

氏 名	平井 佳宏
(ふりがな)	(ひらい よしひろ)
学位の種類	博士(医学)
学位授与番号	甲 第85号
学位審査年月日	令和6年1月26日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題名	Plantar Pressure Distribution Before and After Surgery for Lesser Metatarsophalangeal Joint Dislocation With Hallux Valgus (小中足趾節関節脱臼を伴った外反母趾術前後の足 底圧分布)
論文審査委員	(主) 教授 佐浦 隆一 教授 近藤 洋一 教授 山本 和宏

## 学位論文内容の要旨

### 《目的》

外反母趾 (HV) は母趾が外反し回内する変形であり、X線学的には第1中足骨の内反と母趾の外反を特徴とする。主な症状として、歩行時の第1中足趾節関節痛と前足部中央底側に生じる中足痛があり、有痛性胼胝を伴う中足痛はHV足の約半数に生じるといわれている。

中等度や重度のHV足では第2中足趾節関節脱臼単独あるいは第2、3中足趾節関節脱臼(小中足趾節関節脱臼)を伴い、これが中足痛の原因となって手術が必要となることがある。小中足趾節関節脱臼に対する手術方法には、軟部組織の矯正手術として腱移行術や側副靭帯再建術(ORCR)が、骨組織の矯正手術として第2、3中足骨短縮骨切り術(PMSO)がある。我々は小中足趾節関節脱臼を伴ったHV足に対しORCR・PMSOを単独あるいは

両方を併用した第 1 中足骨近位骨切り術 (POFM) を行い、良好な術後成績を報告してきた。小中足趾節関節脱臼の改善は足趾や足部機能の改善につながると報告されているが、小中足趾節関節脱臼を伴った HV 足の手術前後における足部機能の変化については不明である。本研究の目的は ORCR・PMSO を単独あるいは両方を併用した POFM を実施した HV 足の手術前後の足底圧分布の変化を健常足の足底圧分布と比較し、小中足趾節関節脱臼を伴った HV 足の足底圧分布の特徴と ORCR・PMSO を単独あるいは両方を併用した POFM が HV 足の足底圧分布に与える影響を明らかにすることである。

#### 《方 法》

対象は小中足趾節関節脱臼を伴った中等度から重度の HV 足に対し ORCR・PMSO を単独あるいは両方を併用した POFM を行い、術後 1 年以上観察できた術前・術後 16 例 16 足である。全例女性で平均年齢は 60.7 歳、ORCR は第 2 趾 16 足、第 3 趾 4 足、PMSO は第 2 中足骨 16 足、第 3 中足骨 14 足に実施した。年齢、性別、体重をマッチングさせた 20 例 20 足を健常足群 (平均年齢 57.5 歳) とした。

調査項目のうち、臨床成績は日本足の外科学会母趾判定基準 (JSSF) と中足痛の有無を調べた。X 線成績は外反母趾角、第 1 第 2 中足骨間角を計測し、小中足趾節関節脱臼の程度を坪井分類 (grade 0 : 単純 X 線荷重位側面像にて脱臼・亜脱臼なし、grade 1 : 単純 X 線荷重位側面像にて基節骨近位関節面の 50% 以上が中足骨頭と関節を形成する亜脱臼、grade 2 : 単純 X 線荷重位側面像にて基節骨近位関節面の 50% 未満しか中足骨頭と関節を形成しない亜脱臼、grade 3 : 単純 X 線荷重位側面像にて完全脱臼) を用いて評価した。

足底圧分布は F-scan system (Tekscan, Inc., Boston, MA) を用いて計測した。裸足にセンサーシートを装着し、通常歩行速度で平地歩行 5 秒間 (50 Hz) の足底圧分布を連続記録した。そして、足底を 12 区画 (母趾、第 2 趾、第 3 趾、第 4 趾、第 5 趾、第 1 中足骨頭下、第 2 中足骨頭下、第 3 中足骨頭下、第 4 中足骨頭下、第 5 中足骨頭下、中足部、後足部) に区分し、健常足および HV 足術前・後の各区画のピーク圧 (kPa) と最大荷重値 (N)、接触面積 (cm<sup>2</sup>)、荷重と時間の積分値 (%) を計測した。

## 《結 果》

術前・後の臨床成績は、JSSF スコアが平均 52.9 点から 90.2 点に有意に改善し ( $p<0.001$ )、術前全例に認めていた中足痛も術後は全例消失した。X 線成績は、術前・後で外反母趾角は 48.6 度から 10.8 度に、第 1 第 2 中足骨間角は 17.3 度から 5.0 度に、両者とも有意に改善した ( $p<0.001$ )。小中足趾節関節脱臼は術前 grade 3 : 12 例、grade 2 : 4 例が術後 grade 1 : 3 例、grade 0 : 13 例となった。

足底圧分布は、HV 足では健常足と比べての母趾と第 2 趾のピーク圧、最大荷重値、接触面積、荷重と時間の積分値が全て有意に低下、第 2 中足骨頭下のピーク圧は有意に上昇していた。また、HV 足の術後は術前と比較して、母趾は全ての項目、第 2 趾はピーク圧、最大荷重値、接触面積が有意に上昇、第 2 中足骨頭下のピーク圧は有意に低下し、全て、健常足と同等になった。

## 《考 察》

小中足趾節関節脱臼を伴った HV 足では足趾機能が低下して、歩行やバランスが不安定となることが報告されているが、小中足趾節関節脱臼を伴った HV 足の足底圧分布に関する報告はわれわれが渉猟し得た範囲ではなかった。そこで本研究を行った結果、小中足趾節関節脱臼を伴った HV 足では、健常足と比較して母趾と第 2 趾の足底圧が全ての項目で有意に低下していたことから、母趾だけでなく第 2 趾の機能も低下している可能性が示された。そして、ORCR・PMSO を単独あるいは両方を併用した POFM を行った HV 足の術前・後の足底圧分布を健常足の足底圧分布と比較したところ、POFM 単独実施では前足部中央（第 2 中足骨頭下）の足底圧分布は改善しないとの報告とは異なり、術後の HV 足第 2 趾の足底圧は健常足と同等になり、全例、第 2 中足骨頭下の足底圧が低下して中足痛が消失した。

## 《結 論》

小中足趾節関節脱臼を伴った HV 足に対して ORCR・PMSO を単独あるいは両方を併用した POFM を行うことで、HV の矯正だけではなく、小中足趾節関節脱臼の整復により第 2 趾と前足部中央（第 2 中足骨頭下）の足底圧分布が正常化し、中足痛が消失して足趾・

足部機能の改善が期待できることが示された。

(様式 甲6)

## 論文審査結果の要旨

これまで、第2中足趾節関節脱臼単独あるいは第2、3中足趾節関節脱臼（小中足趾節関節脱臼）を伴った外反母趾（HV）足に対する側副靭帯再建術（ORCR）・第2、3中足骨短縮骨切り術（PMSO）を単独あるいは両方を併用した第1中足骨近位骨切り術（POFM）の術前・後での第2趾足底圧の報告はなく、足趾機能の変化も不明であった。

そこで、申請者は、この手術が小中足趾節関節脱臼を伴ったHV足の第2趾における足底圧分布や足趾の機能に与える影響を明らかにするために、術前・後での足底圧分布および術後と健常者の足底圧分布を比較した。

まず、申請者らは、HV足の母趾と第2趾の足底圧は、HV足群が健常足群に比較して有意に低下していることを明らかにした。そして、この研究結果から、HV変形や小中足趾節関節脱臼があると足趾の機能が低下するという報告を根拠に、小中足趾節関節脱臼を伴ったHV足では母趾だけでなく第2趾の機能不全がある可能性を考察した。

次に、申請者らは、小中足趾節関節脱臼を伴ったHV足に対するORCR・PMSOを単独あるいは両方を併用したPOFMにより、術後のHV足の足底圧分布は健常足と同等になることを示した。そして、この研究結果から、小中足趾節関節脱臼を伴ったHV足に対するORCR・PMSOを単独あるいは両方を併用したPOFMは、HVの矯正だけではなく、母趾と第2趾の足底圧を正常化し、中足痛を消失させて足趾・足部機能を改善する可能性がある手術法であることを明らかにした。

以上により、本論文は本学大学院学則第13条第1項に定めるところの博士（医学）の学位を授与するに値するものと認める。

(主論文公表誌)

The Journal of Foot & Ankle Surgery

2023 Sep-Oct; 62(5): 825-831.

doi: 10.1053/j.jfas.2023.04.009.