

## 【33】

氏 名	かき はな まさ たか 垣 花 昌 隆
学位の種類	博士（医学）
学位記番号	乙第798号
学位授与の日付	令和2年10月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項
学位論文題目	<b>Suture anchor stabilization of symptomatic accessory navicular in adolescents : clinical and radiographic outcomes</b> <b>（青年期の有痛性外脛骨に対しスーチャーアンカーを用いた骨接合術における臨床及びレントゲン評価）</b>
論文審査委員	（主査）教授 種 市 洋 （副査）教授 徳 田 信 子 教授 神 野 哲 也

### 論 文 内 容 の 要 旨

#### 【背 景】

有痛性外脛骨（Veich type-II）は骨片（外脛骨）と舟状骨本体は線維性に結合しており、偽関節同様の病態である。捻挫などを機に痛みが生じる。骨片（外脛骨）には後脛骨筋腱が付着している。腱後脛骨筋は足部内側アーチの構築に重要な役割を果たしている。正常の足では後脛骨筋腱の主な付着部は舟状骨であるが、外脛骨があると後脛骨筋腱は主に骨片（外脛骨）に付着する。初期治療治療は安静などの保存加療であるが、症状が軽快しない症例には手術を選択する。手術は外脛骨を単純に切除する術式、外脛骨を切除し後脛骨筋腱を舟状骨本体へ縫縮する術式、外脛骨を舟状骨自体に接合する3つの術式が一般に行われている。しかし術後の後脛骨筋の機能についてはあまり述べられていない。骨片の大きな成人例に対しては、我々は舟状骨本体と外脛骨の間に存在する線維性組織を切除し舟状骨本体の突出した部位も骨切りし、後脛骨筋腱の付着部を温存したまま骨片（外脛骨）を舟状骨本体へスクリューを用いて固定してきた。しかし骨片の小さな青年期では大人のようにスクリューを用いることが困難な場合があり、我々は固定にスーチャーアンカーを用いてきた。

#### 【目 的】

青年期の有痛性外脛骨に対しスーチャーアンカーを用いた骨接合術を行った症例の臨床的評価、及び単純レントゲン像における足根骨アライメントの変化を明らかにする。

#### 【対象と方法】

本研究は獨協医科大学埼玉医療センターの臨床研究倫理審査委員会の承認を得て、患者様に十分な

説明を行い同意が得られたものに対して行われた。2009年1月から2016年12月までに獨協医科大学埼玉医療センターで手術を行った青年期のVeich type-IIの痛性外脛骨の症例は26例34足であった。そのうち骨片が小さくスクリューでの固定が困難であり、スーチャーアンカーを用いて手術を行った15例22足を対象とした。その内訳は女性11例、男性4例、手術時年齢は12歳（10-16歳）であった。

手術は足部内側に約3cmの弧状の皮切を用いた。術野を展開後、外脛骨と舟状骨本体の間に存在する線維性組織を搔爬し、舟状骨本体より後脛骨筋腱が付着したまま外脛骨を切り離した。次に舟状骨本体の内側への突出部をノミで切除し、切り離した外脛骨を前方へ前進させて後脛骨筋腱ごと（腱附着部を温存したまま）スーチャーアンカーを用い舟状骨本体へ接合した。16足にはチタン合金製のスーチャーアンカー（TWINFIX Ti® Smith & Nephew Inc., Andover, MA）を、6足にはソフトアンカー（JuggerKnot®, Zimmer Biomet Inc., Warsaw, IN）を使用した。舟状骨突出部を切除した際の海面骨は骨接合部に骨移植した。術後は足関節中間位で膝下ギプスを4週間使用した。スポーツ復帰は術後12週以降とした。

臨床評価にはThe Japanese society for surgery of the foot (JSSF) midfoot scaleを用いた。骨癒合の評価は単純レントゲン及びCTで行った。単純レントゲン立位足部側面像を用いcalcaneal pitch angle、navicular height、sagittal talar tilt angle、talo-first metatarsal angleを計測し術前、術後の足根骨のアライメントの評価を行った。計測は2名の整形外科専門医と1名の整形外科レジデントで行い三人の平均値を用いた。統計には対応のあるt検定を用い5%未満を有意とした。

## 【結 果】

術後12ヶ月から51ヶ月の観察期間で骨癒合は14例22足（63%）で確認された。チタン合金性のアンカーを用いた症例の骨癒合率は81%（13/16）でソフトアンカー使用群では12%（1/6）であった。JSSF scaleは術前54点から術後96.3点（87-100）へ改善された。全例スポーツ復帰が可能となり最終経過観察時には満足していた。骨癒合が得られなかった症例でも術後のJSSF scoreは87点から100点で追加手術を希望するものはいなかった。術後感染の症例はなくアンカーの抜去を必要とする症例もなかった。

術前、最終経過観察時の単純レントゲン立位足部側面像の計測が可能であったものは11例16足であった。sagittal talar tilt anglesは術前 $7 \pm 4^\circ$ （1-20）から術後 $11 \pm 5^\circ$ （2-22）と有意に改善された（ $P < 0.001$ ）。The talo-first metatarsal anglesは $28 \pm 5^\circ$ （20-40）から術後 $33 \pm 5^\circ$ と有意に改善された（ $P < 0.001$ ）。calcaneal pitch angleとnavicular heightでは有意な改善は見られなかった（ $p = 0.24$ ）（ $p = 0.86$ ）。

## 【考 察】

今回の研究では骨癒合が得られた症例は全体の2/3以下であった。ソフトアンカーを用いた症例で骨癒合が得られ難かった。これはアンカーを舟状骨の皮質骨ではなく骨切り部の海面骨へ直接刺入するためソフトアンカーでは骨癒合を得るには強度が弱く適していなかったと推察された。しかし骨癒合の割合は低かったが術前の症状は改善されていた。Veich type IIの痛性外脛骨の病態は偽関節同様の病態と考えられる。偽関節部には血管の間葉系細胞や軟骨細胞とコラーゲン線維を含む線維

性の結合組織の増殖が見られ偽関節同様の病態がある。そこに神経終末が入り込み繰り返されるストレスで痛みを増強すると考えられる。偽関節部を搔爬することで神経終末も切除され、また舟状骨の内側の突出部も切除することで同部位の皮下の炎症も抑えられたことも症状の軽減に関与していたと推察された。

術後の内側アーチの改善は足部関節の機能改善を示す。有痛性外脛骨と扁平足の関係は過去にも報告がある。今回の我々の研究ではnavicular heightは有意には改善されなかったがtalo-first metatarsal angleは有意に改善された。これはアーチの改善に効果があり、後脛骨筋の機能改善によるものと推察された。

## 【結 論】

骨片が小さくスクリューによる固定が困難な有痛性外脛骨の症例にはスーチャーアンカーを用いた骨接合術は選択肢の一つとなりうる。

## 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

### 【論文概要】

有痛性外脛骨（Veich type-II）の手術療法の一つである骨接合術の臨床評価及び足根骨アライメントの変化についての研究である。背景として、骨片（外脛骨）には後脛骨筋腱が付着しており、足部内側アーチの構築に重要な役割を果たしている。正常の足では後脛骨筋腱の主な付着部は舟状骨であるが、外脛骨があると後脛骨筋腱は主に骨片（外脛骨）に付着する。骨片の大きな成人例に対しては、舟状骨本体と外脛骨の間に存在する繊維性組織を切除し後脛骨筋腱の付着部を温存したまま骨片（外脛骨）を舟状骨本体へスクリューを用いて固定することが可能だが骨片の小さな青年期（小児）では骨片が小さくスクリューを用いることが困難な場合がある。そのような症例に対しスーチャーアンカーを用いた症例の骨癒合率、臨床評価及び足根骨のアライメントの変化を調査した論文である。骨癒合の評価は単純レントゲン、及びCTで行い、臨床評価はThe Japanese society for surgery of the foot (JSSF) midfoot scaleを用いた。足根骨のアライメントの評価は術前、術後の単純レントゲン立位足部側面像を用いcalcaneal pitch angle、navicular height、sagittal talar tilt angle、talo-first metatarsal angleを計測した。術後12ヶ月から51ヶ月の観察期間で骨癒合は14例22足（63%）で確認された。チタン合金性のアンカーを用いた症例の骨癒合率は81%（13/16）であったがソフトアンカー使用群では12%（1/6）であった。ソフトアンカーを用いた症例で骨癒合が得られ難かったが、アンカーは舟状骨の皮質骨ではなく骨切り部の海面骨へ直接刺入するためソフトアンカーでは骨癒合を得るには強度が弱く適していなかったと考察している。一方で臨床評価のJSSF scaleは術前54点から術後96.3点（87-100）へ改善された。全例スポーツ復帰が可能となり最終経過観察時には手術に満足していた。骨癒合が得られなかった症例でも術後のJSSF scoreは87点から100点で追加手術を希望するものはいなかった。骨癒合の割合は低かったが術前の症状は改善されていた。Veich type IIの有痛性外脛骨の病態は偽関節同様の病態と考えられ、偽関節部には血管の間葉系細胞や軟骨細胞とコラーゲン繊維を含む繊維性の結合組織の増殖が見られ偽関節同様の病態がある。そこに神経終末が入

り込み繰り返されるストレスで痛みを増強すると考えられる。偽関節部を搔爬することで神経終末も切除され、また舟状骨の内側の突出部も切除することで同部位の皮下の炎症も抑えられたことも症状の軽減に関与していたと考察している。術前、最終経過観察時の単純レントゲン立位足部側面像の計測ではsagittal talar tilt anglesは術前 $7 \pm 4^\circ$  (1-20) から術後 $11 \pm 5^\circ$  (2-22) と有意に改善された ( $P < 0.001$ )。The talo-first metatarsal anglesは $28 \pm 5^\circ$  (20-40) から術後 $33 \pm 5^\circ$  と有意に改善された ( $P < 0.001$ )。calcaneal pitch angle ( $p=0.24$ ) と navicular height ( $p=0.86$ ) では有意な改善は見られなかった。術後の内側アーチの改善は足部関節の機能改善を示す。今回の研究ではnavicular heightは有意には改善されなかったがtalo-first metatarsal angleは有意に改善された。これはアーチの改善に効果があり、後脛骨筋の機能改善によるものと考察しており、骨片が小さくスクリューによる固定が困難な有痛性外脛骨の症例にはスーチャーアンカーを用いた骨接合術は選択肢の一つとなりうると結論づけている。

#### 【研究方法の妥当性】

申請論文では、スーチャーアンカーを用いて手術を行った青年期（小児）有痛性外脛骨症例の臨床評価、単純レントゲン及びCTを用いた骨癒合の評価、単純レントゲン計測による足根骨アライメントの変化を解析している。適切な対象群の設定が行われ臨床評価にはThe Japanese society for surgery of the foot (JSSF) midfoot scaleが用いられ、またレントゲン計測は2名の整形外科専門医と1名の整形外科レジデントがブラインドで計測を行い適切な客観的な統計解析を行っており、本研究方法は妥当なものである。

#### 【研究結果の新奇性・独創性】

成人例において有痛性外脛骨に対するスクリューを用いた骨接合術では術後の足根骨アライメントが改善したとの報告はあるが、本研究は同様の骨接合術を骨片が小さく、スクリューでの固定が困難な青年期（小児）例に対しスーチャーアンカーを用い行い、その結果及び有用性を初めて明らかにしている。この点において本研究は新奇性・独創性に優れた研究と評価できる。

#### 【結論の妥当性】

申請論文では、適切な対象群の設定の下、確立された臨床評価法とレントゲン計測を行い、統計解析を用いて、症状の改善及び、足根骨アライメントの改善と足部アーチにおける後脛骨筋腱の作用関係を位置付けている。そこから導き出された結論は、論理的に矛盾するものではなく、また、整形外科学、及び解剖学の関連領域における知見を踏まえても妥当なものである。

#### 【当該分野における位置付け】

申請論文では、有痛性外脛骨の手術において後脛骨筋腱の機能改善のために腱付着部を温存する骨接合術を、骨片の小さい青年期（小児）の症例に対しスーチャーアンカーを用いて行い、その結果足根骨のアライメント（特に距舟関節）が改善したことを明らかにした。これは足部のアーチの改善に効果があり、後脛骨筋の機能改善によるものと考えられ、外脛骨と後脛骨筋腱のみならず、他の扁平足の発症機序や疾患単位の研究の進歩にも大いに役立つ大変意義深い研究と評価できる。

**【申請者の研究能力】**

申請者は、臨床整形外科学や解剖学の理論を学び実践した上で、作業仮説を立て、臨床計画を立案した後、適切に本研究を遂行し、貴重な知見を得ている。その研究成果は当該領域の国際誌に掲載が承認されており、申請者の研究能力は高いと評価できる。

**【学位授与の可否】**

本論文は独創的で質の高い研究内容を有しており、当該分野における貢献度も高い。よって、博士(医学)の学位授与に相応しいと判定した。

**(主論文公表誌)**

Journal of Orthopaedic Surgery

(28 : 1-6, 2020)