

スポーツ選手に対する Cannulated Cancellous Screw による 膝蓋骨疲労骨折の治療経験

Surgical treatment of patellar stress fracture with a cannulated cancellous screw in athletes — Results of six cases

富山泰行*^{1,2}, 大森 豪*³, 山本智章*¹
菊池達哉*¹, 谷藤 理*², 望月友晴*²

キー・ワード：patellar stress fractures, cannulated cancellous screw, osteosynthesis
膝蓋骨疲労骨折, 中空海綿骨螺子, 骨接合術

〔要旨〕 スポーツ選手の膝蓋骨疲労骨折に Cannulated cancellous screw (CCS) を用いた手術治療の成績を評価した。症例は6例6膝, 全例女性で手術時平均年齢17.2歳, スポーツ活動中に受傷し4例は不全骨折, 2例は完全骨折であった。手術は膝蓋骨遠位から小皮切で2本のCCSを挿入, 術後早期より荷重及び可動域訓練を開始し, 全例骨癒合しスポーツ復帰した。不全骨折の1例に疲労骨折の再発を認め, 単純X線側面像でCCSが膝蓋大腿関節面に近い位置を通っていた。膝蓋骨疲労骨折は, 膝蓋骨遠位前方に大腿四頭筋の収縮力と膝蓋腱の伸張力が反復して作用することにより発症し, CCSは骨折部を固定し膝蓋骨前方の伸張力を軽減することができる。スポーツ選手の膝蓋骨疲労骨折にCCSを用いた骨接合術は比較的良好な成績が得られたため, 積極的に適応として良いと考えた。しかし1例でCCSが関節面に近い位置を通ることで, 膝蓋骨前方への伸張力を軽減することができず再発した可能性があり, CCSの挿入位置には注意を要すると考えた。

はじめに

膝蓋骨疲労骨折は比較的稀な疾患で, 発生頻度は疲労骨折全体の0.2~3.0%とされる^{1,2)}。運動強度の高い10~20歳代に好発し, ランニングや繰り返すジャンプ動作で発症する³⁾。膝蓋骨疲労骨折には横骨折タイプと縦骨折タイプがあり, 治療としては運動制限やリハビリテーションによる保存治療が第一選択となるが, 我々は完全骨折例や不全骨折例で早期スポーツ復帰を希望する場合に小皮切でのCannulated cancellous screw (CCS) による

内固定を行った。本研究の目的は, スポーツ選手の膝蓋骨疲労骨折にCCSを用いた手術治療の成績を評価し, さらに再発例のメカニズムについて考察することである。

対象および方法

対象はスポーツ復帰まで経過観察することができた, 6例6膝, 全例女性で手術時平均年齢17.2歳(14~19歳), 競技種目はサッカー3例, バスケットボール, バレーボール, バドミントン各1例であった。全例スポーツ活動中に受傷し, 膝蓋骨遠位に横骨折を認め, 4例は不全骨折, 2例は完全骨折であった。

手術方法は, 膝蓋骨最遠位部から小皮切で3.0~4.0mm径のCCSを2本挿入した(図1)。

術後から関節可動域訓練, 患肢荷重を開始した。

*1 新潟リハビリテーション病院整形外科

*2 新潟大学医歯学総合研究科整形外科科学分野

*3 新潟医療福祉大学健康科学部健康スポーツ学科

Corresponding author: 富山泰行 (yasu.tommy.os@gmail.com)



図1 手術方法

a: 術前

b: 術後. 膝蓋骨の遠位から CCS2 本を近位に向かって挿入

日常生活に支障がないことを確認した後、徐々に活動性を上げ、骨癒合を確認し、Biodex を用いて筋力測定を行い膝伸展筋力が健患比 85% 以上で、各種スポーツ特性に合わせた動作を確認しスポーツ復帰とした。

評価項目

1) 治療経過

治療経過として、骨癒合までの期間、スポーツ復帰までの期間を求めた。

2) 骨折部位及び CCS の挿入状態

骨折部位の評価として、単純 X 線膝蓋骨側面像で膝蓋骨全体に対する膝蓋骨下端からの骨折部位を測定するために、膝蓋骨下端から骨折部の長さを膝蓋骨の全長で除した値：膝蓋骨疲労骨折部位 (%) を求めた。使用した CCS2 本のスクリュー径

(mm) と、スクリュー長 (mm) を計測した。CCS の位置を調査するために、単純 X 線膝蓋骨正面像における骨折部での CCS2 本のスクリューの間隔 (mm) と、単純 X 線膝蓋骨側面像で膝蓋骨中間部の前後径：P、同部位における膝蓋骨前方から CCS2 本の前方と後方の中間の距離：S、骨折部の前後径：Pfx、同部位における膝蓋骨前方から CCS2 本の前方と後方の中間の距離：Sfx をそれぞれ計測し、S を P で除した値：中間部スクリューの挿入深度 (%) と、Sfx を Pfx で除した値：骨折部スクリューの挿入深度 (%) を求めた (図 2)。治療群の平均と再発例の値を求めた。

結果

全症例の背景と治療経過を表 1 に示し、骨折部位及びスクリューの径・長さ・間隔の治療群の平

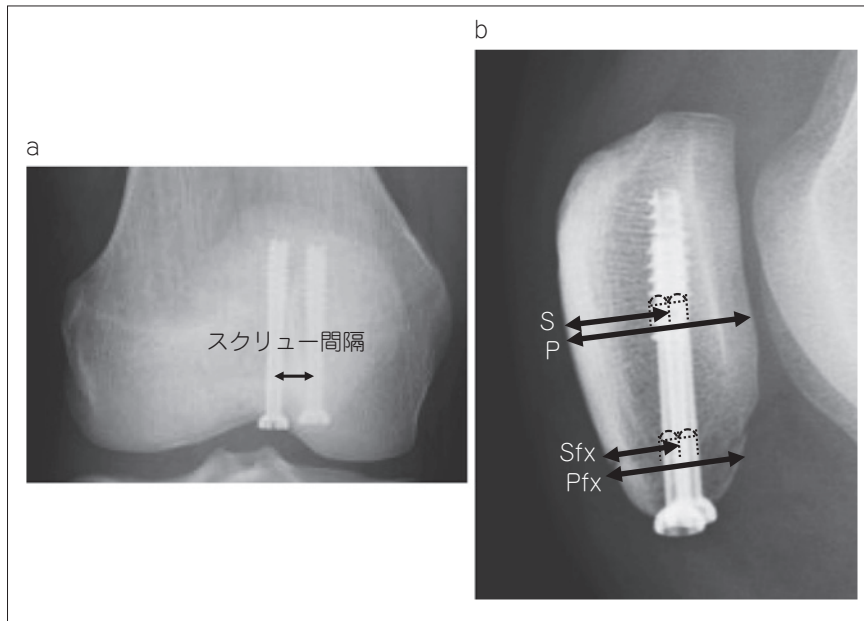


図2 CCS 挿入位置の評価

a: スクリュー間隔

b: スクリュー挿入深度: 膝蓋骨中間部の膝蓋骨前方から CCS2 本の前方と後方の中間の距離 (S) / 膝蓋骨中間部前後径 (P), 膝蓋骨疲労骨折部の膝蓋骨前方から CCS2 本の前方と後方の中間の距離 (Sfx) / 膝蓋骨疲労骨折部前後径 (Pfx)

表1 全症例の背景と治療経過

症例	年齢(歳)	性別	スポーツ種目	骨折型	骨癒合までの期間	スポーツ復帰までの期間	再発の有無
①	17	女性	バレーボール	完全骨折	3か月	不明	-
②	17	女性	サッカー	不全骨折	3か月	5か月	-
③	19	女性	サッカー	不全骨折	5か月	9か月	-
④	17	女性	サッカー	完全骨折	3か月	5か月	-
⑤	19	女性	バスケットボール	不全骨折	3か月	5か月	-
⑥	14	女性	バドミントン	不全骨折	3か月	5か月	術後7か月で再発

表2 骨折部位及びスクリューの径・長さ・間隔

	膝蓋骨疲労骨折部位 (%)	スクリュー径 (mm)	スクリュー長 (mm)	スクリュー間隔 (mm)
治癒群	17.5 ± 4.8	3.6 ± 0.4	33.4 ± 2.1	10.2 ± 2.6
再発例	22.5	4	32, 34	11

均と再発例の値を表2に示し、中間部スクリュー挿入深度と骨折部スクリュー挿入深度の治癒群の結果と平均、再発例の値を表3に示す。

再発した症例は6例のうち1例であった。治療経過は、全例で骨癒合し、骨癒合に要した期間は平均3.3か月(3-5か月)であった。全例スポーツ復帰を果たし復帰までの期間は平均5.8か月(5~9か月)であった。復帰までの間に膝蓋腱炎を発症

した症例が2例存在した(表1:症例4,6)。

再発例は14歳女性。バドミントンの試合中に受傷、膝蓋骨疲労骨折(不全骨折)の診断であった。早期復帰希望があり受傷後15日で骨接合術を行った。術後痛みに応じて荷重、可動域訓練を開始し、術後3か月で骨癒合が得られた。活動性を上げていく中で膝蓋腱炎を発症し治療を行い、術後5か月でスポーツ復帰した。術後7か月で競技

中に右膝の疼痛を自覚し、単純 X 線画像で再骨折を認めた(図 3)。単純 X 線像ではスクリューの緩みは認めなかったため、再手術は行わずに、体外衝撃波療法を行いながら痛みに応じて運動を行い 2 か月で再度骨癒合が得られ、3 か月でスポーツ復帰した。

膝蓋骨疲労骨折部位は、治癒群は平均 $17.5 \pm 4.8\%$ で再発例は 22.5% であった。全例膝蓋骨遠位 1/3 より遠位側に骨折を認めた。

スクリュー径は、治癒群は平均 $3.6 \pm 0.4\text{mm}$ で再発例は 4.0mm が 2 本挿入されていた。

スクリュー長は、治癒群は平均 $33.4 \pm 2.1\text{mm}$ で再発例は 34mm と 32mm であった。

スクリュー間隔は、治癒群は平均 $10.2 \pm 2.6\text{mm}$ で再発例では 11mm であった。

表 3 スクリュー挿入深度

	中間部スクリュー 挿入深度 (%)	骨折部スクリュー 挿入深度 (%)
治癒群	44	47
	49	57
	50	45
	61	48
	45	50
治癒群 平均値	49 ± 7.0	50 ± 4.6
再発例	62	63

中間部スクリュー挿入深度は、治癒群は平均 $49 \pm 7.0\%$ で再発例は 62% であった。

骨折部スクリュー挿入深度は、治癒群は平均 $50 \pm 4.6\%$ で再発例は 63% であった。

術後再発例では膝蓋骨中間部と骨折部で、膝蓋大腿関節面に近い位置に CCS が挿入されていた。

■ 考 察

膝蓋骨疲労骨折の横骨折タイプは膝関節屈曲位で、大腿四頭筋の収縮力と膝蓋腱の張力、さらに膝蓋骨が大腿骨に圧迫されることで膝蓋骨前方に伸長力が生じ、これが反復して作用することで発症する⁴⁾。縦骨折タイプは外側膝蓋支帯の過緊張と大腿骨外顆との不適合により膝蓋骨の曲げ応力が生じるため発症する⁵⁾(図 4)。膝蓋骨疲労骨折の保存治療は転位が少ない場合や早期復帰を希望しない場合に適応とされる。活動性が高い場合でも骨癒合とスポーツ復帰が可能であるが、管理不十分による遷延癒合のため手術に至る可能性もある⁶⁾。手術療法としては tension band wiring (TBW)、CCS やヘッドレススクリューによる固定がある。TBW では締結用ワイヤーを膝蓋骨前方に通すために長い皮切を加える必要があることや皮下にワイヤーが触れることが懸念される。一方、CCS やヘッドレススクリューは小皮切で挿入できるため低侵襲である。しかし、ヘッドレススクリュー

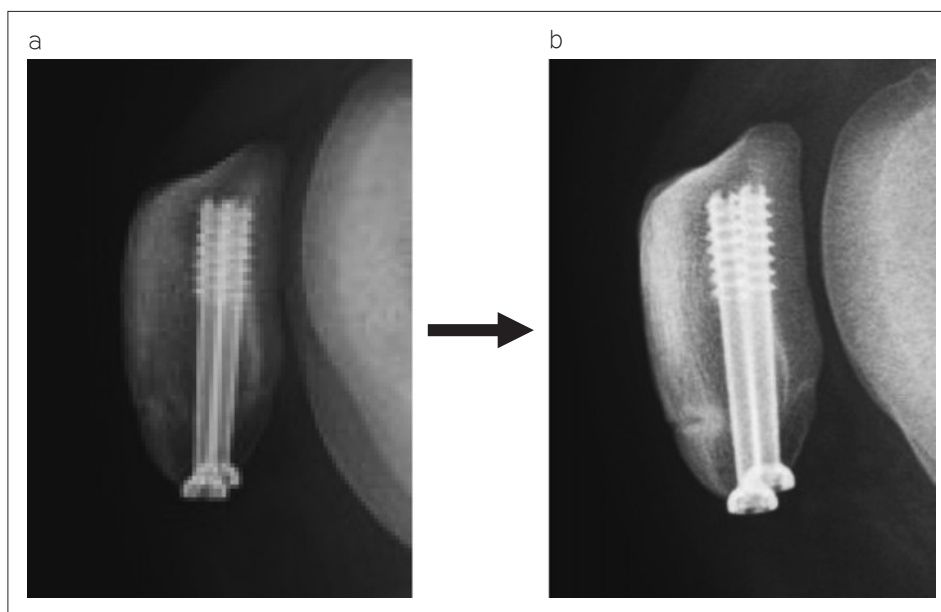


図 3 再発例

a: 骨癒合

b: 競技復帰後に再骨折を認めた

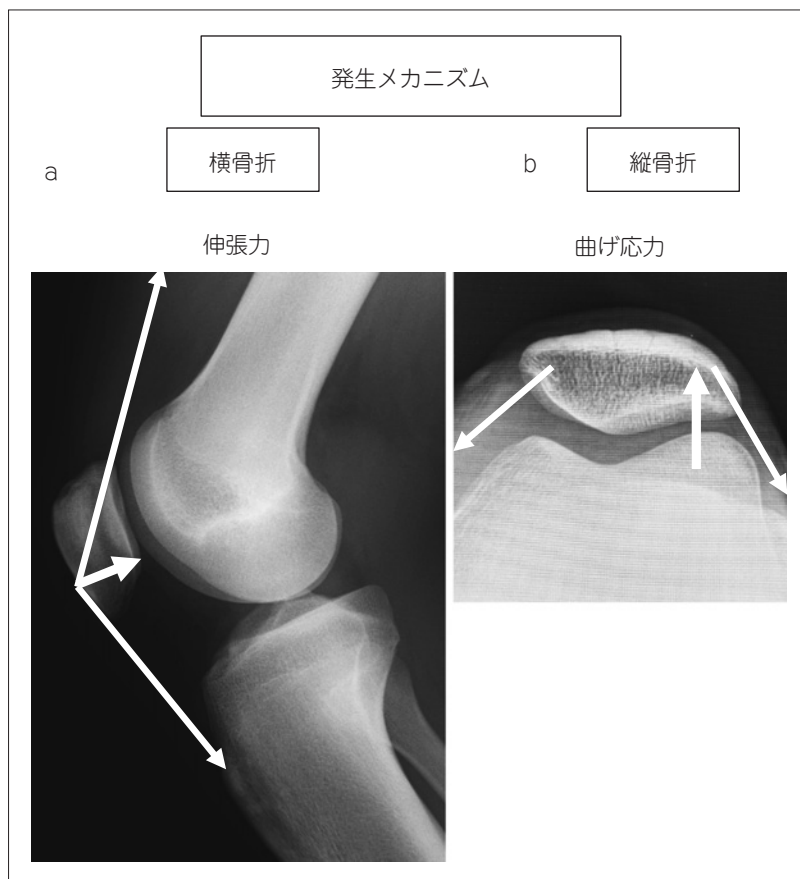


図4 発生メカニズム
 a: 横骨折タイプ
 b: 縦骨折タイプ

はネジのない部分のシャフト径が細い形状であること、膝蓋骨遠位部が薄い小骨片であるため、スクリュー刺入による骨折の危険があると考え、CCSはスクリューヘッドが突出する恐れがあるが、シャフト径は太く、骨折部への圧迫力も期待できるため、当院では遠位骨片の大きさや幅に応じて3.0~4.0mmのCCSを採用している。

今回、CCSで手術治療を行い、全例で骨癒合が得られ5~9か月でスポーツ復帰することができた。スポーツ復帰に関しては保存治療で遠藤らが18.7週⁶⁾、手術治療で6~12週⁷⁾と報告されているが、骨癒合がなされているかの評価はされておらず、復帰に際して明確な基準はない。当院では復帰に際して十分な骨癒合が得られたことを確認し、膝の安定性やスポーツに耐えうる十分な筋力の回復と各種スポーツ特性に合わせた動作を確認している。さらにスポーツ復帰までの経過中に活動性を上げていく段階で膝蓋腱炎を発症し、スポーツ復帰が遅れた症例も存在した。そのため他

の報告より期間が長いと考えられた。骨癒合し、最終的にはスポーツ復帰していること、強固な固定性が得られているため、再発した症例に対しても再手術を行わずに体外衝撃波療法のみで骨癒合が得られており、スポーツ選手の膝蓋骨疲労骨折にCCSを用いた骨接合術は比較的良好な成績を得られたため、積極的に適応として良いと考えられた。

また、治癒群と再発例で骨折部は全例膝蓋骨遠位1/3であり、スクリュー径や長さ、スクリュー間隔に大きな差は認めなかった。しかし、CCSが膝蓋骨中央を通るように挿入された症例は再発せず、CCSが関節面の近くを通り、膝蓋骨前方からCCSの距離が長い症例が再発した。CCSを膝蓋骨に挿入する目的は、骨折部を固定することと、膝蓋骨前方の伸張力を軽減し、骨折部の離開を防ぐことである(図5)。膝蓋骨疲労骨折と同様に繰り返す伸張力によって生じる疲労骨折として、脛骨跳躍型疲労骨折や第5中足骨疲労骨折がある。

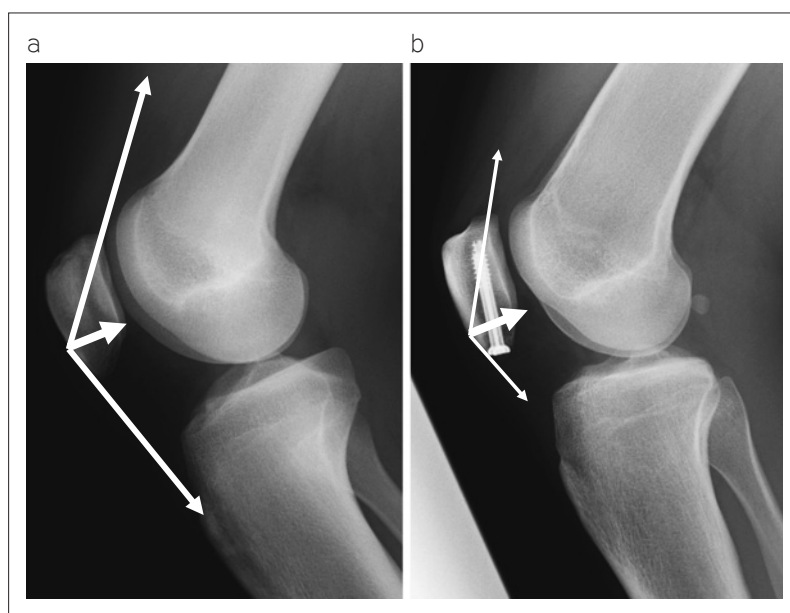


図5 骨接合術による伸張力の軽減
 a：膝関節屈曲で膝蓋骨前方に伸張力がかかる
 b：術後. スクリューを挿入することで骨折部への伸張力を軽減する

これら疲労骨折の手術治療は髄内釘による内固定であるが、不適切なインプラントサイズによって術後成績が不良となる。その理由として、髄内釘が細い場合に疲労骨折の生じている皮質骨との接触が少なくなり、骨折部の伸張力を軽減できないため、骨癒合不全や再骨折が生じると報告がある^{8,9)}。膝蓋骨疲労骨折はスクリューで骨折部を固定することで骨折部の離開を防ぐことができる。再発例はCCSが関節面に近い位置を通っており、他の症例と比較し膝蓋骨前方からCCSの距離が長いため、膝蓋骨前方の伸張力が軽減できなかったことが再発した原因であることが示唆された。CCSの挿入位置には注意を要すると考えられた。

本研究の限界として、症例数が少ないこと、保存治療との比較がなされていないこと、不全骨折と完全骨折症例が混在していること、骨折部とスクリューの位置のCTでの評価は行っていないこと、治癒群と再発例に関するリスク評価（下肢動的アライメント、復帰後の運動量・運動強度、大腿四頭筋のタイトネス、骨粗鬆症の評価）を行っていないこと、スクリュー挿入位置による力学的な評価を行っていないことである。再発例や膝蓋腱炎などの課題があることも明らかになったが、手術治療は強固な固定性も得られることから、今後も症例を増やし検討していく必要があると考えられる。

結語

今回、スポーツ選手の膝蓋骨疲労骨折に対してCCSを用いた手術治療を行い全例で骨癒合が得られ、スポーツ復帰が可能であった。比較的良好的な成績が得られたため、積極的に適応として良いと考えられた。しかしCCSが関節面に近い位置を通っていた1例で再発を認めた。CCSと膝蓋骨前方からの距離が長い場合、骨折部の伸張力を軽減することができず再発した可能性が考えられたため、CCSの挿入位置には注意を要する。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文献

- 1) 平崎亜紀子, 大場俊二. 成長期の疲労骨折の疫学: 当院患者における実態調査を通じて. 臨床スポーツ医学. 2010; 27: 97-105.
- 2) 徳重克彦. スポーツ選手の疲労骨折について. 臨床スポーツ医学. 1986; 3: 67-69.
- 3) Iwamoto J, Takeda T. Stress fractures in athletes: review of 196 cases. J Orthop Sci. 2003; 8: 273-278.
- 4) Sugiura Y, Ikuta Y, Muroh Y. Stress fractures of the patellar in the athletes. Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi. 1977; 51: 1421.

- 5) Sillanpää PJ, Paakkala A, Paakkala T, et al. Displaced longitudinal stress fracture of the patella: a case report. *J Bone Joint Surg Am.* 2010; 92: 2344-2347.
- 6) 遠藤 想, 佐々木健, 山城正浩, 他. 膝蓋骨疲労骨折 11 例の治療経験. *JOSKAS.* 2020; 45(3): 806-810.
- 7) Keeley A, Bloomfield P, Cairns P, et al. Iliotibial band release as an adjunct to the surgical management of patellar stress fracture in the athlete: a case report and review of the literature. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 1(1): 15.
- 8) 内山英司. 【疲労骨折の診かた治しかた】跳躍型脛骨疲労骨折. *Orthopaedics.* 2012; 25: 33-38.
- 9) Glasgow MT, Naranja RJ Jr, Glasgow SG, et al. Analysis of failed surgical management of fractures of the base of the fifth metatarsal distal to the tuberosity: the Jones fracture. *Foot Ankle Int.* 1996; 17: 449-457.

(受付：2022年2月10日，受理：2022年9月20日)

Surgical treatment of patellar stress fracture with a cannulated cancellous screw in athletes — Results of six cases

Tomiyama, Y.^{*1,2}, Omori, G.^{*3}, Yamamoto, N.^{*1}
Kikuchi, T.^{*1}, Tanifuji, O.^{*2}, Mochizuki, T.^{*2}

^{*1} Department of Orthopedic Surgery, Niigata Rehabilitation Hospital

^{*2} Division of Orthopedic Surgery, Niigata University Graduate School of Medical and Dental Sciences

^{*3} Department of Health and Sports, Niigata University of Health and Welfare

Key words: patellar stress fractures, cannulated cancellous screw, osteosynthesis

[**Abstract**] Patellar stress fractures are caused by repetitive quadriceps muscle contractions and patellar tendon-stretching forces on the distal anterior patella. The surgical insertion of a cannulated cancellous screw (CCS) can fix the fracture site and reduce the anterior patellar tendon-stretching forces. This study evaluated the surgical outcome of using CCS for patellar stress fractures in athletes. The surgery was performed on six patients, all female, with an average age of 17.2 years at the time of the surgery. All six cases were sports injuries; four with incomplete fractures and two with complete fractures. The surgery was performed by inserting two CCSs through a small skin incision from the distal side of the patella. The patients started to perform loading and range-of-motion training soon after surgery, and following bone fusion, resumed their sports activities. In one patient with an incomplete fracture, the CCS passed close to the patellofemoral articular surface, as seen in a lateral radiograph. This prevented the CCS from reducing the anterior patellar tendon-stretching forces, and the patient suffered re-fracture. Osteosynthesis using CCS for patellar stress fractures in athletes shows promising results, serving as a favorable indicator of this procedure. However, the insertion position of CCS should be selected carefully to prevent re-fracture.