚位	Pre-hoc test	p value		
					① vs. ②	① vs. ③	② vs. ③
手部全体	0.68	0.66	0.75				
全体重における荷重割合 (BW)	(0.096; 0.44-0.80)	(0.089; 0.53-0.82)	(0.057; 0.67-0.85)	0.0008*	0.31	0.0021 [†]	<0.0001 [†]
ピーク荷重部位	221.0	216.4	260.8				
最大圧力 (kPa)	(41.9; 155.0-302.5)	(48.4; 163.0-338.1)	(67.5; 156.0-380.8)	0.047*	0.85	0.027	0.001 [†]

Values are presented as mean (standard deviation; range)

* Friedman's test. p<0.05 was considered statistically significant.

[†] Wilcoxon signed-rank test with Bonferroni correction. p<0.016 was considered statistically significant.

認めたものの (p=0.03; 表3)、事後検定ではいずれの群間にも統計学的有意差を認めなかった (p=0.56, p=0.025, and p=0.046; 表3)。

考 察

本研究の重要な知見の一つとして、チェア姿勢中は体重の約 2/3 ~ 3/4 程度の負荷が軸手にかかっていたことが挙げられる。チェアは軸手・対側の手・側頭部の3点で支持基底面を構成し、その支持基底面の範囲内に重心を置くことで姿勢の保持を可能とする。本研究結果より、いずれの下肢肢位においても半量以上の荷重負荷が軸手に集中することが明らかとなった。技術的な観点より考察すると、チェアの際には軸手の前腕をシーソーの支点のように働かせることで、その後の回転技や倒立等の派生技への移行を可能としている。本研究結果は、主に重心を軸手に寄せ姿勢を保持するというチェアの生体力学（以下：バイオメカニクス）的要素が反映されたものと考える。

さらに、チェアは下肢閉脚位において、手部荷重量・圧力とも最も高い結果であった。これは下肢が閉脚位をとることにより重心が相対的に尾側に移動し、より軸手近傍まで重心が位置したことによる影響と考えられる。転倒時の動作を再現した報告では、前向きに転倒し手をついた際は約400~800 kPa程度の圧力が手部に及ぶとされている¹⁴⁾。チェア姿勢時は転倒時に生じる圧力と同程度には達しなかったものの、その継続的な負荷が手部に及ぼす影響についてはさらなる分析、検討を要する。さらに、転倒時は肘関節を反射的に屈曲させることで手部への衝撃を相対的に緩和できるが¹⁵⁾、肘に側腹部を乗せバランスを取るチェアでは自発的に負荷を緩和させるような姿勢の調整が困難である。ブレイキンでは練習回数の多

いプロフェッショナルの方がアマチュアよりも外傷・障害発生率が高かったこと¹⁶⁾、手部負傷の約80%はオーバーユースに起因していたことが報告されている¹⁷⁾。従って、チェア姿勢、特に下肢閉脚位によるチェアの継続的な負荷は、手部障害に繋がる可能性を念頭に置く必要がある。

圧力分布に関しては、過半数～特に閉脚位においては大半が手掌基部橈側に最大圧力が集中していた。これは軸手に荷重を集中させながらも、バランス維持のために側頭部を接地させることで重心がわずかに頭側・手部橈側に寄ることに起因する。また、手関節背屈位では荷重負荷が橈側に寄ることも知られており¹⁸⁾、チェア姿勢中の圧力分布の特徴を裏付けるものと考える。一方で、事後検定では各群間に有意差を認めなかったものの、事前検定では下肢肢位の違いにより圧力分布の比率に有意差が見られた。特に下肢左右開脚位においては最大圧力部位がやや分散する傾向にあったことが特徴的であった。これは対象者によって、開脚位の際の股関節可動域が大きくなりなっていたことによる影響も考慮される。しかしながら本研究では実際のチェア中の下肢関節角度や全身のシルエットを含めたパラメータは測定されていないため、今後は全身のバイオメカニクスも考慮に入れた追跡調査が望ましいと考える。これに対し、下肢閉脚位においては身体条件によらず、高い再現性で橈側に荷重が集中していたことも特徴的であると言える。圧力分布の比率に関しては、今後更なる対象者の評価の蓄積がほしいと考える。

本研究の限界として、以下の点が挙げられる。まず、検定力分析によりサンプルサイズを設定したもの、対象者数が限られていたことである。少ない対象者による解析は、統計学的結果に影響

表3 ピーク荷重部位 比率の比較

ピーク 荷重部位 比率 (%)		①前後開脚位	②左右開脚位	③閉脚位	p value		
					Pre-hoc test	Post-hoc test	
						① vs. ②	① vs. ③
手掌基部 桡側	14 (82.4)	10 (58.8)	15 (88.2)	0.03*	0.046	0.56	0.025
手掌基部 尺側	3 (17.6)	7 (41.2)	2 (11.8)				
計	17 (100.0)	17 (100.0)	17 (100.0)				

* Cochran's Q test. p<0.05 was considered statistically significant.

† McNemar test with Bonferroni correction. p<0.016 was considered statistically significant.

した可能性が否定できない。また、対象者の身体的要素を因子として考慮していなかった点も挙げられる。年齢や性差、全身の柔軟性や四肢の解剖学的形状の違いなどは手部負荷に影響する可能性がある。最後に、手部負荷は全て静止した状態で計測されたことである。実際のダンス動作中はチエアー姿勢と他の動きとを連携させることもあり、本研究結果はより実際のパフォーマンスを再現する動的な要素は反映されていない。しかしながら、本研究はチエアーというブレイキンに特有であるスキルの手部負荷を解明したことに、大きな新規性を有している。実際に手部～手関節橈側の負傷に至る症例報告も散見され^{19,20)}、手掌基部橈側への強い負荷は同領域の骨折に関わることも指摘されている（14）。したがって、チエアーによる繰り返しの負荷は手部橈側の外傷・障害の一因となる可能性も考慮される。本研究の更なる方向性は、手部負荷と全身を含めたバイオメカニクスとの関連および、手部負荷と実際の外傷・障害との関連を明らかにすることである。ブレイキンが安全な国際ダンススポーツ競技として確立するために、予防医学の更なるエビデンスの蓄積が今後も望まれる。

結語（まとめ）

ブレイキンの基本スキルであるチエアーは、強い負荷を主に手掌基部橈側に及ぼす姿勢である。特に、下肢閉脚位においてより高い負荷がさらに橈側に集中する。

謝 辞

本研究は、令和6年度 愛媛大学若手研究活動支援事業およびエディテージ・グラント2024の助成金交付により研究が遂行されたものです。この場をお借りし、深く御礼申し上げます。

COI

本研究発表内容に関連し、利益相反に該当する組織・団体として「愛媛大学 研究・産学連携支援部」および「カクタス・コミュニケーションズ株式会社」を、研究助成金の提供元として開示事項に則り開示します。

著者貢献

筆頭著者 津田貴史は、実臨床より得たクリニカル・クエスチョンをリサーチ・クエスチョンに昇華させ、研究としてのアイデア化、概念化を行った（Conceptualization）。方法論のデザイン、開発を行った上で研究素材の確保を行い、調査プロセスを実行しデータを収集・整理した（Methodology, Data curation, Investigation）。得られたデータの解析処理を行い、可視化の上論文の原稿作成・執筆を行った（Visualization, Writing original draft, Writing-review&editing）。また、本論文につながる研究プロジェクトを実行するための財政支援を獲得した（Funding acquisition）。

共著者 清松悠は筆頭著者と共に調査プロセスを実行しデータを収集し、実験結果の再現性を評価した（Validation）。論文作成に際しては筆頭著者が作成した原稿のレビュー、論評、修正を行った（Writing-review&editing）。

責任著者 木下智文は研究器具を提供し、研究活動の計画と実行に関する管理責任を担った（Resources, Project administration）。また、必要に応じた研究チームへの指導を行い、研究活動の監督責任を負った（Supervision）。論文作成に際しては筆頭著者が作成した原稿のレビュー、論評、修正を行った（Writing-review&editing）。

文 献

- 1) Cho CH, Song KS, Min BW, et al. Musculoskeletal injuries in break-dancers. *Injury*. 2009; 40(11): 1207-11. doi: 10.1016/j.injury.2009.05.019.
- 2) 向井力哉, 寺本篤史, 神谷智昭, 他. ストリートダンスにおける運動器外傷・障害の発生状況. 整・災外. 2020;63(6): 851-5. doi: 10.18888/se.0000001326.
- 3) Tjukov O, Engeroff T, Vogt L, et al. Injury Profile of Hip-Hop Dancers. *J Dance Med Sci*. 2020; 24(2): 66-72. doi: 10.12678/1089-313X.24.2.66.
- 4) Tsioti N, Wyon M. Injury Occurrence in Break DanceAn Online Cross-Sectional Cohort Study of Breakers. *J Dance Med Sci*. 2021; 25(1): 2-8. doi: 10.12678/1089-313X.031521a.
- 5) Tsuda T, Kido K, Hino K, et al. Underdeveloped injury prevention in breakdancing may cause consecutive occurrence of a bilateral Stener lesion: A case report and literature review. *JOS Case Reports*. 2023; 2(3): 83-6. doi: 10.1016/j.joscr.2023.05.005.
- 6) Shimizu D, Okada T. How Do Creative Experts Practice New Skills? Exploratory Practice in Breakdancers. *Cogn Sci*. 2018; 42(7): 2364-96. doi: 10.1111/cogs.12668.
- 7) Perez-Portela A, Prieto-Lage I, Argibay-Gonzalez JC, et al. Time-motion analysis in men's breaking: A longitudinal study. *PLoS One*. 2023; 18(10): e0293131. doi: 10.1371/journal.pone.0293131.
- 8) Short N, Almonroeder T, Baumle M, et al. Wrist pressure and angulation during keyboarding: Comparison between two common wrist supports. *Work*. 2022; 71(4): 1121-8. doi: 10.3233/WOR-205154.
- 9) Agins HJ, Harder VS, Lautenschlager EP, et al. Effects of sterilization on the Tekscan digital pressure sensor. *Med Eng Phys*. 2003; 25(9): 775-80. doi: 10.1016/s1350-4533(03)00119-x.
- 10) Bachus KN, DeMarco AL, Judd KT, et al. Measuring contact area, force, and pressure for bioengineering applications: using Fuji Film and TekScan systems. *Med Eng Phys*. 2006; 28(5): 483-8. doi: 10.1016/j.medengphy.2005.07.022.
- 11) Drewniak EI, Crisco JJ, Spenciner DB, et al. Accuracy of circular contact area measurements with thin-film pressure sensors. *J Biomech*. 2007; 40(11): 2569-72. doi: 10.1016/j.jbiomech.2006.12.002.
- 12) Brimacombe JM, Wilson DR, Hodgson AJ, et al. Effect of calibration method on Tekscan sensor accuracy. *J Biomech Eng*. 2009; 131(3): 034503. doi: 10.1115/1.3005165.
- 13) Macintyre L. New calibration method for I-scan sensors to enable the precise measurement of pressures delivered by 'pressure garments'. *Burns*. 2011; 37(7): 1174-81. doi: 10.1016/j.burns.2011.06.008.
- 14) Choi WJ, Robinovitch SN. Pressure distribution over the palm region during forward falls on the outstretched hands. *J Biomech*. 2011; 44(3): 532-9. doi: 10.1016/j.jbiomech.2010.09.011.
- 15) DeGoede KM, Ashton-Miller JA. Fall arrest strategy affects peak hand impact force in a forward fall. *J Biomech*. 2002; 35(6): 843-8. doi: 10.1016/s0021-9290(02)00011-8.
- 16) Kauther MD, Wedemeyer C, Wegner A, et al. Breakdance injuries and overuse syndromes in amateurs and professionals. *Am J Sports Med*. 2009; 37(4): 797-802. doi: 10.1177/0363546508328120.
- 17) Cousin F, Poisson F. Les blessures liées à la pratique du Breakdance : étude épidémiologique transversale descriptive chez les danseurs amateurs et professionnels de plus de dix-huit ans. *Sci Sports*. 2022; 37(2): 113-22. doi: 10.1016/j.scispo.2021.08.003.
- 18) Majima M, Horii E, Matsuki H, et al. Load transmission through the wrist in the extended position. *J Hand Surg Am*. 2008; 33(2): 182-8. doi: 10.1016/j.jhsa.2007.10.018.
- 19) Lohman M, Kivisaari L, Partio EK. Stress reaction in the carpal bones caused by breakdancing. *Emerg Radiol*. 2003; 10(2): 102-4. doi: 10.1007/s10140-003-0293-4.
- 20) Cho CH, Song KS, Min BW, et al. Scaphoid nonunion in break-dancers: a report of 3 cases. *Orthopedics*. 2009; 32(7): 526. doi: 10.3928/01477447-20090527-29.

原 著

ブレイキンダンサーのバランス機能・関節可動域と運動器障害発生の関連性～他種目ストリートダンサーとの比較～

向井 力哉^{1,2)}、神谷 智昭²⁾、村橋 靖崇²⁾

渡邊 耕太³⁾、寺本 篤史²⁾

留萌市立病院 整形外科¹⁾、札幌医科大学 医学部 整形外科学講座²⁾、

札幌医科大学 保健医療学部 理学療法学第二講座³⁾

Comparison of injury patterns, balance ability, and joint flexibility between breaking dancers and other street dancers

Rikiya Mukai^{1,2)}, Tomoaki Kamiya²⁾, Yasutaka Murahashi²⁾,

Kota Watanabe³⁾ and Atsushi Teramoto²⁾

Orthopedic Department, Rumoi city Hospital¹⁾

Department of Orthopaedics Surgery, Sapporo Medical University²⁾

Physical Therapy, School of Health Sciences, Sapporo Medical University³⁾

Key words: ストリートダンス、ブレイキン、バランス機能

要旨：

【目的】ストリートダンスの一種であるブレイキンは他種目と比べて運動器障害の発生率が高いが、身体機能と障害発生の関連性は知られていない。本研究の目的はブレイキンダンサーのバランス機能・関節可動域と運動器障害発生の関連性を明らかにする事である。

【方法】現役ストリートダンサー52名（男性36例、女性16例、平均26.2±4.2歳）を対象にした。評価項目は運動器障害有病率、障害部位、Star Excursion Balance Test (SEBT) によるバランス機能、関節可動域（肩・肘・手・股・膝・足）とした。ブレイキンダンサー群（以下B群）と他種目ストリートダンサー群（以下S群）に分けて、t検定と χ^2 二乗検定を用いて統計学的に比較検討した。

【結果】B群は23名でS群は29名であった。障害有病率はB群87.0%、S群34.5%で有意にB群が高かった。障害部位はB群では手・股関節が17.3%と最も多く、S群は肩が24.1%と最も多かった。SEBTはB群が両下肢の前方・前外側・外側・後外側で有意に小さかった。関節可動域は股関節内転・伸展、肩関節外旋、手関節掌屈で有意にB群が小さかった。

【考察】ブレイキンダンサーはSEBTが低値でバランス機能が悪く、股・肩・手関節において関節可動域が小さかった。ブレイキンダンサーにおいては、バランス機能や関節可動域の低下が障害と関連している可能性も考えられた。

緒言（はじめに）

ブレイキンは1970年代アメリカ合衆国ニューヨーク州ブロンクス地区が発祥の地とされるストリートダンスの一種であり¹⁾、トップロックと呼ばれる立位での動作、フットワークと呼ばれる蹲踞体制での下肢動作、パワームーブと呼ばれる下肢を浮上させた状態で行われる全身を用いた回旋運動、フリーズと呼ばれる主に上肢または頭部のみを接地した状態で行われるダイナミックな静止動作の4要素²⁾から成り立つ（図1）。

ブレイキンは他種目ストリートダンスと比べ運動器障害の発生率が高い事が知られており³⁾、倒

立時や地面との衝突を生じる動作で好発すると報告されている^{4,5)}。また、疼痛を我慢し継続する傾向が強い⁶⁾ことも、ブレイキンダンサーの特徴である。一方でブレイキンダンサーのバランス機能や関節可動域と、障害発生の関連は報告が少ない。

本研究の目的はブレイキンダンサーと他種目のストリートダンサーにおいて、バランス機能・関節可動域と運動器障害発生の関連性を明らかにする事である。

対象（材料）および方法

現役ストリートダンサー52名（男性36名、女性16名 平均年齢26.2±4.2歳）を対象とした。

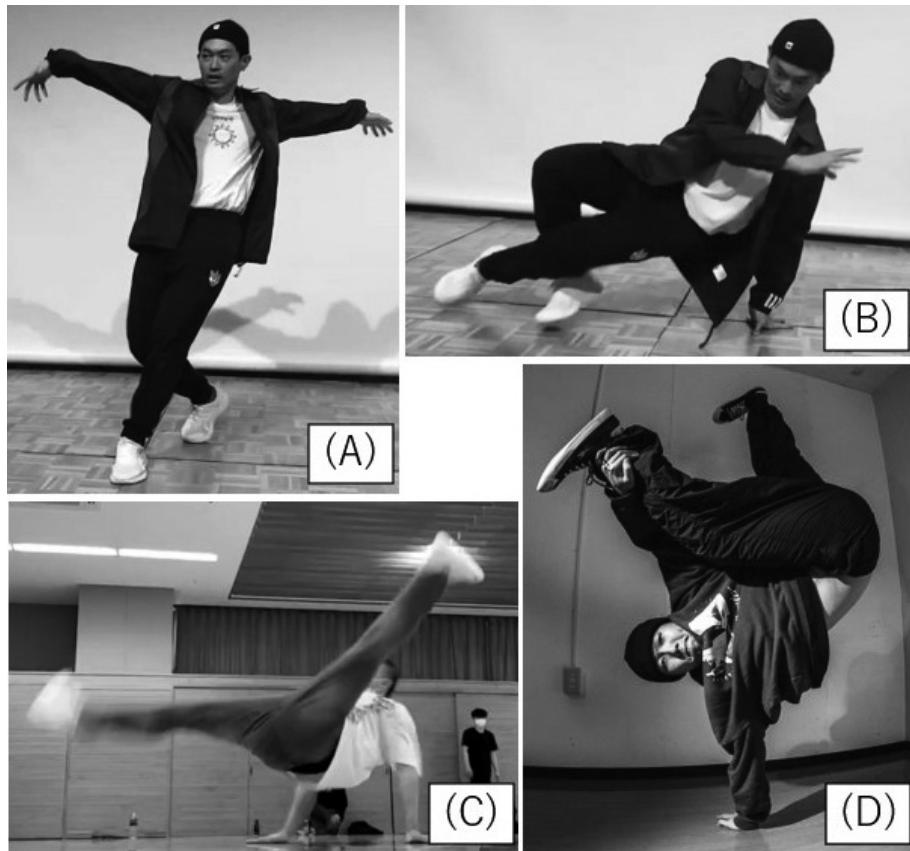


図1 ブレイキンにおける4要素
 (A) トップロックと呼ばれる立位動作、(B) フットワークと呼ばれる蹲踞姿勢での下肢動作、(C) パワームーブと呼ばれる下肢浮上状態での回旋動作、(D) ダイナミックな姿勢で静止するフリーズ。

調査期間は2023年12月から2024年1月まで、ダンス大会に参加したダンサーならびに北海道在住の大学生に対し行った。実施場所は大会会場または札幌医科大学体育館で1名の検者により行われた。

調査項目は背景因子（年齢・性別・競技歴・練習頻度・練習時間）、運動器障害有病率、VAS、障害部位、バランス機能、関節可動域（ROM）、とした。バランス機能はSEBT（Star Excursion Balance Test）を用いて評価した。SEBTは下肢最大到達距離を左右8方向で計測し、測定値は下肢長で除して算出した^{7,8)}。また、ROMは肩、肘、手、股、膝、足関節を測定した。

対象をブレイキンダンサー群（以下B群）と他種目ストリートダンサー群（以下S群）の2群に分け、調査項目を比較検討した。

統計はt検定と χ^2 二乗検定を用いて解析し、有意水準は5%とした。

結果

B群は23名、S群は29名であった。平均年齢はB群 27.4 ± 4.5 歳、S群 25.1 ± 3.6 歳であり、有意差は

認めなかった。性別はB群男性22名、女性1名、S群男性14名、女性15名であり、B群で有意に男性が多かった。競技歴（B群 10.1 ± 5.0 年、S群 8.7 ± 5.1 年）、練習回数（B群 2.2 ± 1.2 回/週、S群 2.9 ± 1.6 回/週）、練習時間（B群 118.3 ± 33.6 分/回、S群 116.9 ± 37.2 分/回）は、2群間で有意差はなかった（表1）。障害有病率はB群87.0%、S群34.5%で有意にB群が高かった（図2）。VASはB群が 26.8 ± 14.2 、S群が 15.4 ± 19.2 とB群が有意に高かった（図3）。障害部位はB群では手・股関節が26.1%と最も多く、S群は肩が24.1%と最も多かった（図4）。SEBTはB群の方が両下肢で前方・前外側・外側・後外側が有意に小さかった（図5）。関節可動域は股関節内転と伸展、肩関節外旋および手関節掌屈でB群が有意に小さかった（表2）。

考察

本研究結果でブレイキンダンサーは他種目ストリートダンサーと比較し、バランス機能が悪く、肩、股、手関節で関節可動域が小さかった。Bronnerら⁹⁾はブレイキンと他種目ストリートダ

表1 患者背景

	B群	S群	P値
年齢（歳）	27.4±4.5	25.1±3.6	0.058
性別（人）	男22/女1	男14/女15	0.001>
ダンス歴（年）	10.1±5.0	8.7±5.1	0.311
練習回数（回/週）	2.2±1.2	2.9±1.6	0.069
練習時間（分/回）	118.3±33.6	116.9±37.2	0.892

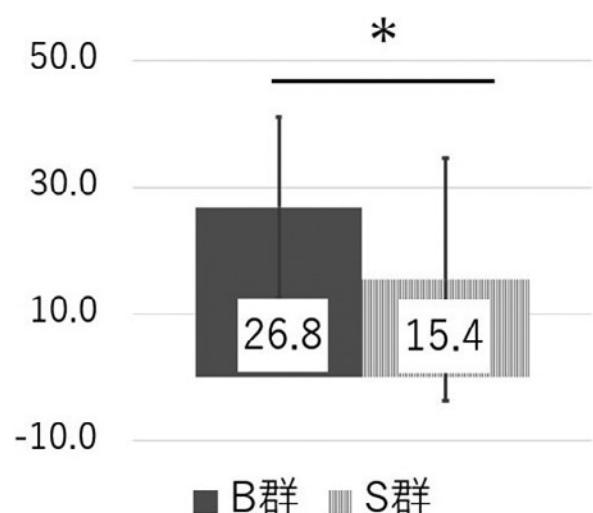
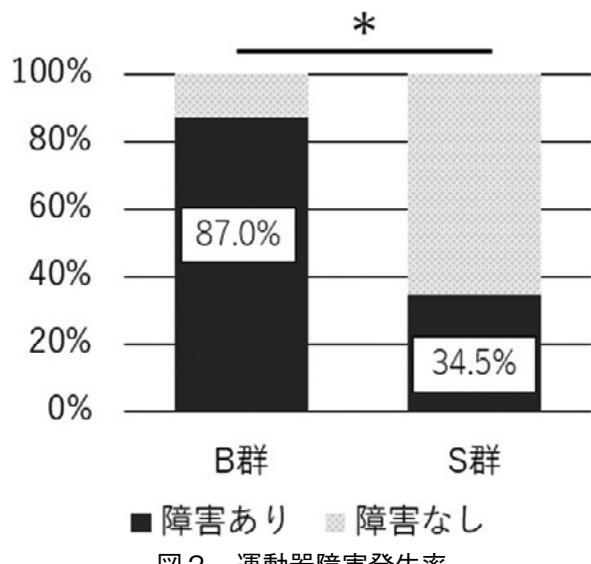


図3 VAS. * : p<0.05

ンサーの動作をモーションキャプチャーを用いて検討し、ブレイキンのフットワーク動作における股関節可動域は内旋、内転、外転で大きいと報告した。Witvrouwら¹⁰⁾は下肢可動域が低下しているサッカー選手は、有意に筋損傷が多かったと報告している。本研究結果でブレイキンは股関節障害の有病率が高かった。ブレイキンでは健常人の自動可動域より大きな股関節可動域を要する⁹⁾と言われており、このことで慢性的な筋損傷が生じている可能性が考えられた。

過去の研究でブレイキンは手関節障害が発生しやすいと報告¹¹⁾されており、本研究結果でも同様の結果であった。関口ら¹²⁾はブレイキンと同じく手関節背屈強制が多い体操競技選手において、一般成人に比べて橈骨手根関節可動域は低下し、手根中央関節・手根中手関節可動域は増大していると報告した。あん馬や倒立等での手関節背屈での荷重動作では、橈骨手根関節はほぼ可動せずに手根中央関節で可動していることが判明している¹³⁾。そのため体操競技選手は橈骨手根関節の可動域を減じる代わりに同関節の安定性を得て、そ

の可動域の代償を手根中央関節・手根中手関節で行っていると考えられている。ブレイキンにおいても手関節背屈位での荷重動作が求められる⁶⁾ため、手関節可動域に影響を与えていた可能性が示唆された。

本研究ではSEBTにおいて前方・前外側・外側・後外側・後方・前内側でB群は有意に低下を認めていた。SEBTを用いたバランス機能と運動器障害有病率を検討した過去の研究では、SEBTが低い選手は非接触性下肢障害が増加すると報告された¹⁴⁾。またブレイキンを含むストリートダンサーを対象にした研究でも、SEBT値が低いダンサーは肩・股・膝・足の障害が増加していた¹⁵⁾。Earlら⁸⁾はSEBTの各動作における筋出力を検討し、前方動作では外側広筋・内側広筋の活動量が増加したと報告した。またAmbegaonkarrら¹⁶⁾は前方動作では股関節屈曲と伸展、後外側動作は股関節外転・伸展・屈筋筋力と関連があると報告した。ブレイクダンサーでは股関節筋力低下と可動域制限に起因する相対的な過負荷が示唆され、それが疼痛の原因となっている可能性が考えられた。今

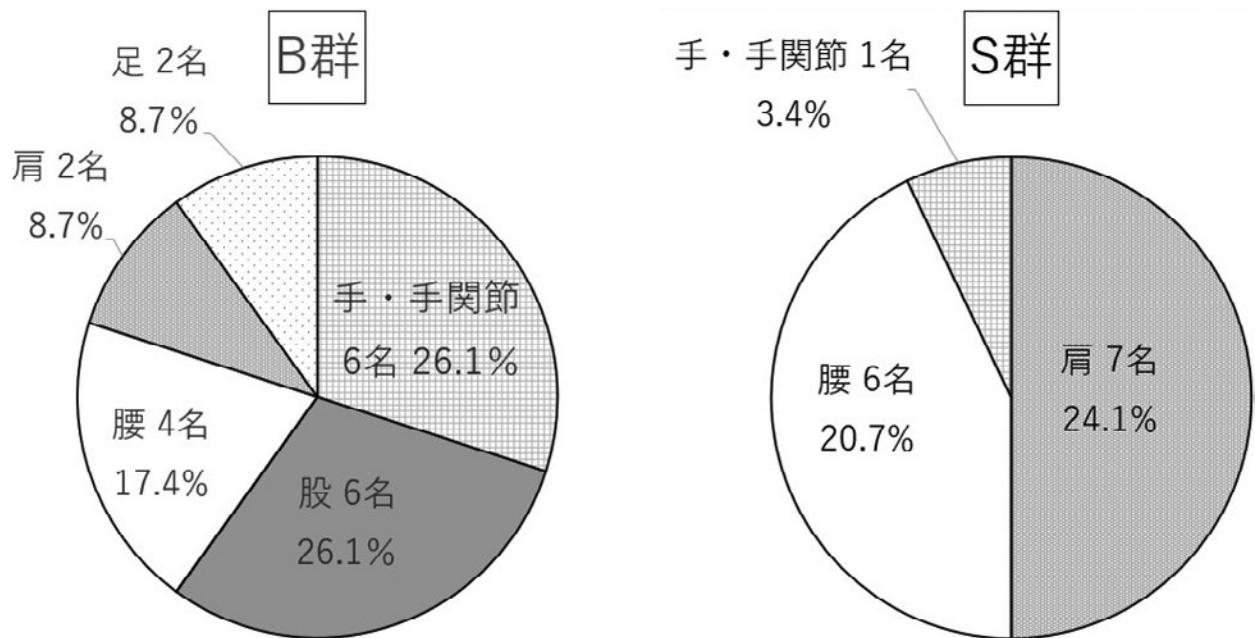


図4 障害発生部位

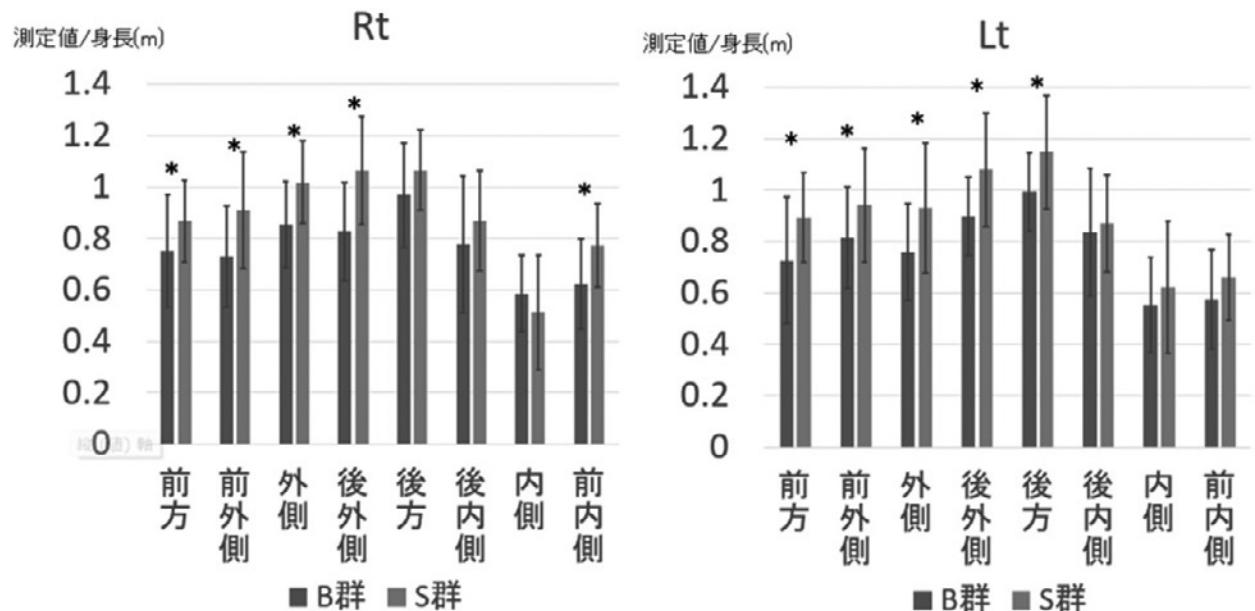


図5 SEBT. * : $p < 0.05$

後はブレイキンに関する障害発生予防に向けて、柔軟性およびバランス機能訓練の指導・啓発が必要であると考えられた。

本研究の限界点として、各関節の筋力評価、画像評価、疼痛部位の局在、診断名が不明瞭、ブレイキンダンサーは有意に男性が多かった事が挙げられる。

女性ホルモンの影響¹⁷⁾の為、女性は男性よりも関節弛緩性が高い事は先行研究でも言及されており¹⁸⁾、本研究における関節可動域差は性差も影響した可能性がある。上記限界点については今後の

課題したい。

結語

運動器障害有病率はブレイキンダンサーが他種目ストリートダンサーと比較し高かった。ブレイキンダンサーは股・肩・手関節において関節可動域が小さく、バランス機能が悪かった。ブレイキンは肩、手を接地する動作が多いが、バランス機能・関節可動域の低下も障害に関連している可能性も示唆された。

表2 各関節の可動域

		B群	S群	P値
股	屈曲	右 123.5 ± 12.4	129.3 ± 6.9	0.056
		左 123.9 ± 12.1	129.3 ± 6.9	0.070
	外転	右 53.9 ± 7.1	55.2 ± 5.0	0.483
		左 53.9 ± 7.1	55.9 ± 4.9	0.278
	内転	右 20.0 ± 0.0	21.2 ± 2.5	0.017
		左 20.0 ± 0.0	21.2 ± 2.5	0.017
	外旋	右 48.5 ± 11.3	51.9 ± 11.5	0.296
		左 48.5 ± 11.3	52.2 ± 10.6	0.236
	内旋	右 45.0 ± 14.1	50.0 ± 14.8	0.230
		左 43.7 ± 14.8	49.3 ± 14.1	0.179
	伸展	右 13.7 ± 5.2	18.6 ± 6.8	0.005
		左 13.7 ± 5.2	19.3 ± 7.4	0.003

		B群	S群	P値
膝	屈曲	右 134.8 ± 6.5	136.6 ± 5.3	0.306
		左 134.8 ± 6.5	136.6 ± 5.3	0.306
	伸展	右 0.0 ± 0.0	0.0 ± 1.9	1.000
		左 -0.2 ± 1.0	0.2 ± 1.6	0.300

		B群	S群	P値
肘	屈曲	右 133.0 ± 4.6	133.8 ± 4.9	0.579
		左 133.0 ± 4.6	133.8 ± 4.9	0.579
	伸展	右 2.2 ± 3.9	2.4 ± 4.7	0.843
		左 2.0 ± 3.8	2.4 ± 4.7	0.705

		B群	S群	P値
足	底屈	右 45.9 ± 9.0	44.5 ± 5.1	0.525
		左 45.9 ± 9.0	44.3 ± 5.0	0.474
	背屈	右 18.9 ± 3.6	18.8 ± 3.6	0.908
		左 18.9 ± 3.6	18.8 ± 3.6	0.908
	内がえし	右 40.0 ± 5.9	40.9 ± 5.7	0.606
		左 40.0 ± 5.9	40.9 ± 5.7	0.606
	外がえし	右 20.9 ± 2.8	20.0 ± 3.7	0.351
		左 20.9 ± 2.8	20.0 ± 3.7	0.351

		B群	S群	P値
手	背屈	右 81.3 ± 9.0	83.1 ± 7.5	0.454
		左 81.3 ± 9.0	83.1 ± 7.5	0.454
	掌屈	右 76.5 ± 7.0	80.7 ± 6.9	0.041
		左 76.5 ± 7.0	80.7 ± 6.9	0.041
	回内	右 88.7 ± 3.4	87.9 ± 4.1	0.470
		左 88.7 ± 3.4	87.9 ± 4.1	0.470
	回外	右 90.0 ± 0.0	89.7 ± 3.2	0.573
		左 90.0 ± 0.0	89.7 ± 3.2	0.573

- 2) Foley CG. From b-girl to b-baby: Constructing a breakin' pedagogy. J. Dance Educat. 2016; 16: 62-66.
- 3) 向井力哉, 寺本篤史, 神谷智昭他. ストリートダンスにおける運動器外傷・障害の発生状況. 整形・災害外. 2020; 63: 845-849.
- 4) Cho CH, Song KS, Min BW, et al. Musculoskeletal injuries in break-dancers. Injury. 2009; 40(11): 1207-11.
- 5) Kauther MD, Wedemeyer C, Wegner A. Breakdance injuries and overuse syndromes in amateurs and professionals. Am J Sports Med. 2009; 37(4): 797-802

COI

開示すべきCOI関係にある企業等はありません。

文 献

- 1) Yang Z, Bai Y, Wei MT. The importance of creativity in the sportification of breakdance. Front. Educ. 2022; 7: 855724.

- 6) Cousin F, Poisson F.Breakdance injuries: Transversal epidemiologic study to amateurs and professionals over eighteen years old. *Sci Sports*. 2022; 37: 113-122.
- 7) Kinzey SJ, Armstrong CW.The reliability of the star-excursion test in assessing dynamic balance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998; 27(5): 356-60.
- 8) JE Earl, J Hertel.Lower-Extremity Muscle Activation during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2001; 10(2), 93-104.
- 9) Bronner S, Ojofeitimi S, Woo H.Extreme Kinematics in Selected Hip Hop Dance Sequences. *Med Probl Perform Art*. 2015 Sep; 30(3): 126-34.
- 10) Witvrouw E, Danneels L, Asselman P et al. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med*. 2003; 31(1): 41-6.
- 11) 向井力哉, 寺本篤史:【アーバンスポーツとスポーツ医学】種目別のメディカルサポート プレイクダンスにおける外傷・障害. *臨床スポーツ医*. 2022;39 : 1318-1321.
- 12) 関口貴博, 白戸英明, 土屋明弘. 手関節痛を有する体操競技選手における手関節背屈時の手根骨動態解析～MRI画像による一般成人との比較, 及び柔軟性との関連について～*日臨スポーツ医会誌*. 2013 ; 21 : 27-36.
- 13) 森友寿夫. 3次元動態MRIによる手関節運動の解析. *MB Orthop* 2006 ; 19 : 17-23.
- 14) Butler RJ, Lehr ME, Fink ML et al: Dynamic balance performance and noncontact lower extremity injury in college football players: an initial study. *Sports Health*. 2013 Sep; 5(5): 417-22.
- 15) Ursej E, Sekulic D, Prus D. et al. Investigating the Prevalence and Predictors of Injury Occurrence in Competitive Hip Hop Dancers: Prospective Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2019; 16(17): 3214.
- 16) Ambegaonkar JP, Mettinger LM, Caswell SV, Burtt A et al. Relationships between core endurance, hip strength, and balance in collegiate female athletes. *Int J Sports Phys Ther*. 2014; 9(5): 604-16.
- 17) Shultz SJ, Sander TC, Kirk SE, et al: Sex differences in knee joint laxity change across the female menstrual cycle. *J Sports Med Phys Fitness*, 2005, 45(4): 594-603
- 18) Fairbank JC, Pynsent PB, Phillips H: Quantitative measurements of joint mobility in adolescents. *Ann Rheum Dis*. 1984, 43(2): 288-294.

原 著

当院を受診した舞台俳優における障害発生の検討

荒田 裕貴、関 健、原口 貴久
 立岩 俊之、山本 謙吾
 東京医科大学 整形外科学分野

**A study of the occurrence of disabilities in stage actors
 who visited our hospital**

Yuki Arata, Takeshi Seki, Takahisa Haraguchi,
 Toshiyuki Tateiwa and Kengo Yamamoto
Department of orthopedic surgery Tokyo Medical University

Key words: 舞台俳優、障害発生、メディカルサポート

要旨：

【はじめに】舞台俳優における障害発生状況を調査した報告はこれまでになく、その特徴は明らかではない。本研究は、舞台俳優の障害発生状況を明らかにし、整形外科的に介入できるメディカルサポートを検討することである。

【対象と方法】対象は、2021年1月から2023年12月に舞台俳優業で発生した障害で当院を受診した7例である。診療記録から患者背景と発生状況、障害部位、受傷動作、診断名を調査した。

【結果】性差は男性：6例、女性：1例、平均年齢： 25.4 ± 4.0 歳であった。平均身長： 168.0 ± 8.7 cmで平均体重： 67.6 ± 9.0 kg、平均BMI： 24.3 ± 5.6 kg/m²であった。活動レベルは演劇学校の学生：1例、舞台俳優/俳優業：6例であった。障害発生状況は、稽古中：4例、公演中：2例、会場設営中：1例であった。障害部位は、膝：4例、足関節、手指、肩関節：各1例であった。受傷動作は、ジャンプ後の着地：4例、転倒、転落、受傷動作なし：各1例であった。診断名は、膝前十字靱帯損傷：3例（1例は膝内側側副靱帯損傷を合併）、膝内側側副靱帯損傷：1例、肩腱板損傷、母指基節骨骨折、足関節後方インピンジメント症候群：各1例であった。

【考察】当院を受診した舞台俳優では、4/7例でジャンプの着地動作による膝靱帯損傷を生じており、膝靱帯損傷に対する修正可能な内的要因への医学的介入により、障害発生の予防につながる可能性がある。

はじめに

舞台医学は、舞台上で行われる芸術、すなわち、演劇、音楽、舞踏、能、狂言、文楽、落語など、さまざまな舞台芸術の医学的対応を行う学術的・実践的分野・領域を表現しているとされている¹⁾。この中では特に動作特異性の高いバレエを中心としたダンスや音楽分野での医学的介入の報告は散見されるが、歌舞伎、現代劇、ミュージカルなどの演劇分野では、医学との結びつきは低い。舞台俳優における障害発生については、これまでに報告はなく、その障害発生にどのような特徴があるのか明らかになっていない。そのため、舞台俳優に対するメディカルサポートの体制は確立されておらず、その必要性すらも不明である。本研究の目的は、舞台俳優の障害発生状況を明らかにし、整形外科的に介入できるメディカルサポートを検

討することである。

対象および方法

対象は、2021年1月から2023年12月に当院を初診した患者のうち、舞台俳優業で発生した障害で受診した7例である。診療記録から患者背景と障害発生状況を後ろ向きに調査した。評価項目は、患者背景として性別、年齢、身長、体重、BMI、活動レベルを調査した。障害については、発生状況、障害部位、受傷動作、診断名を調査した。

本研究は人を対象とした研究であり、ヘルシンキ宣言を遵守し、本症例の対象となっている患者は、得られた画像やデータが掲載されることに対し説明を受け、その内容に同意している。個人情報は匿名化し、個人を特定できる情報は記載していない。

結 果

患者背景は、性差は男性：6人、女性：1人で男性が多く、平均年齢は 25.4 ± 4.0 歳であった。平均身長は 168.0 ± 8.7 cmで平均体重は 67.6 ± 9.0 kg、平均BMIは 24.3 ± 5.6 kg/m²であった。活動レベルは演劇学校の学生1例、舞台俳優が6人であった。障害発生状況は、稽古中が4例、公演中の舞台上が2例、会場設営中が1例であった。障害部位は、膝が4例、足関節、手指、肩関節がそれぞれ1例であった。受傷動作は、ジャンプ後の着地動作が4例、転倒、転落、明らかな受傷動作なしとそれ1例であった。ジャンプ着地動作で受傷した4例のうち3例で詳細な状況が確認できており、戦闘シーンでの飛び回し蹴り動作で右膝外反位での着地、殺陣での刀をよけるジャンプ動作で右膝外反位での着地、稽古での馬とびの練習中に右膝外反位での着地であった。1例は稽古中のジャンプ動作での外反位での着地であったが詳細は不明であった。診断名は、膝前十字靭帯損傷が3例（1例は膝内側副靭帯損傷を合併）、膝内側副靭帯損傷が1例、肩腱板損傷、母指基節骨骨折、足関節後方インピンジメント症候群がそれぞれ1例であった。また、膝前十字靭帯損傷の3例は関節鏡下靭帯断裂形成術を施行し、膝内側副靭帯損傷、肩腱板損傷、足関節後方インピンジメント症候群は保存的加療とした。母指基節骨骨折は他院紹介となり、保存加療の方針となった（表1）。

考 察

当院を受診した舞台俳優における障害発生の傾向としては、ジャンプ後の着地動作による膝靭帯損傷の症例が4/7例と半数以上を占めていた。これらの疾患は舞台復帰までにかかる期間も長

く、舞台俳優としての活動に与える影響は大きいと考えられる。その中で、最も多い障害であった膝前十字靭帯損傷において、約70%が非接触損傷であり、ジャンプ後の着地動作や急激な減速動作、カッティング動作時に受傷することが多い^{2,3)}。その際には、膝の外反力が加わり、内側副靭帯が緊張し外側コンパートメントに圧迫が加わることで、脛骨の前方移動、および内旋が生じて前十字靭帯が断裂する^{3,4)}。この受傷を誘発する動作として、股関節や足関節のエネルギー吸収動作が十分ではないことが影響しており、股関節内旋位、踵接地、体幹の側屈動作も受傷に関連しているとされている⁵⁻⁷⁾。また、非接触型前十字靭帯損傷の危険因子は、外的要因と内的要因に分けられ、内的要因には筋力や着地動作、疲労、BMIが高値であることなど修正可能な因子が存在している^{7,9)}。アスリートにおいてはこれらの修正可能な因子に対して予防的なトレーニングと患者教育の介入が行われている。Naganoらの報告では、予防トレーニングにより、膝屈曲角度が増加し、膝軽度屈曲位での膝外反、脛骨内旋を防ぐ効果があったとされている¹⁰⁾。大見らは、①膝とつま先の方向を一致させる、②股関節の使い方を学ぶ、③接地前動作を学ぶという3点を考慮し、動作指導を取り入れたジャンプ、体幹・股関節を中心とした筋力強化、バランスの3種で予防トレーニングを行った。結果、介入前後で相対危険度は0.47に低下したと報告している¹¹⁾。当院を受診した舞台俳優における膝靭帯損傷においても、4例全例で非接触受傷であった。受傷動作である飛び回し蹴りや殺陣における刀を避けながらのジャンプ動作は、体幹が側屈することで着地時に股関節や足関節のエネルギー吸収動作が不十分となる可能性がある。また、これらのジャンプ動作は、高度な体幹安定性を要

表1 障害発生状況とその治療

性別	年齢	活動レベル	発生状況	受傷機転	診断名	治療
男性	30	舞台俳優	稽古場	ジャンプの着地	左膝前十字靭帯損傷 左膝内側副靭帯損傷	手術加療
男性	24	舞台俳優	公演中	なし	左足関節後方 インピンジメント症候群	保存加療
女性	23	演劇学校学生	稽古場	ジャンプの着地	左膝前十字靭帯損傷	手術加療
男性	23	舞台俳優	稽古場	ジャンプの着地	右膝内側副靭帯損傷	保存加療
男性	20	舞台俳優	稽古場	ジャンプの着地	右膝前十字靭帯損傷	手術加療
男性	31	舞台俳優	公演中	転倒	右母指基節骨骨折	保存加療
男性	27	舞台俳優	舞台設営中	転落	右肩腱板損傷	保存加療

する動作であり、舞台俳優の演技においても内容により、特異性が高い動作が存在していることが分かった。膝前十字靭帯損傷の症例では、1例が女性かつBMIが高値であり、1例がACL損傷の既往歴という受傷リスクとなる内的要因があったが、BMIは修正可能な内的要因である。膝靭帯損傷の症例では、膝内側副靭帯においても受傷動作は同様に膝の外反力が影響しており、これらは体幹や股関節の筋力トレーニングや、ジャンプの着地動作の動作指導を行うことで、スポーツと同様に障害発生の減少につながる可能性がある。これまでに舞台俳優の障害発生状況の影響について明らかになっていないため、特異性の高い動作の中に回復まで長期を要する障害が存在していることと、その予防策があることについて情報を周知することは、患者の障害と予防に対する意識が高くなることにも繋がるはずである。

本研究の問題点としては、病院を受診した症例の後ろ向き観察研究であり、特定の劇団の障害発生を調査した研究ではないことが挙げられる。障害発生の傾向は明らかになったが、時間当たりの障害発生率は明らかではない。また、活動背景については、本研究では、稽古中や舞台公演中ではなく、舞台設営での転落受傷が1例含まれていた。舞台俳優でも、劇団の運営規模により裏方の仕事も行わなければならず、副業など舞台俳優業だけに集中して活動が行えない活動背景が想定される。舞台俳優のメディカルサポートがどの程度必要とされ、どのくらい有効であるかは、舞台俳優の活動背景を調査し、今後特定の集団における障害発生についての前向き研究が必要と考えられる。

結 語

- ・当院を受診した舞台俳優では、4/7例でジャンプの着地動作による膝靭帯損傷を生じており、膝前十字靭帯損傷の発生数が最も多かった。
- ・膝靭帯損傷は修正可能な内的要因への医学的介入により障害発生の予防につながる可能性がある。

COI

開示すべきCOI関係にある企業等はありません。

著者貢献

荒田裕貴：データ管理、正式な分析、調査、検証、草稿の執筆
関健：概念化、データ管理、調査、指導、検証、原稿の見直しとエディティング

原口貴久：原稿の見直しとエディティング
立岩俊之：原稿の見直しとエディティング
山本謙吾：原稿の見直しとエディティング

文 献

- 1) 武藤芳照, 金子えり子, 福島美穂. 芸術と痛み わが国における「舞台医学」の現状と課題 (解説). *Practice of Pain Management.* 2015; 6(2) : 76-80 : 76-80
- 2) Krosshaug T, Nakamae A, Boden BP, et al. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball: video analysis of 39 cases. *Am J Sports Med.* 2007; 35(3): 359-67. doi: 10.1177/0363546506293899.
- 3) Koga H, Nakamae A, Shima Y, et al. Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *Am J Sports Med.* 2010; 38(11): 2218-25. doi: 10.1177/0363546510373570.
- 4) Koga H, Bahr R, Myklebust G, et al. Estimating anterior tibial translation from model-based image-matching of a noncontact anterior cruciate ligament injury in professional football: a case report. *Clin J Sport Med.* 2011; 21(3): 271-4. doi: 10.1097/JSM.0b013e31821899ec.
- 5) Lopes OV Jr, Gomes JLE, de Freitas Spinelli L. Range of motion and radiographic analysis of the hip in patients with contact and non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016; 24(9): 2868-2873. doi: 10.1007/s00167-015-3532-9.
- 6) Boden BP, Torg JS, Knowles SB, et al. Video analysis of anterior cruciate ligament injury: abnormalities in hip and ankle kinematics. *Am J Sports Med.* 2009; 37(2): 252-9. doi: 10.1177/0363546508328107.
- 7) Koga H, Nakamae A, Shima Y, et al. Hip and Ankle Kinematics in Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury Situations: Video Analysis Using Model-Based Image Matching. *Am J Sports Med.* 2018; 46(2): 333-340. doi: 10.1177/0363546517732750.
- 8) Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, et al. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med.* 2003; 31(6): 831-42. doi: 10.1177/03635465030310061801.
- 9) Segawa H, Omori G, Koga Y. Long-term results of non-operative treatment of anterior cruciate ligament injury. *Knee.* 2001; 8(1): 5-11. doi: 10.1016/s0968-0160(00)00062-4.
- 10) Nagano Y, Ida H, Akai M, et al. Effects of jump and

- balance training on knee kinematics and electromyography of female basketball athletes during a single limb drop landing: pre-post intervention study. Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 2011; 14; 3(1): 14. doi: 10.1186/1758-2555-3-14.
- 11) 大見頼一, 栗原智久. 【膝靭帯損傷の治療およびリハビリテーション】スポーツによる膝靭帯損傷の予防対策. MEDICAL REHABILITATION. 2013;154号: 21-30

症例報告

ダンサーに生じたFreiberg病に対して 直視下デブリドマンを施行した2例

奥田ひかり、木村 正、永井 聰子、斎藤 充、窪田 誠
東京慈恵会医科大学附属病院 整形外科学講座

Freiberg's disease successfully treated with open joint debridement in a dancer. : 2 case reports.

Hikari Okuda, Tadashi Kimura, Akiko Nagai,
Mitsuru Saito and Makoto Kubota

The Jikei University School of Medicine, Department of Orthopedic Surgery

Key words: フライバーグ病、ダンサー、デブリドマン

要旨：ダンサーのFreiberg病に対してデブリドマン（遊離体摘出術、滑膜切除術）を施行した2例を経験した。[症例1] 20歳、女性。クラシックバレエダンサー。6か月前に右第2趾の疼痛を自覚した。Freiberg病Smillie分類Stage 4と診断し、デブリドマンを施行した。術後、疼痛は速やかに消失し、術後4週でバレエに完全復帰した。[症例2] 10歳、女子。ヒップホップダンサー。1週間前より右第2趾の疼痛を自覚した。Smillie分類Stage 2と診断し、1か月間保存療法を行ったが疼痛の改善なく、デブリドマンを施行した。術後3か月時、疼痛なくダンスが可能であった。本術式は小侵襲で術後の制限も少なく、早期のスポーツ復帰が期待できる。今回の症例では、早期と進行期のいずれでも良好な経過が得られた。

はじめに

Freiberg病に対する外科的治療には、骨移植術、骨切り術など様々な方法が提唱されているが、デブリドマンによる治療も注目されている。今回、ダンサーに生じたFreiberg病に対して直視下デブリドマンを施行し、早期にダンスに復帰できた2例を経験したので報告する。

症 例

症例1：20歳の女性。クラシックバレエダンサー。当院初診の6か月前に右第2趾の疼痛を自覚し、近医で保存的に治療されていたが疼痛が改善せず、当院を紹介された。

初診時所見では、第2中足骨頭の背側に圧痛があり、第2趾MTP関節の背屈は30°、底屈は35°と可動域制限を認め、とくにルルヴェ動作（MTP関節を背屈させ前足部で床を押し、踵と後足部を持ち上げる）で強く疼痛が誘発された。単純X線像では第2中足骨頭の背側が圧壊し、遊離体がみられた（図1a、b）。CT像でも扁平化を認めた

が、底側の関節面は保たれており（図1c、d）、MRIではSTIR像で高信号、T1強調像で低信号を示す信号変化が、骨頭の広範囲におよんでいた（図1e、f）。

以上より、Freiberg病Smillie分類Stage 4と診断した。背屈での疼痛が主であり、インピンジメントによる疼痛が原因と考えられたこと、早期復帰を強く希望したことから、骨切り術などの根治的な手術を避け、デブリドマンのみを施行することにした。術中所見では、関節内の滑膜炎および遊離体を認めたため、これらを切除した（図2a、b）。術後、疼痛は速やかに消失し、術後4週でバレエに完全復帰が可能であった。術後3年時には、ルルヴェ動作や関節可動域にも問題はなく、単純X線像では骨頭の扁平化は残っていたが、全体は平滑で、骨梁構造も改善していた（図3a、b）。日本足の外科学会2～5趾判定基準（Japanese Society for Surgery of the Foot standard rating system. lesser scale : JSSF lesser scale）では術前の64点が術後98点となり（図4a）、自己記入式足部足関節評価質問票（Self-Administered Foot

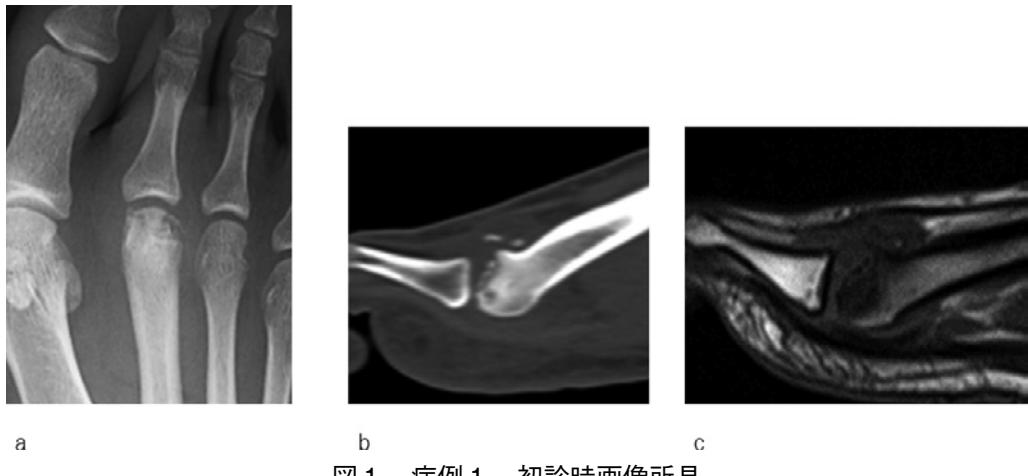


図1 症例1 初診時画像所見

荷重位単純X線像(a.正面)では、第2中足骨頭の背側の圧壊、遊離体が見られた。CT像(b.矢状断)では、骨頭背側の扁平化を認めたが、底側の関節面は保たれていた。MRI(cT1強調像 矢状断)では、MRIT1強調像では骨頭の広範囲に低信号を呈する変化がみられた。

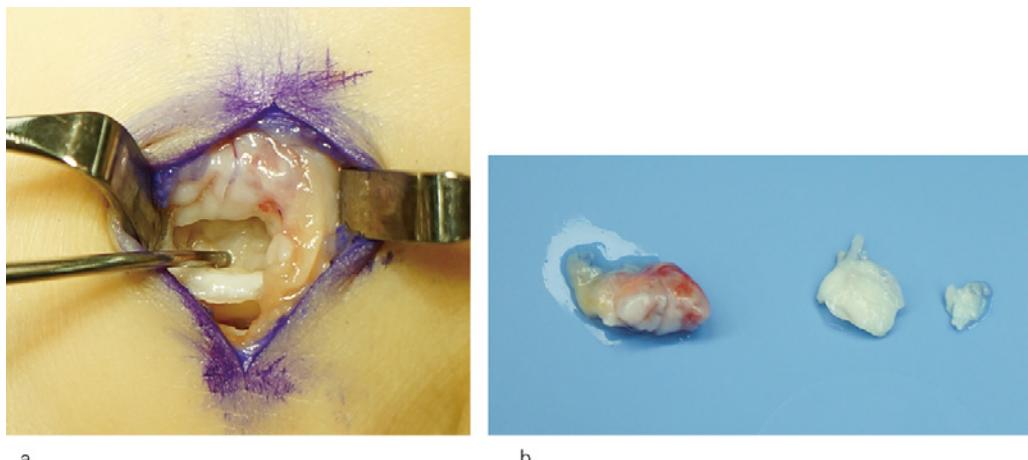


図2 症例1 術中所見

- a. 関節内の滑膜炎、中足骨頭背側面の陥没を認めた。
- b. 摘出した遊離体



図3 症例1 術後3年時、単純X線像(正面)
骨頭の扁平化は残っていたが、全体は平滑で、骨梁構造も改善していた。

Evaluation Questionnaire: SAFE-Q) でも大幅に改善した(図4 b、c)。

症例2：10歳の女子。ヒップホップダンサー。

当院受診の1週間前、ダンスの練習中に右第2趾の疼痛を自覚した。初診時所見では、中足骨頭に軽度の腫脹があり、背側に圧痛を認めた。疼痛のために第2趾の背屈は30°、底屈は0°と可動域制限があった。単純X線像では第2中足骨頭に軽度の扁平化があり(図5 a、b)、CT像では第2中足骨頭背側に扁平化と骨硬化像を認め、遊離体と骨棘形成が見られた(図5 c、d)、MRIでは骨頭と基節骨の背側にSTIR像で高信号、T1強調像で低信号の信号変化が見られた(図5 e、f)。

以上からFreiberg病Smillie分類Stage 2と診断し、保存療法を1か月間行ったが大幅な改善は得

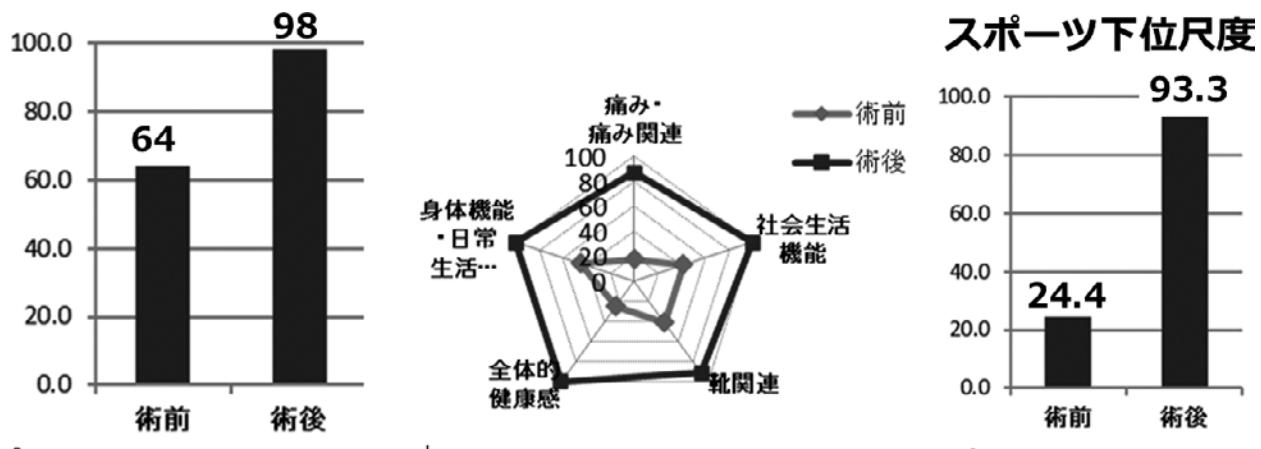


図4 症例1 術後3年時 (a. JSSFスコア、b. SAFE-Q、c. SAFE-Q：スポーツ下位尺度)。
術前と比較していずれも大幅に改善した。

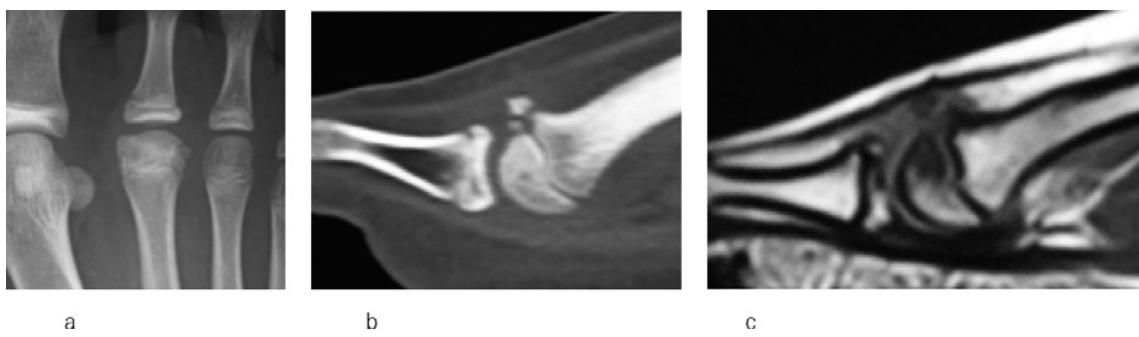


図5 症例2 右足部初診時画像所見
荷重位単純X線像 (a. 正面) では第2中足骨頭に軽度の扁平化がみられた。CT像 (b. 矢状断) では第2中足骨頭背側に扁平化と骨硬化像を認め、遊離体と骨棘形成が見られた。MRI (c. STIR像 水平断) では骨頭と基節骨の背側にT1強調像で低信号の信号変化が見られた。

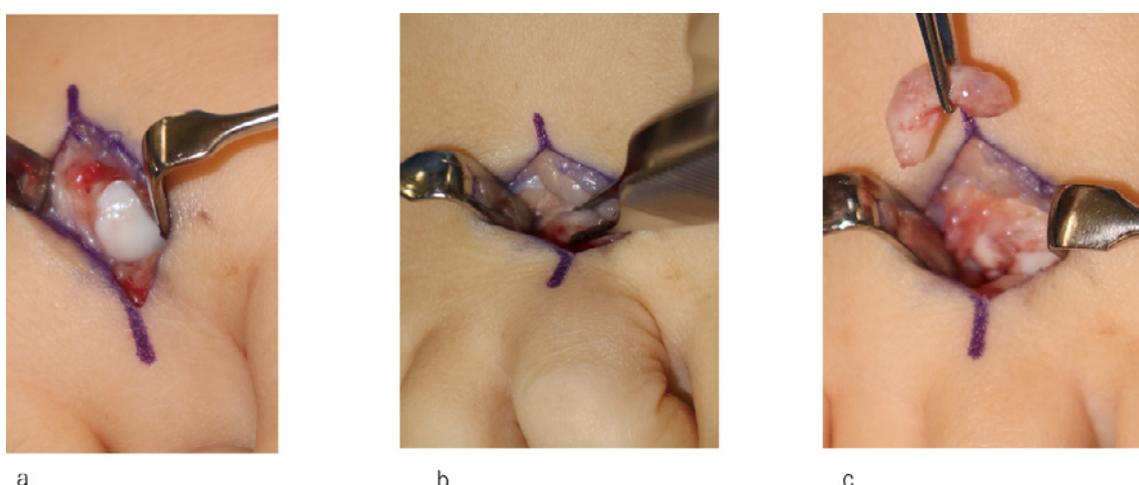


図6 症例2 術中臨床画像

- a. 関節内の滑膜炎
- b. 基節骨基部と中足骨頭の背側部が衝突し骨棘と遊離体が形成されていた。
- c. 骨棘と遊離体を切除した。

られず、デブリドマンを施行した。術中所見では、関節内には滑膜炎がみられ、基節骨基部と中足骨頭の背側部が衝突して骨棘と遊離体が形成されて

おり、これらを切除した (図6 a-c)。術後速やかに疼痛は消失し、可動域も改善した。術後3か月時には、痛みなくダンスが可能であった。術後

1年の単純X線では、骨頭の扁平化の進行ではなく、硬化像も消失して軟骨下骨はリモデリングされており(図7a、b)、JSSF lesser scaleは62点から100点(図8a)、SAFE-Qも大幅に改善した(図8b、c)。

考 察

Freiberg病は、成長過程で発症する中足骨頭の骨端症とされているが、成長完了後にも少なからずみられる。10代女性の片側性の発症が多く、第2趾、次いで第3趾に多いとされる¹⁾。Smillieの病期分類が広く用いられており、その病態につい



図7 症例2 術後1年時、右足部荷重位単純X線像(正面)

骨頭の扁平化の進行ではなく、硬化像も消失して海綿骨はリモデリングされていた。

ては次のように述べられている。まず虚血に陥った中足骨頭の背側に亀裂骨折が起こる。軟骨面を含む骨片への血液供給が絶たれて骨壊死を生じ、骨吸収が進行する。背側の骨片が骨頭に向けて徐々に陥没するため骨頭の輪郭が変化し、底側に残存していた軟骨面の連続性が途絶してしまうと遊離体を形成し、最終的に関節症性変化をきたす²⁾。進行期の症例1では、遊離体は軟骨を伴っていたことから、疲労骨折した部分が陥没したまま骨癒合せずに、粉碎・遊離体化したものであると考えられた。術後速やかに症状が軽快したことは、遊離体のインピングによって誘発される痛みがなくなったためと考えている。一方、症例2は初期例で、発症からわずか1週間しか経っていないにもかかわらず、骨頭の画像上の変化が明瞭であった。術中には基節骨の基部背側が、骨端線部背側に形成された不安定な骨片を含む隆起に衝突することが確認された。画像所見や術中所見から、CT像で骨頭の背側にみられる遊離骨片は、stage IVでみられる遊離体とは成り立ちが異なることが考えられた。すなわち、関節面の陥没により関節の回転が乱れ、基節骨が骨端線部の骨片に衝突して破壊したもので、この部分の切除によって衝突が回避され、早期に改善が得られたと考えている。

本症の初期治療は保存的治療が原則で、足底板やロッカーボトムの靴が使用される³⁾。Smillieは、自然治癒はstageⅢまでであればどのステージでも起こるとしており²⁾、骨頭背側部に骨吸収が起こって関節面の陥没が進行しても、その時点で骨癒合すれば症状は改善する。しかし、治療開始後1~3年以内で疼痛解消に至るものは60%に留まるとの報告があり⁴⁾、骨癒合が進行しないのに保

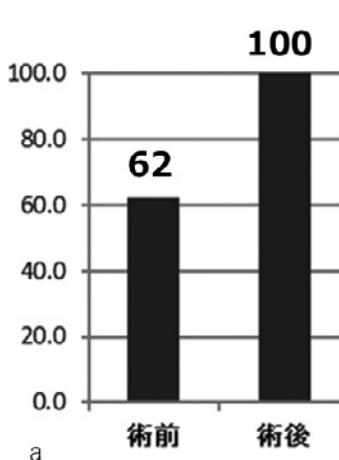
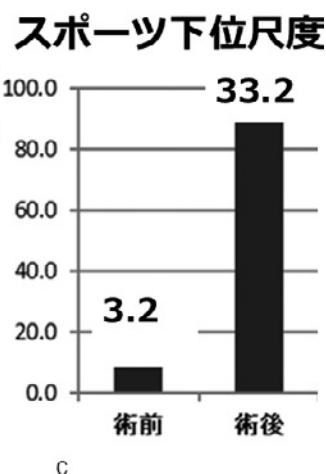
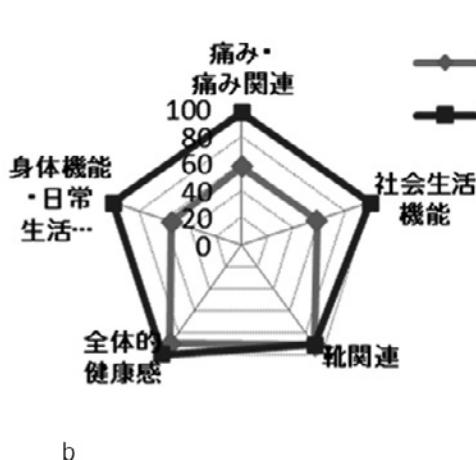


図8 症例2 術後3年時(a. JSSFスコア、b. SAFE-Q、c. SAFE-Q スポーツ下位尺度)。術前と比較し大幅に改善した。



存的治療に固執してしまうと、遊離体のある進行した状態に陥らせてしまう懸念がある。

外科的治療には骨切り術、骨移植術、関節形成術など様々な報告があるが、進行期例やアスリートに対しても、デブリードマンのみで良好な成績が得られたという報告が散見される⁵⁻⁷⁾。進行期の患者に対する手術法の比較研究では、中足骨骨切り術や基節骨部分切除術に比べて、デブリードマンでは良好な結果が得られ、術後に歩行や運動の障害を残さなかつたとしている⁸⁾。またスポーツ復帰に関しては、骨切り術は長期的にみると術後成績は良好だが、侵襲が大きいので復帰には時間がかかる⁷⁾。骨移植術のスポーツ復帰は3か月程度と報告されているが、その適応は軟骨下骨の菲薄化が進んでいない早期の症例に限定される⁹⁾。以上よりデブリードマンは、他の手技と比較して低侵襲であり、早期のスポーツ復帰を達成できる可能性があると考えられた。また、デブリードマンで満足な結果が得られなくとも、骨切り術などの次なる手段を講ずることに問題を生じないため、早期に試みて良い方法とも思われる。

COI

開示すべきCOI関係にある企業等はありません。

著者貢献

奥田ひかり Data curation, Writing original draft
木村正 Investigation, Methodology, Writing review &editing

永井聰子 Methodology, Writing review &editing
斎藤充 Writing review &editing

窪田誠 Investigation, Writing review &editing

文 献

- 1) Carter KR, Chambers AR, Dreyer MA. Et al. : Freiberg Infraction. StatPearls. 2023
- 2) Smillie IS. :Treatment of Freiberg's infraction. Proc R Soc Med. 1967; 60: 29-31.
- 3) Seybold JD, Zide JR. : Treatment of Freiberg Disease. Foot Ankle Clin. 2018; 23: 157-169.
- 4) Ary KR Jr, Turnbo M. : Freiberg's infraction: an osteochondritis of the metatarsal head. J Am Podiatry Assoc. 1979 Feb; 69: 131-132.
- 5) Erdil M, Imren Y, Bilsel K et al. : Joint debridement and metatarsal remodeling in Freiberg's infraction. J Am Podiatr Med Assoc. 2013 ; 103: 185-190.
- 6) Sproul J, Klaaren H, Mannarino F. : Surgical

treatment of Freiberg's infraction in athletes. Am J Sports Med. 1993; 21: 381-384.

- 7) Georgiannos D, Tsikopoulos K et al: Osteochondral Autologous Transplantation Versus Dorsal Closing Wedge Metatarsal Osteotomy for the Treatment of Freiberg Infraction in Athletes: A Randomized Controlled Study With 3-Year Follow-up. Am J Sports Med. 2019 Aug; 47: 2367-2373.
- 8) Hoskinson J. : Freiberg's Disease: A Review of the Long-term Results. Proc R Soc Med. 1974 ; 67: 106-7
- 9) Ishimatu T, Yoshimura I et al.: Turn to sporting activity after osteochondral autograft transplantation for Freiberg disease in young athletes. Trauma Surg; 2017; 137: 959-965

症例報告

バレエダンサーの前方・後方足関節インピンジメント症候群に対し 伝達麻酔下にスムーズに体位変換しながら手術加療を行った一例

西納 卓哉、黒川 紘章、上野 優樹、川崎佐智子、小川 宗宏
谷 口 晃、田中 康仁
奈良県立医科大学 整形外科

Regional anesthesia makes transposition easier during arthroscopic surgery for the ballet dancer patient with anterior and posterior ankle impingement syndrome.

Takuya Nishino, Hiroaki Kurokawa, Yuki Ueno, Sachiko Kawasaki, Munehiro Ogawa,
Akira Taniguchi and Yasuhito Tanaka

Department of Orthopaedic Surgery, Nara Medical University, Nara, Japan

Key words: バレエダンサー、体位変換、伝達麻酔

要旨: バレエダンサーにおける障害は、つま先立ちやターンアウトなど特有の動作に起因し、足部・足関節に多く発生する。足関節インピンジメント症候群は頻度の高い疾患の一つであり、複数の病態が併存する症例では、複数の手術手技を併用する必要があるため、体位変換が煩雑となる。今回、足関節前方および後方インピンジメント症候群を合併したバレエダンサーに対し、伝達麻酔を用いることで、患者自身が清潔野を維持したまま短時間で仰臥位から腹臥位へ体位変換可能であった。その結果、術者は慣れた術式と視野で前方・後方の鏡視下手術を円滑に施行することができた。

緒 言

バレエダンサーにおける障害はルルベ、ドゥミ・ポアントなどつま先立ちの姿勢やターンアウトなど特有の動作のため、足部・足関節に多くみられる¹⁾。そのなかでも足関節後方インピンジメント症候群（PAIS）は罹患率が高く、また、慢性足関節不安定症を伴うと骨棘形成から足関節前方インピンジメント症候群（AAIS）を合併することもある²⁾。AAISやPAISに対しては、鏡視下手術によって低侵襲に早期復帰を目指すが³⁾、AAISとPAISを合併している症例に対しては複数の手術手技を併用するための工夫が必要であり、特に体位変換が煩雑となる。今回、我々はAAISとPAISを合併しているバレエダンサーに対し伝達麻酔を用いることで患者自身が手術台の上で仰臥位から腹臥位に体位変換し、スムーズに前方と後方鏡視下手術を施行できた症例を経験したので報告する。

症 例

26歳女性、主訴は左足関節痛であった。幼少期

よりクラシックバレエを行っていた。6年ほど前よりルルベ、ドゥミ・ポアントなどつま先立ちの姿勢の際に左足関節痛を自覚し、以降近医にて保存加療施行されるも、次第に疼痛増悪を認めるようになり、精査加療目的に当科紹介となった。初診時、左足関節底屈時に足関節後方、背屈時に足関節前方の疼痛を認めた。足関節可動域制限は認めず、不安定性も感じていなかった。（図1）患者立脚型評価法である足部足関節疾患評価質問票（SAFE-Q）では、疼痛の項目が75.4/100、スピー



図1 手術時伝達麻酔下での他動足関節可動域を示す

表1 術前、術後6カ月時点での日本足の外科学会足関節・後足部判定基準（JSSF ankle/hindfoot scale）を以下に示す。術後6カ月で疼痛、機能共に改善を認めた

	術前	術後6カ月
疼痛	20	40
機能	44	50
アライメント	10	10
合計（点）	74	100



図2 足関節単純XPとCTにて足関節前後それに骨片を認めた（矢印）



図3 足関節MRIにて三角骨周囲の輝度変化を認めた

左：T1強調画像
右：T2強調脂肪抑制画像

ツが78.0/100とスコア低値を認めた。また、日本足の外科学会足関節・後足部判定基準（JSSF ankle/hindfoot scale）は術前74点（疼痛20点、機能44点、アライメント10点）であった。（表1）単純X線と単純CTでは距骨頸部足背側に遊離骨片、足関節後方に三角骨が存在し、最大底屈時に三角骨が足関節後方でインピンジしていると考えた。（図2）また足関節MRIでは三角骨周囲にT1強調像で低信号、T2強調像で高信号の領域を認め、水



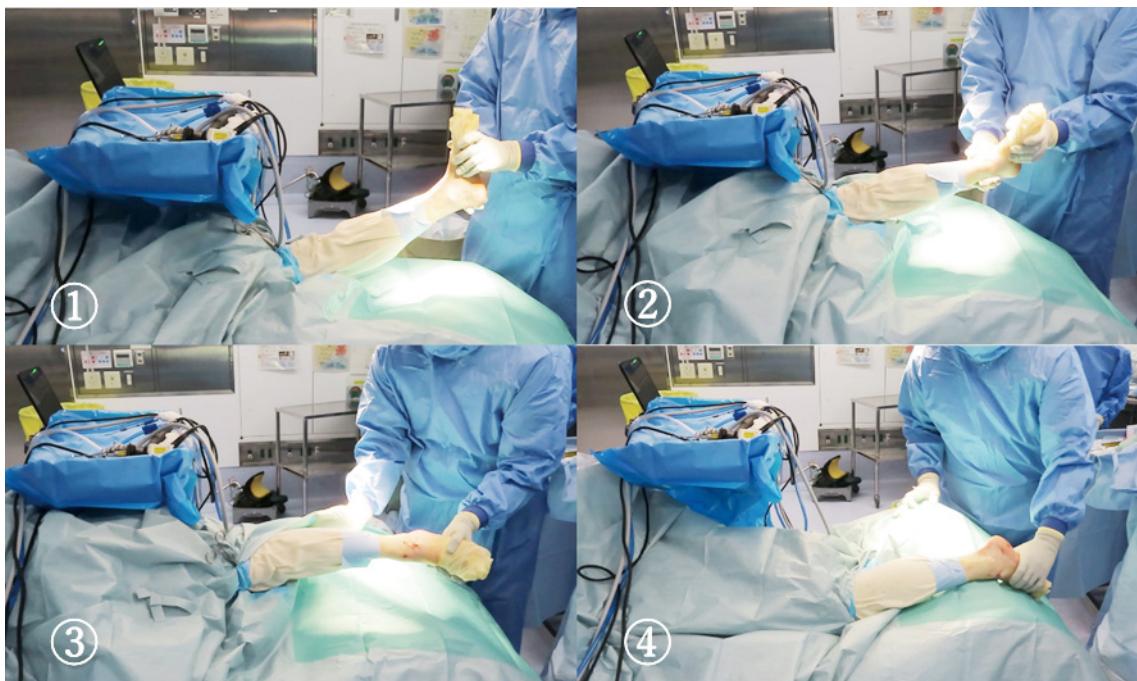
図4 超音波装置を使用し足関節前方の遊離骨片摘出した

腫を伴う炎症像が示唆された。一方で、距骨前方の遊離骨片周囲の輝度変化は認めなかった。（図3）よって以上のことから足関節前方遊離体、三角骨に伴うAAISとPAISと診断し、足関節鏡視下滑膜切除、遊離体摘出手術を計画した。

手術は伝達麻酔下を行い、超音波装置を用いて坐骨・伏在神経に対し0.75%ロピバカイン塩酸塩水和物を計20ml使用した。麻酔の効果を確認した後、医師、看護師とともに手術台の上で患者自身が仰臥位から腹臥位へと180度回転して体位変換する練習を行い、安全に体位変換できることを術前に確認しておいた。それから、仰臥位で足部牽引下に足関節前方鏡視で滑膜切除術を施行した。距腿関節の軟骨損傷や前距腓韌帶損傷、遠位脛腓関節の不安定性は認めなかった。術前の距骨頸部に認めた遊離骨片は確認できなかったため、超音波装置を用いて遊離骨片を同定し、小皮切で遊離骨片を摘出した。（図4）次に三角骨の除去目的に腹臥位へと体位変換することとした。術野のドレーピングはそのままで、患肢を清潔に保ったまま、術前の練習通りに患者自身でスムーズに約10秒程度で仰臥位から腹臥位へ180度回転した。



図5 体位変換の実際を示す
術前体位変換練習
患側が上側になるように体位変換の練習をした



術中体位変換
術者が足部を支えながら練習時と同じように体位変換した

(図5) Van Dijk Approachを用いて足関節後方鏡視を行い、三角骨を同定し、除去した。(図6)また長母趾屈筋腱の腱鞘を開放し周囲の滑膜を切除、滑走障害が無いことを母趾底背屈させて確認した。

除痛目的に術後1日だけ足関節中間位でオルソ

シーネ固定した。その後、足関節可動域訓練、全荷重歩行訓練を開始した。術後1ヶ月時点でバレエの練習を再開し、術後40日目にはトゥシューズ着用下に踊ることが可能となった。術後3ヶ月時点での単純X線では、骨片は適切に摘出されていることが確認でき、疼痛症状の軽快と良好な底背

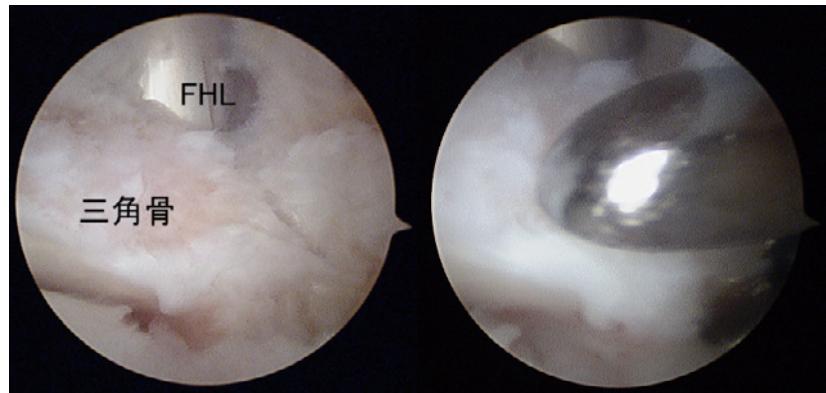


図6 三角骨摘出時の足関節後方鏡視所見を示す
約5 mmのポータルからpiece by pieceに摘出した

屈可動域の獲得を認めた。そして現在術後6カ月ではバレエ中の足部の疼痛なく、すべての活動に支障を認めず、JSSF ankle/hindfoot scaleは100点（疼痛40点、機能50点、アライメント10点）と改善した。

考 察

バレエダンサーは演技にあたって高度な身体動作が要求されるため、外傷やオーバーユースに伴う障害が問題となる。Wankeらはバレエダンサー785人を調査し、男女共に足関節の障害が最も多かったと報告している⁴⁾。バレエダンサーの足部・足関節障害は複数の部位にわたり、その割合は様々であるが、障害部位が複数にわたる理由として、PAISによる足関節底屈制限を認める場合、ポアント時に足関節回外、足趾の過屈曲の不良肢位を認めることで、足関節外側靭帯損傷をきたし、足関節不安定症からAAISにつながると考えられている¹⁾。

本症例のように足関節前方と後方に病変がある場合、仰臥位で前方鏡視を、腹臥位で後方鏡視を行う必要があるが、そのためには術中の体位変換が必要となる。また、足関節内遊離体は、術前とは異なる位置へ移動する可能性があり、体位変換を複数回繰り返す可能性も考えられる⁵⁾。全身麻酔や腰椎麻酔の場合、体位変換は煩雑であり手術時間の延長や、術野が不潔となり感染を引き起こす危険性がある⁶⁾。また、全身麻酔の腹臥位手術の場合、眼球圧迫による視力障害や呼吸器関連の合併症、頸椎の不適切な固定にともなう神経障害のリスクなど考えられる。一方、腰椎麻酔の場合には、全脊椎麻酔、血種、頭痛、血圧低下の合併症があり、休薬が困難な抗凝固薬内服中患者では腰椎麻酔自体が適応にならないこともある。よつ

て我々は本症例において伝達麻酔を選択した。

伝達麻酔の場合、注射針による神経損傷や血管損傷等に伴う血種による神経圧迫、局所麻酔薬中毒などのリスクはあるが、超音波装置を使用することで安全に麻酔施行できた。伝達麻酔の利点は、術中に清潔野を保ったまま、体位変換が約10秒程度と短時間にスムーズに複数回できることである。

過去の報告では、術中の体位変換を回避するために同一体位で足関節前方、後方鏡視を行う術式も散見されるが、通常の体位での手技とは異なるため、十分な視野が得られにくいくことなど術者の習熟の問題とともに、神経・血管損傷など合併症の問題があると考えられる^{7,9)}。また一般的に全身麻酔下に仰臥位から腹臥位へ体位変換をし、ドレーピングをやり直して、再度清潔野を作り直す方法では、15分以上の時間を要することが予想される。執刀医は体位変換に要する時間を過少評価しやすいとも報告されており¹⁰⁾、伝達麻酔の利点を利用した本術式是有用と考えられた。

そして実際の手術において、患者自身が手術台の上でスムーズに体位変換するためには、患者やスタッフ全員での連携が必要であり、そのためには術前の体位変換練習が有効である。基本的に我々は患肢が上の側臥位を経て、仰臥位から腹臥位に回転するようにしておらず、点滴のルートや心電図のコードなどが干渉しないように注意している。下肢の清潔野を保ち、上半身の限られた場所でのみ体位変換をおこなうため、手術台からの転落を防ぐために術者が清潔野で患者の足部を把持し、その他スタッフは十分に観察をしながら安全に配慮している。

今回我々は伝達麻酔下にAAISとPAISを合併しているバレエダンサーに対して、容易に仰臥位か

ら腹臥位へと体位を変換しながら関節鏡手術が施行できた。術前に患者とともに体位変換の練習をすることで短時間でより安全に体位変換できた。

COI

開示すべきCOI関係にある企業等はありません。

参考文献

- 1) 生駒和也. バレエダンサーの足部・足関節傷害. 日整会誌. 2023; 97: 676-686.
- 2) 神埼至幸. 足関節捻挫後後遺症の痛みの診療. MB Orthop. 2021; 34(12): 61-67.
- 3) Georgiannos D, Bisbinas I. Endoscopic Versus Open Excision of Os Trigonus for the Treatment of Posterior Ankle Impingement Syndrome in an Athletic Population: A Randomized Controlled Study With 5-Year Follow-up. Am J Sports Med. 2017; 45(6): 1388-1394. doi: 10.1177/0363546516682498.
- 4) Wanke EM, Arendt M, Mill H, et al. Occupational accidents in professional dance with focus on gender differences. J Occup Med Toxicol. 2013 Dec 17; 8(1): 35. doi: 10.1186/1745-6673-8-35.
- 5) Scholten PE, van Dijk CN. Combined posterior and anterior ankle arthroscopy. Case Rep Orthop. 2012; 2012: 693124. doi: 10.1155/2012/693124.
- 6) Kim HK, Jeon JY, Dong Q, Kim HN, Park YW. Ankle arthroscopy in a hanging position combined with hindfoot endoscopy for the treatment of concurrent anterior and posterior impingement syndrome of the ankle. J Foot Ankle Surg. 2013 Nov-Dec; 52(6): 704-9. doi: 10.1053/j.jfas.2013.08.001.
- 7) Song B, Li C, Chen Z, et al. Combined Anterior and Dual Posterolateral Approaches for Ankle Arthroscopy for Posterior and Anterior Ankle Impingement Syndrome. Foot Ankle Int. 2016 Jun; 37(6): 605-10. doi: 10.1177/1071100716632042.
- 8) Kim HK, Jeon JY, Dong Q, Kim HN, Park YW. Ankle arthroscopy in a hanging position combined with hindfoot endoscopy for the treatment of concurrent anterior and posterior impingement syndrome of the ankle. J Foot Ankle Surg. 2013 Nov-Dec; 52(6): 704-9. doi: 10.1053/j.jfas.2013.08.001.
- 9) Wang X, Zhao Z, Liu X, et al. Combined Posterior and Anterior Ankle Arthroscopy for Posterior and Anterior Ankle Impingement Syndrome in a Switching Position. Foot Ankle Int. 2014 Aug; 35(8): 829-833. doi: 10.1177/1071100714534213.
- 10) 草分眞弓, 碓村五月, 大中仁彥ら. 手術室運営の適正化に向けて. 手術医学. 2009; 30(3): 228-232.

症例報告

男性プロバレエダンサーのリスフラン靭帯損傷に対する治療経験

保谷 優介¹⁾、村橋 靖崇¹⁾、渡邊 耕太²⁾、寺本 篤史¹⁾札幌医科大学医学部 整形外科学講座¹⁾、札幌医科大学保健医療学部 理学療法学第二講座²⁾

Treatment experience for a male professional ballet dancer with Lisfranc ligament injury

Yusuke Yasutani¹⁾, Yasutaka Murahashi¹⁾, Kota Watanabe²⁾ and Atsushi Teramoto¹⁾Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Sapporo Medical University¹⁾Second Department of Physical Therapy, School of Health Sciences, Sapporo Medical University²⁾

Key words: リスフラン靭帯損傷、プロバレエダンサー

要旨：男性プロバレエダンサーが受傷したリスフラン靭帯損傷の1例を報告する。症例は38歳男性で、バレエの公演中にリスフラン靭帯損傷を受傷した。検査の結果Nunley分類stage IIと判断し早期復帰を希望したため手術加療としてSuture button deviceによる固定とsuture tapeによる補強を併用した。本術式は強固な安定性と早期荷重を両立可能な術式であり、早期復帰を目指すダンサーや早期競技復帰を目指すスポーツ選手に有用な可能性がある。

緒 言

リスフラン関節の損傷は外傷の0.2%と稀な傷害であり¹⁾、そのうちリスフラン靭帯損傷は単純X線像での変化に乏しいため見逃されやすい疾患である。大きな可動域を持つ関節ではないが一定の可動性を残すことが重要であり、手術治療法としてsuture tapeなどを用いたsemi-rigidな固定法の報告が近年増えている。一方で高い活動性、身体技能を必要とするスポーツ選手などにおいては固定力や安定性の懸念も挙げられる。今回我々は男性プロバレエダンサーが舞台公演中にリスフラン靭帯損傷を受傷した症例に対しsemi-rigidな固定を行い良好な成績が得られた1例を経験したため、報告する。

症 例

症例は38歳の男性、職業はプロバレエダンサー。バレエの公演中、前方に踏み込んだ際に左足部を過外旋し、中足部に激痛を自覚した。公演の続行が不可能となり、同日近医を受診。ギプス副子固定の上、免荷を指示され、受傷4日後、専門的加療目的に当科紹介受診となった。

当科初診時には左足背の著明な腫脹及び荷重時痛を認め、リスフラン関節周囲に強い圧痛を認め

た。単純X線像では足部荷重位背底像（図1）にて内側楔状骨（C1）と第2中足骨（M2）間に4mm（健側1.5mm）の開大を認めたがfleck signや明らかな骨折は認めなかった。また、MRIではT2強調像にてリスフラン靭帯、第1中足骨（M1）-C1間背側靭帯に膨化像を認め、脂肪抑制像では周囲軟部組織の広範囲に高信号の浮腫像を認めた。（図2）。以上よりリスフラン靭帯損傷と診断した。プロバレエダンサーであり早期の復帰を希望し、手術治療の方針となった。術中所見では第2中足骨基部背側から内側楔状骨背側にかけて皮膚切開（図3A）を加えてアプローチし、C1-M2間はリスフラン靭帯、底側靭帯まで断裂を認め、C1-中間楔状骨（C2）間背側靭帯も損傷していた（図3B）。また、M1-C1間背側靭帯損傷も認め、同部位の不安定性を認めた。新鮮例であったため残存靭帯を可及的に縫合・修復した。骨把持鉗子により整復し、C1-C2間、C1-M2間をsuture tape（Internal BraceTM, Arthrex）で補強した（図3C, D）。続いてC1-M2間を骨把持鉗子を用いて整復した後に、前述のsuture tapeに干渉しないようC1-M2間にsuture button device（Mini Tight RopeTM, Arthrex）を挿入、固定した（図3E, F）。最後にC1-M1間背側中央にsuture tapeを用いて補強した（図3G, H）。

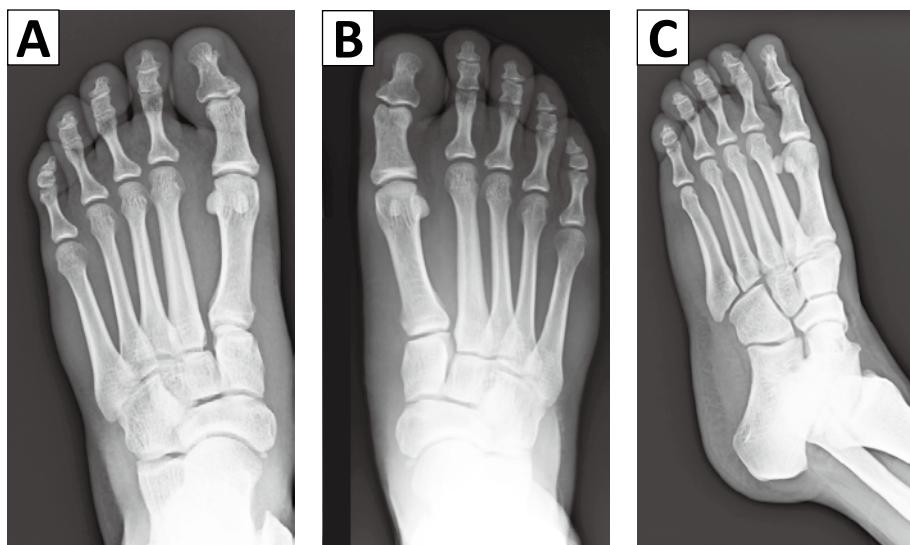


図1 術前単純X線像（A：左荷重位正面、B：右荷重位正面、C：左斜位）
左第2中足骨基部と内側楔状骨間に4mmの開大を認める

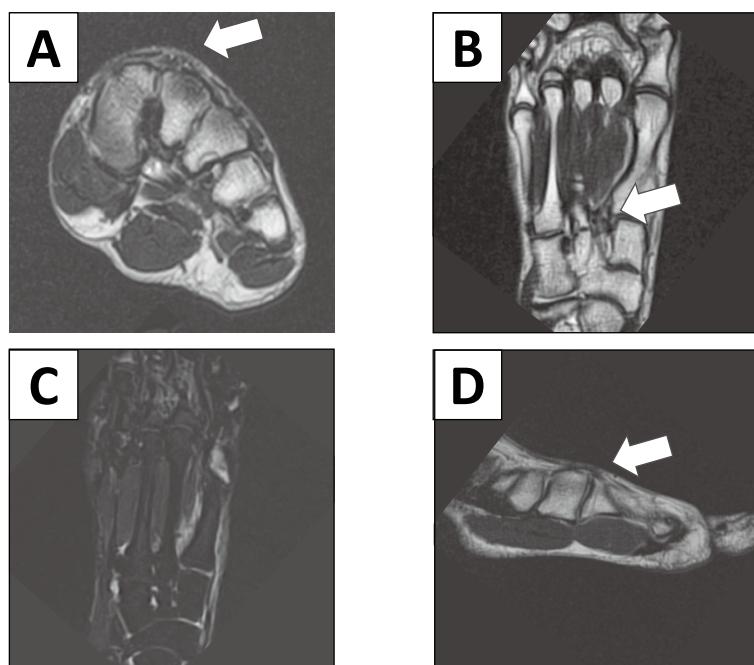


図2 単純MRI画像（A：T2強調冠状断像、B：T2強調横断像、C：T2強調脂肪抑制横断像、D：T2強調矢状断像）

A、B：リスフラン靭帯の不整、膨化を認める

C：リスフラン靭帯周囲の広範囲に浮腫像を認める

D：第1中足骨-内側楔状骨間背側靭帯の膨化を認める

術後単純X線像では第2中足骨-内側楔状骨間の開大が消失した（図4）。後療法は術後3日から部分荷重を開始し、術後3週で全荷重を許可した。術後10週でバレエの基本練習に復帰し、術後3か月時点の単純X線像（図5）では再離開なく

経過していた。術後16週で、疼痛なく舞台復帰が可能となった。

考 察

リスフラン靭帯損傷は足関節底屈位で長軸方向

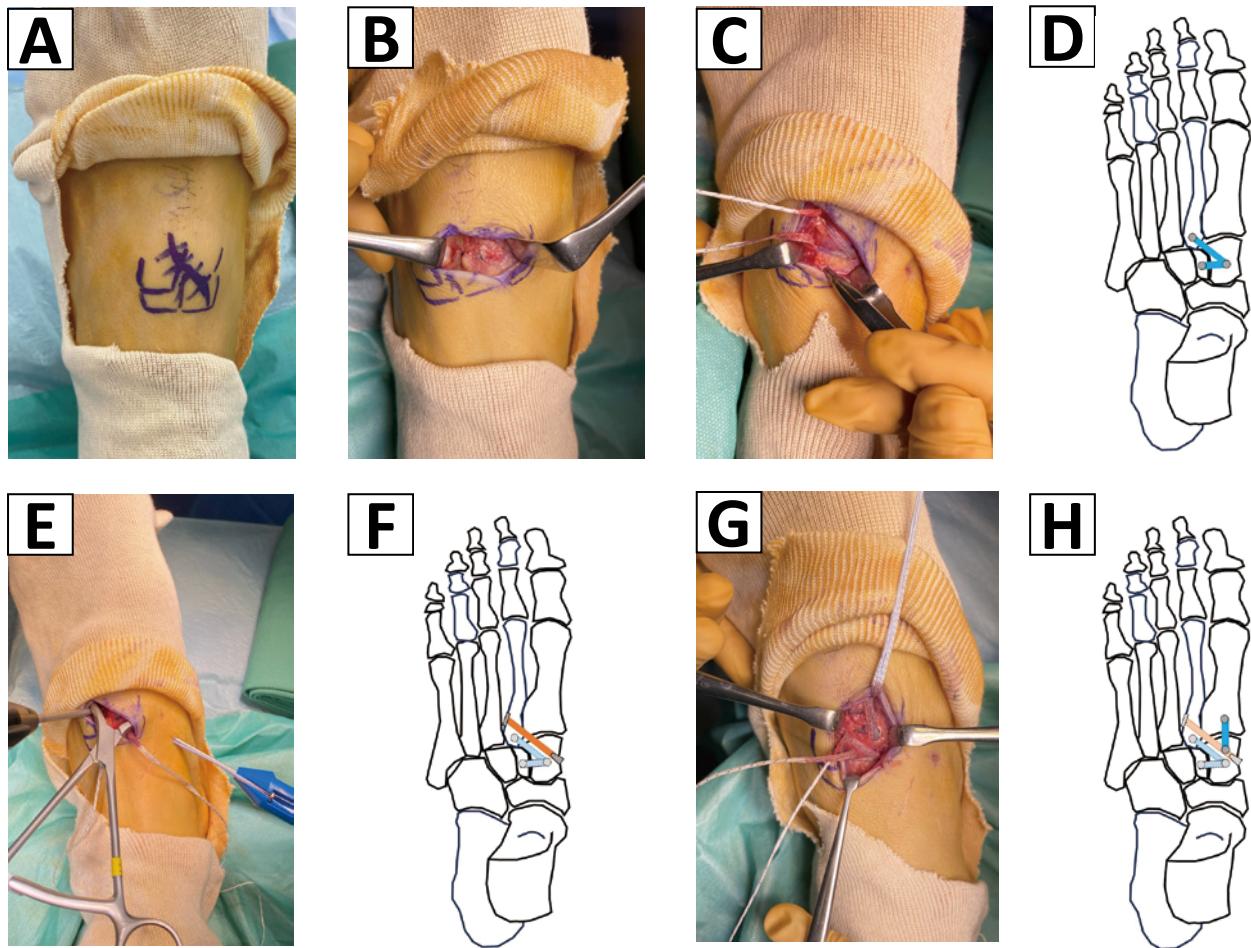


図3 術中所見とシェーマ

A : 術前の皮切デザイン、B : 鞣帶縫合後、C、D : C1-C2、C1-M2間のsuture tapeを用いた補強
 E、F : C1-M2間を骨把持鉗子で整復後にsuture button deviceを用いて固定、G、H : C1-M1間のsuture tapeを用いた補強

の軸圧や捻り動作が加わって損傷することが多いとされる²⁾。裸足やそれに近い状況で行われる競技やスパイクシューズを着用する競技で生じやすい³⁾。足部長軸方向への荷重負荷はリスフラン鞣帶が関節安定性に大きく関与するとされており⁴⁾、バレエにおいてはドゥミポアントなどの基本肢位、ルルベなどの動作やジャンプ動作を通じて常に同部位に負荷がかかり、リスフラン鞣帶損傷のリスクが高いことが推察される。バレエダンサーに対して診療を行う際に注意すべき代表的な傷害として第2中足骨基部疲労骨折が挙げられる⁵⁾が、リスフラン鞣帶損傷同様に足部長軸方向への繰り返される負荷により発生する傷害である。バレエダンサーにおける中足部痛の診察時には単純X線像にて明らかな骨傷を認めない場合でも、疲労骨折やリスフラン鞣帶損傷などを念頭に診察を行い、鑑別に有用なMRI検査も検討するべ

きだと考えられる。

リスフラン鞣帶損傷の治療としては保存加療と手術加療があり、術式に関してはYiら¹⁾の論文にて検討されている。内固定としてscrewやdorsal plateによる固定、flexible fixationとして、本症例で用いたようなsuture button device固定やsuture tapeによる補強、陳旧性の症例に対しては移植腱を用いた再建が選択される。Screw固定とsuture button deviceを比較した文献では、抜去不要なsuture button deviceの有用性が報告されている⁶⁾。各術式の強度について現在に至るまでに様々なキャダバー研究が報告されている。Ahmedら⁷⁾はリスフラン鞣帶損傷モデルに対してsuture button device単独の固定とscrew固定を行った群で固定性を比較している。Suture button device固定群はscrew固定群より荷重時のC1-M2間の開大が有意に大きく、固定性が劣る

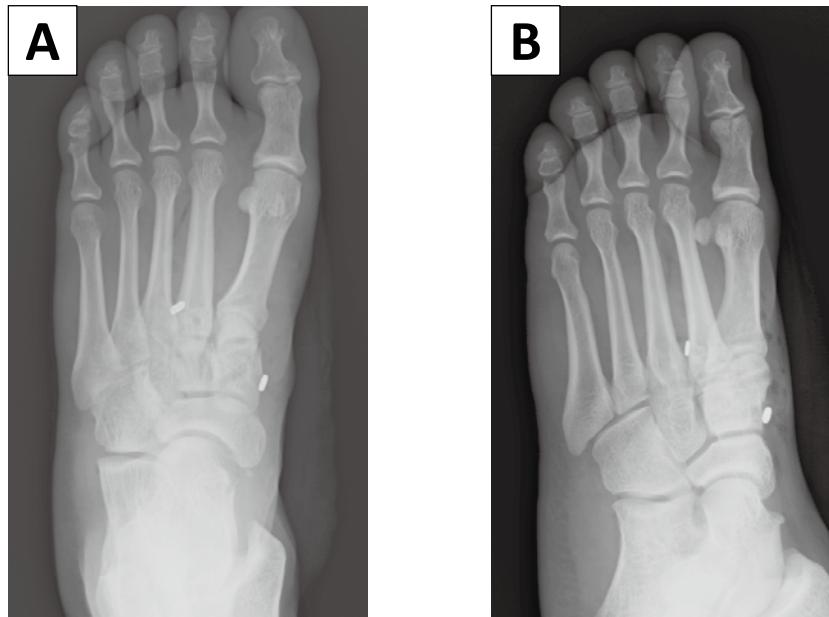


図4 術後単純X線像（A：左非荷重位正面、B：左斜位）
第2中足骨基部と内側楔状骨間の開大が消失

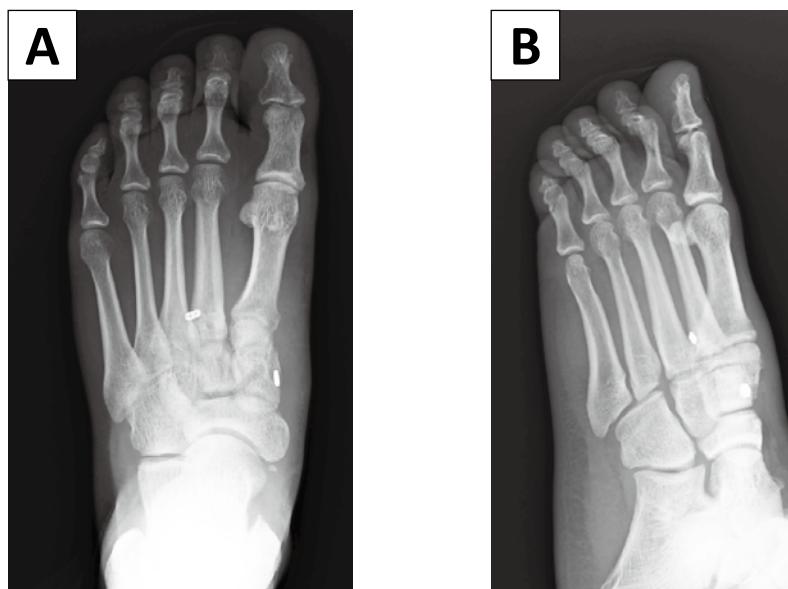


図5 術後3か月時の単純X線像（A：非荷重位正面、B：左斜位）
C1-M2間の再開大なし

可能性があると報告している。Koroneosらは suture tapeを用いた固定では、C1-M2間の単独補強と比較しC1-C2間の固定を追加することで周期的な荷重環境下で有利になる可能性があると指摘し⁸⁾、また別文献においてはC1-M2間単独の固定ではsuture tape補強はscrew固定と比較し固定性は劣るが、C1-M2間suture tape補強にC1-C2間の補強を追加することでscrew固定と同様の生体力学的安定性が得られると報告している⁹⁾。

本症例の特徴として、患者がプロバレエダンサーであり早期の復帰を希望していたことが挙げられる。本症例では強固な安定性と早期荷重を両立するためにsuture button deviceによる固定と suture tapeによる補強を併用し良好な成績が得られた。Screwなどを用いた内固定と比較した本術式の利点として、抜去が不要であることならびに早期荷重が可能であることが挙げられ、本症例のように早期復帰を目指すダンサーやスポーツ選手に有用な術式の一つだと考えられた。

COI

開示すべきCOI関係にある企業等はありません。

著者貢献

Writingreview & editing 寺本篤史、村橋靖崇、渡邊耕太

文 献

- 1) Yi Y, Chaudhari S: Various Flexible Fixation Techniques Using Suture Button for Ligamentous Lisfranc Injuries: A Review of Surgical Options. *Medicina* 2023; 59: 1134.
- 2) S A Meyer, J J Callaghan, J P Albright, E T Crowley, J W Powell. Midfoot sprains in collegiate football players. *Am J Sports Med.* 1994; 22: 392-401.
- 3) 磯本慎二 見逃していませんか？足の捻挫で起こること 治療戦略と手術テクニック リスフラン韌帯損傷. 整形外科Surgical Technique. 2022; 12: 514-520.
- 4) Kadel N, Boenisch M, Teitz C, et al. Stability of Lisfranc joints in ballet pointe position. *Foot Ankle Int.* 2005; 26(5): 394-400.
- 5) 平石英一【スポーツ現場からみたスポーツ医学のニーズ】整形外科医の視点 バレエダンサーたちの受診理由から. *Sportsmedicine*. 2019; 31: 12-15
- 6) Cho J, Kim J, Min TH, et al. Suture button vs conventional screw fixation for isolated Lisfranc ligament injuries. *Foot Ankle Int.* 2020; 42(5): 598-608.
- 7) Ahmed S, Bolt B, McBryde A: Comparison of standard screw fixation versus suture button fixation in Lisfranc ligament injuries. *Foot Ankle Int.* 2010; 31(10): 892-896.
- 8) Koroneos Z, Vannatta E, Kim M, et al. Biomechanical comparison of fibertape device repair techniques of ligamentous Lisfranc injury in a cadaveric model. *Injury*. 2021; 52(4): 692-698.
- 9) Koroneos ZA, Manto KM, Martinazzi BJ, et al. Biomechanical comparison of fiber tape device versus transarticular screws for ligamentous Lisfranc injury in a cadaveric model. *Am J Sports Med.* 2022; 50(12): 3299-3307.

症例報告

母指CM関節症のピアニストに対し、5 flap Z plastyを複数回行った1例

美波 直岐¹⁾、面川 庄平²⁾、川崎佐智子¹⁾、河村 健二¹⁾、小川 宗宏³⁾
谷 口 晃¹⁾、田中 康仁¹⁾

奈良県立医科大学 整形外科¹⁾、奈良県立医科大学 手の外科講座²⁾、
奈良県立医科大学 スポーツ医学講座³⁾

A Case of a Pianist with Thumb Carpometacarpal Osteoarthritis Treated with Multiple 5-flap Z-plasty

Naoki Minami¹⁾, Shohei Omokawa²⁾, Sachiko Kawasaki¹⁾, Kenji Kawamura¹⁾, Munehiro Ogawa³⁾,
Akira Taniguchi¹⁾ and Yasuhito Tanaka¹⁾

Department of orthopaedic surgery, Nara Medical University¹⁾

Department of Hand Surgery, Nara Medical University²⁾

Department of Sports Medicine, Nara Medical University³⁾

Key words: ピアニスト、母指CM関節症、5 flap Z plasty

要旨: ピアニストの母指CM関節症によるパフォーマンス低下に対し、関節形成術と複数回の5 flap Z plastyを施行した1例を報告する。症例は61歳男性、プロピアニスト。初診時、母指可動域制限と第1・第5指尖最大距離（hand span）は右19.0 cm、左23.0 cmと短縮していた。両側母指CM関節形成術により母指可動域は改善したが、母指短縮によるパフォーマンス低下が残存したため、複数回の5 flap Z plastyを追加した。術後5年で、hand spanは右21.6 cm、左22.5 cmであった。ピアノ鍵盤の1オクターブを超える動作にはhand spanが19 cm以上必要で、短縮によりピアノパフォーマンスは低下する。患者は現在もプロとして活動中であり、ピアニストの高度変形を伴う母指CM関節症に対する5 flap Z plastyによりパフォーマンスが向上した。

はじめに

演奏に関連した筋骨格系障害（PRMD: Performance related musculoskeletal disorders）は演奏能力に悪影響を及ぼす障害と定義されており¹⁾、特に上肢に多く発生すると報告されている²⁾。音楽家の生涯有病率は50%以上と報告されており³⁾、音楽家は障害を抱えた状態で長時間の演奏を継続する必要がある。今回、ピアニストの両側母指CM関節症によって生じたパフォーマンス低下に対し、鏡視下CM関節形成術と複数回の5 flap Z plastyを施行しパフォーマンス向上を図った治療経験を報告する。

症 例

61歳男性、職業はプロピアニスト。1日10時間のピアノ演奏を行う。身長163 cm、体重68.6 kg、特記すべき既往歴や家族歴はなし。2018年より右母指CM関節症に対して複数の医療機関で合計36

回のケナコルトA[®]関節内注射などの保存加療が行われていた。また、両指間部全てに5 flap Z plastyが施行されていた。母指痛の増悪および可動域制限による演奏パフォーマンスの低下を認め、手術を希望され当院紹介となった。

初診時理学所見は、握力：35/31 kg (R/L)、ピンチ力：4.6/9.0 kg (R/L)、母指可動域：橈側外転10° 楀側外転15° / 楀側外転30° 楀側外転30° (R/L)、第1・第5指尖最大距離（hand span）：19 cm/23 cm(R/L) であった。また、visual analog scale (VAS) は70 mmであった。単純X線画像と単純CT画像では母指CM関節の関節変形に加え、特に右母指中手骨の著明な背側脱臼を認めた。（図1）。

両母指CM関節症に対し、長母指外転筋（abductor pollicis longus: APL）腱とMini TightRope[®]（Arthrex社、USA）を使用し鏡視下関節形成術および追加の関節制動術が複数回行われた。疼痛は消失し両母指の可動域は改善したが、特に右母



図 1

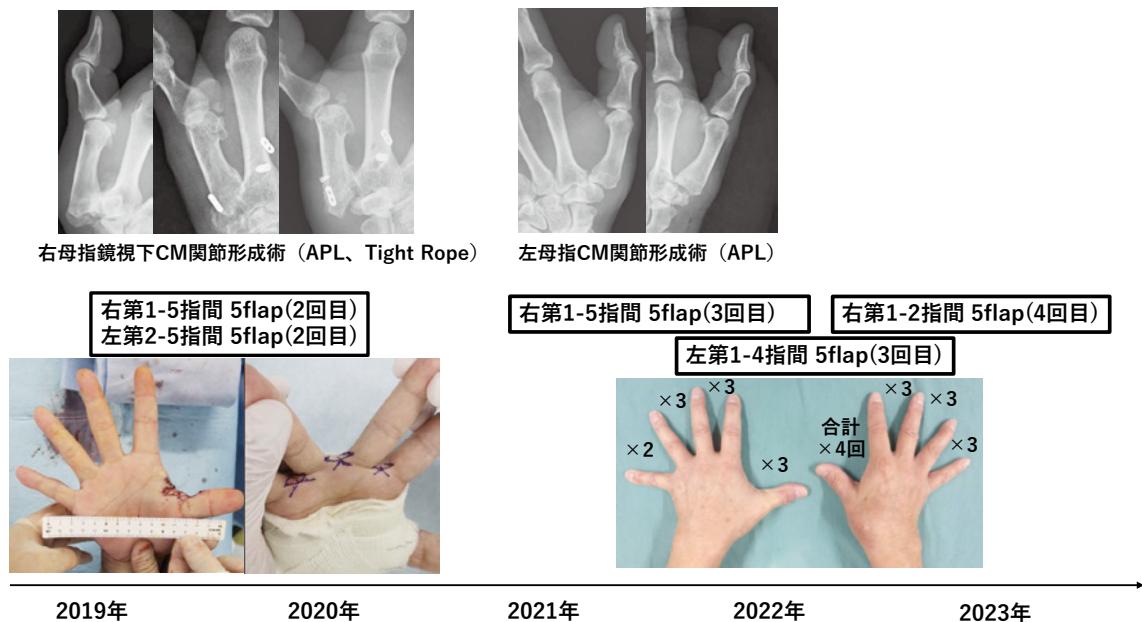


図 2

指短縮の訴えが残存した。母指小指間の開大距離を改善するため、患者の希望を踏まえ、当院で最大3回の5 flap Z plastyを施行した（右第1-2指間部×3回、右第2-3、3-4、4-5指間部×2回、左第1-2、2-3、3-4指間部×2回、左第4-5指間部×1回）（図2）。術後5年で母指可動域：橈側外転40°掌側外転40°/橈側外転40°掌側外転40°（R/L）、hand span: 21.6 cm/22.5 cm（R/L）と改善を認めた（図3）。術前、母指はほぼ添えるような形で狭い音域しか弾けなかったが、術後はhand span延長に伴い手掌部を鍵盤から離した手のポジションを維持出来るようになることで、力強い演奏が可能となった。また、指くぐり動作など演奏動作もスムーズに可能となった。術後5年の現在もプロピアニストとして、1日10時間以上の演奏活動を継続している。

考 察

指間形成術で最も一般的なZ形成術は、三角弁の入れ替えを行うことにより皮膚の延長効果を得られる⁴⁾。今回用いた5 flap Z plastyは、V to Yの前進皮弁にZ形成術を2つ並列させた皮弁であり、指関節の屈曲拘縮や第一指間部の瘢痕拘縮に良い適応である。理論上の皮膚延長効果は、皮弁の角度が60度の場合に、Z形成術の1.73倍に対し2.25倍とされる⁵⁾。本症例では、母指可動域温存のため複数回の関節形成術が施行されたものの骨性の母指短縮が残存したため、指間形成術を追加した。関節形成術によるhand span延長効果も影響しているが、右手のhand spanは術前後で2.6 cm延長した。前述の予測値より少ない延長効果であったが、生体内における研究では予測値の40～



図3

60%しか増加しないことが示されている⁶⁾。指間部の立体構造の影響やhand spanは第1-2指間、第4-5指間の延長のみが影響すること、複数回の手術による瘢痕により延長効果が減少したことが原因として考えられる。また、患者はピアノパフォーマンスの向上が得られた経験から、各指間にに対する複数回の指間形成術を希望した。指間部の構造が複雑であり拘縮解離に高度な技術を要することから、複数回の指間形成術も有用であることが示されている⁷⁾。術後2週間程度の創部安静は必要だが、それ以外のデメリットは少ないと考えられる。

ピアニストに対する指間形成術の適応についての報告は、筆者が涉猟した限り存在しなかった。一方で、手が小さいピアニストはPRMDのリスクが高いことが一般的に知られており⁸⁾、hand spanはパフォーマンスに大いに影響すると考えられる。ピアノの鍵盤の規格は1つの鍵盤の幅は23mmであり、1オクターブは165mmとなる⁹⁾。1オクターブを超えるような演奏を行うためには、hand spanが190mmを超える母指の橈側外転が必要となる。本症例では母指CM関節症による母指短縮と橈側外転障害の影響で、術前hand spanは19.0cmとなっており、1オクターブを超えて鍵盤を押さえることが出来ず、強く鍵盤を押さえられないなど高度な技術を要する演奏が困難な状態であった。最終観察時には広い音域の演奏が可能となり、手掌部を鍵盤から離して演奏が出来るようになったため鍵盤を強く押さえる動作が可能となつた。

ピアノパフォーマンス向上にどの程度寄与した

かについては客観的評価を行えておらず、客観的な指標を用いた今後の検討が必要である。また、関節形成術や各指間形成術がhand spanにどの程度影響するかについても、各手術におけるhand spanの変化を示すデータが存在せず、今回明らかにすることが出来なかった。しかしながら、本症例が複数回の手術を経て、プロピアニストとして5年間継続できた事は注目すべき点と考える。

COI

開示すべきCOI関係にある企業等はありません。

著者貢献

診断治療は面川庄平と河村健二が行い、川崎佐知子と小川宗宏が概念化、草稿の執筆は美波直岐、原稿の見直しを川崎佐知子、谷口晃、田中康仁が行った。

文 献

- 1) Zaza C, Farewell VT. Musicians' playing-related musculoskeletal disorders: an examination of risk factors. Am J Ind Med. 1997 Sep; 32(3): 292-300. doi: 10.1002/(sici)1097-0274(199709)32:3<292::aid-ajim16>3.0.co;2-q.
- 2) Brandfonbrener AG. Musculoskeletal problems of instrumental musicians. Hand Clin. 2003 May; 19(2): 231-9, v-vi. doi: 10.1016/s0749-0712(02)00100-2.
- 3) Ackermann B, Driscoll T, Kenny DT. Musculoskeletal pain and injury in professional orchestral musicians in Australia. Med Probl Perform Art. 2012 Dec; 27(4): 181-7.

- 4) Hundeshagen G, Zapata-Sirvent R, Goverman J, Branski LK. Tissue Rearrangements: The Power of the Z-Plasty. *Clin Plast Surg.* 2017 Oct; 44(4): 805-812. doi: 10.1016/j.cps.2017.05.011.
- 5) Hudson DA. Some thoughts on choosing a Z-plasty: the Z made simple. *Plast Reconstr Surg.* 2000 Sep; 106(3): 665-71. doi: 10.1097/00006534-200009030-00024.
- 6) Roggendorf E. Planimetric elongation of skin by Z-plasty. *Plast Reconstr Surg.* 1982 Feb; 69(2): 306-16. doi: 10.1097/00006534-198202000-00021.
- 7) Greyson MA, Wilkens SC, Sood RF, Winograd JM, Eberlin KR, Donelan MB. Five Essential Principles for First Web Space Reconstruction in the Burned Hand. *Plast Reconstr Surg.* 2020 Nov; 146(5): 578e-587e. doi: 10.1097/PRS.0000000000007261.
- 8) Sakai N, Shimawaki S. Measurement of a number of indices of hand and movement angles in pianists with overuse disorders. *J Hand Surg Eur Vol.* 2010 Jul; 35(6): 494-8. doi: 10.1177/1753193409352405.
- 9) 日本産業規格 JIS S 8507 : 1992

日本舞台医学会誌

2025年11月1日発行

発行：日本舞台医学会
〒160-0023 東京都新宿区西新宿6-7-1
東京医科大学 整形外科内
TEL&FAX：03-3342-5452

印刷所：株式会社山菊

