

| | | | |
|---------|---|----|--------|
| 氏名 | すぎの ゆうき 杉野 裕記 | | |
| 学位の種類 | 博士（医学） | | |
| 報告番号 | 甲第 1973 号 | | |
| 学位授与の日付 | 令和 5 年 3 月 16 日 | | |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当（課程博士） | | |
| 学位論文題目 | Reliability of various diastasis measurement methods on weightbearing radiographs in patients with subtle Lisfranc injuries (軽微なリスフラン靭帯損傷における荷重位足部単純 X 線撮影を用いた様々な測定方法の信頼性) | | |
| 論文審査委員 | (主 査) 福岡大学 | 教授 | 吉満 研吾 |
| | (副 査) 福岡大学 | 教授 | 石倉 宏恭 |
| | 福岡大学 | 講師 | 遠藤 日富美 |

内 容 の 要 旨

【目的】

内側楔状骨(C1)と第2中足骨(M2)間に付着しているリスフラン靭帯は足根骨関節の安定性に重要な役割を担っている。軽微なリスフラン靭帯損傷はスポーツ中の捻挫などの間接的な低エネルギー外傷から生じる。その臨床像や画像所見が様々であり診断が困難な場合がある。

数ある画像検査の中でも、荷重位足部単純X線撮影(WBR)は軽微なリスフラン靭帯損傷の初期評価に最も有用な画像検査方法の1つである。リスフラン靭帯損傷のWBR評価として、過去の研究で様々な測定方法が用いられている。特にC1-M2間の離開の測定はリスフラン靭帯損傷の適切な治療法を決定する上でも重要である。しかし、C1-M2間の離開の測定方法は確率しておらず、その信頼性を評価した研究もない。

本研究の目的は、WBRにおけるC1-M2間の離開の測定方法を確立し、その信頼性を明らかにすることである。

【対象と方法】

2013年1月から2019年9月に当院でまでに軽微なリスフラン靭帯損傷に対して手術加療を施行され、術中に直視下にリスフラン靭帯の断裂が確認された連続する26例を対象とした。その内、疼痛や多発骨折のためWBRが施行できなかった7例、足部の手術既往のあった1例を除外。最終的に18例の統計解析を行った。

WBRでのC1-M2間の離開の測定方法として、(1)C1-M2間の平行距離、(2)C1-M2間の最遠位での距離、(3)C1-M2間の中央での距離、(4)C1-M2間の最近位での距離をそれぞれ患

側、健側で測定した。各測定方法の検者間信頼性は10年以上の臨床経験のある整形外科専門医2名と3-7年の臨床経験のある整形外科後期研修医2名で測定を行い、検者内信頼性はその内1名が1ヶ月間隔で3回測定を行い評価した。

統計学的手法として連続変数はMann-Whitney U 検定を用いて比較した。信頼性の評価は級内相関係数(ICC)を用い、検者内信頼性は同一の測定者が3回行った測定値、検者間信頼性は4名の測定者から得られた測定値から解析を行った。統計学的な有意差は $P < 0.05$ とした。

【結果】

各測定方法の測定値は、患側でC1-M2間の平行距離が 5.8 ± 1.5 mm、C1-M2間の最遠位での距離が 6.7 ± 1.7 mm、C1-M2間の中央での距離が 6.3 ± 1.4 mm、C1-M2間の最近位での距離が 5.8 ± 1.3 mm、健側でC1-M2間の平行距離が 3.6 ± 1.0 mm、C1-M2間の最遠位での距離が 4.4 ± 0.8 mm、C1-M2間の中央での距離が 4.0 ± 0.9 mm、C1-M2間の最近位での距離が 3.8 ± 0.9 mmであった。全ての測定方法で患側の測定値は健側の測定値より有意に高値であった ($p < 0.01$)。

検者内信頼性は、健側の測定でC1-M2間の平行距離とC1-M2間の中央での距離(ICC : 0.93)、患側の測定でC1-M2間の最遠位での距離(ICC : 0.92)が最も高かった。検者間信頼性は健側の測定でC1-M2間の中央での距離(ICC : 0.91)、患側の測定でC1-M2間の平行距離とC1-M2間の中央での距離(ICC : 0.88)が最も高かった。また、全ての測定方法で良好な検者内信頼性(ICC : 0.87-0.93)と検者間信頼性(ICC : 0.81-0.91)を示した。

【結論】

今研究で使用したWBRの測定方法の全て(C1-M2間の平行距離、C1-M2間の最遠位での距離、C1-M2間の中央での距離、C1-M2間の最近位での距離)で良好な検者内、検者間信頼性を示した。WBRにおけるC1-M2間の測定は統一された測定方法を用いることで軽微なリスフラン靭帯損傷の評価に有用であると思われる。

審査の結果の要旨

本論文は、リスフラン靭帯損傷における荷重位足部単純X線撮影を用いた測定箇所信頼性を評価した研究である。

リスフラン靭帯損傷はその重症度により severe injury と subtle injury に大別される。特に subtle injury は臨床症状の多様性から見逃されることが多く、その結果、慢性的な不安定性や関節症性変化を引き起こすことがある。subtle injury を評価するため、荷重位単純X線撮影(WBR)上で内側楔状骨(C1)-第2中足骨(M2)間の離開を測定することが重要である。しかし、C1-M2間の距離の具体的な測定箇所は確立しておらず、その信頼性も

報告されていない。

本論文では C1-M2 間の距離の 4 つの測定箇所を明示・提案し、全ての測定箇所では良好な検者内・検者間再現性を確認できたことで、いずれも信頼性の高い測定法であることを示した。

1. 斬新さ

リスフラン靭帯損傷を評価する上で、WBR での C1-M2 間の離開が不安定性の指標になることが過去の論文で明らかになっている。しかし、それらの報告では具体的な C1-M2 間の測定箇所が記載されていない。本論文で初めて WBR 上の C1-M2 間の具体的な測定箇所を提案し、その信頼性を検討した。

2. 重要性

本論文で C1-M2 間の 4 つの測定箇所を提案し、良好な信頼性を報告した。このことより統一された測定箇所を用いることで WBR はリスフラン靭帯損傷の診断に有用な初期評価となり得ることが予想された。

3. 研究方法の正確性

4 名の測定者の検者内・検者間信頼性は、級内相関係数がいずれも 0.9 前後と良好であった。また、本研究で得られた C1-M2 間の測定値は過去の荷重位 CT 検査で得られた測定値と類似しており、間接的に一定の妥当性が示唆された。

4. 表現の明確さ

明瞭な英文で簡潔に表記されており、論旨も的確である。本論文は *Skeletal Radiology* (IF 2.199) に受理されている。専門的用語も適切に使用されている。

5. 主な質疑応答

Q: どのような点で治療に関しても WBR が有用であると言えるのか。

A: WBR 上で C1-M2 間の健患差が 2 mm 以上であった場合、不安定性が示唆され手術加療が検討されるべきと報告がある。このことから、WBR は治療適応においても有用と考えられる。

Q: 今研究は対照群が全例手術症例であったということから今回は診断に的を絞った研究ということか。

A: 今研究では全例手術症例を用いた研究であり、診断に的を絞った研究である。

Q: 靭帯損傷をよりの確に診断できる画像検査はないのか。

A: 診断能力のみに着目した場合、荷重位CTやMRIの方がよりの確に診断可能な画像検査と思われる。しかし、初期評価を行う施設ではCTやMRIが設置されていない施設も多く、今研究では初期評価として有用なWB Rを用いた研究を行った。

Q: アルゴリズムでWB RとCTは並列で記載されているが、医療経済的な観点からWB Rをまず行うべきと考えるか。

A: 医療経済的な面も含め、初期評価を行う施設ではCTやMRIが設置されていない施設も多いという面でもWB Rをまず行うべきと考える。

Q: 研究を行った期間の中で手術を行わなかったリスフラン靭帯損傷の症例はなかったのか。

A: 今研究には含まれていないが、研究期間内に手術を行わなかった症例も存在する。

Q: Nunley の分類で stage I の症例は手術適応に含まれているのか。

A: Nunley らの報告では stage I の症例は手術が必要ないと報告されている。

Q: 今研究で Nunley の分類で stage I の症例に手術を行っているのはなぜか。

A: Nunley らの報告の時点では画像検査の詳細については全く言及されていなかった。しかし、現在では臨床症状や種々の画像検査を総合的に加味して治療適応を決定することが推奨されている。今研究内で Nunley の分類 stage I の症例で手術を行った症例は総合的に判断し、手術適応と考えられた症例である。

Q: 今研究の対象にはC1やM2の骨折の症例は含まれているのか。

A: 今研究では Faciszewski らの報告した subtle injury の症例を対象としているため、C1やM2の裂離骨折を起こしている症例も含んでいる。

Q: C1-M2間の距離は背側、中間、底側のどの靭帯を評価しているのか。

A: 過去の研究でWB R上のC1-M2間の距離がどの靭帯の損傷を表しているかの報告はない。C1-M2間の距離はそれぞれの靭帯を個別に評価しているというよりは3つの靭帯を総合的に評価した値と思われる。

Q: M1-M2 間の距離に対して C1-M2 間の距離が大きいのは解剖学上考えにくいがどう考えているのか。

A: M1-M2 間の距離は具体的な測定箇所が提示されておらず、その影響で M1-M2 間の距離に対して C1-M2 間の距離が大きい症例が含まれていたと考える。測定値に関しては C1-M2 間の距離を測定した過去の研究と同等の値であったため、測定値の一定の妥当性は担保されている。

Q: Nunley の分類で stage I の症例のみに着目して検討していないのか。

A: 今研究ではサンプルサイズの兼ね合いもあり、Nunley の分類で stage I のみでの検討は行っていない。

Q: inclusion criteria に Nunley の分類と Faciszewski の定義を両方とも使用しているのか。

A: inclusion criteria としては Faciszewski の定義は用いているが、Nunley の分類は使用していない。

Q: subtle injury の中でも重症度はあると思われるが、今研究の結果はその重症度の指標とはなり得るのか。

A: 今研究の inclusion criteria として手術を行った症例のみを対象としているので今研究の結果から重症度の指標は導けない。

Q: 今研究では感度や特異度について言及されていないが、なぜしていないのか。健側をコントロールとすれば計算できるのではないか？

A: 健側と患側の測定値の差が現在診断に用いられることが多く、感度や特異度に言及するには両側に損傷のない WBR の測定値が必要となる。当施設での症例では損傷のない両側 WBR のデータが必要数集まらず、今研究では感度や特異度を提示することが困難であった。

Q: WBR の撮影は何kgの負荷で行ったのか。

A: WBR は立位の状態で撮影を行っており、実際何kgの負荷がかかっているのかは評価できていない。

Q: 本当に測定された箇所が同じだったことは確認しているのか。

A: 検者間信頼性を評価する上でバイアスがかからないように実際測定している場面を確認している訳ではないため、本当に同一の箇所で測定を行っているかは定かではない。しかし、測定箇所に関しては各検者に測定前に測定箇所の測定の仕方を詳しく指導している。

Q: 測定箇所に関して double floor の場合、最大の箇所を測定したと記載があるが実際何例の症例が double floor を呈したのか。方法で double floor を述べたのであれば、それに対する結果を提示すべきではないのか。

A: C1-M2 間の構造上、両関節面を single floor に撮影することが困難であり、ほとんどの症例で double floor を呈していた。

Q: 所謂“扁平足”と呼ばれる状態で C1-M2 間距離が開大することは無いのか？

A: 扁平足で C1-M2 距離が開大することは無い。

Q: 今研究の結果として C1-M2 間の距離の患健差が 2 mm 以上であったら診断として活用できるという研究になるのか。

A: 今研究の結果のみでは診断として直接的に活用できるとは言い切れない。今研究で言えることは統一された測定箇所を用いれば良好な信頼性が担保されるということである。

上記のように申請者は概ね適切に質疑応答を行った。 以上の内容を踏まえ、本論文は学位論文に値し、学位申請者についても学位授与に値すると評価された。