

原著 橈骨遠位端骨折治療における上肢外固定は、 同側肩関節位置感覚に影響する

昭和大学藤が丘病院整形外科

安田 知弘* 岡本 圭司 新井 昌幸
中村 弘毅 皆川 裕人 有馬 敏彦
篠原 大地 神崎 浩二

昭和大学スポーツ運動科学研究所

西中 直也 三邊 武幸

昭和大学医学部生理学講座（生体調節機能学部門）

泉崎 雅彦

抄録：日常の骨折診療において外固定期間を要するため骨折部の隣接関節の拘縮を経験することが多い。しかし、その傾向やリスクは明らかではない。橈骨遠位端骨折が同側の肩関節位置感覚に与える影響を調査し、骨折外固定治療が同側隣接関節の位置感覚に与える影響と拘縮の関連を検討する。対象は、当院へ受診され橈骨遠位端骨折と診断された女性患者6名とした。受傷時から手術まで手関節のシーネ固定と肩関節までの三角筋固定をした。手術は、全例観血的整復固定術を施行した。術後は、三角布とシーネ固定をした。受傷して平均16.4日に位置感覚と肩関節可動域を測定した。結果は、橈骨遠位端骨折後の患肢肩関節位置感覚は健側に比較し外旋30, 45度における誤認角度が大きかった。また、同様に外旋方向の拘縮を認めた。肩関節内旋位で固定した結果として肩関節内旋筋（肩甲下筋）に、Proskeらのflexors are contracted (conditioning flexed)と同様の状態となり位置感覚に影響を与えていると考えられた。

キーワード：位置感覚, 肩関節, 橈骨遠位端骨折

緒言

体性感覚は、1：機械受容性体性感覚、2：温度受容性感覚、3：痛み感覚の3つに分類される。位置感覚は、身体組織の機械的な変位により刺激される機械受容性体性感覚に含まれる。四肢の位置を静的かつ動的に決める位置感覚は、日常生活からスポーツの活動まで重要な役割を果たす。

位置を知るには、関節の折れ曲がりの角度と、その変化速度の情報が必要である。その関節の角度決定の役割を果たす受容器は、筋紡錘であり関節の安定性、バランス、運動制御に関わっている^{1,2)}。その四肢の位置感覚の評価は、マッチングと呼ばれる位置合わせで行われる。マッチングには2つの方法がある。視覚的なフィードバックの無い状況で、検者

にコントロールされた片側に対しもう一方を合わせる両側を使用する方法と、検者に設定された位置に片側を合わせる片側のみを使用する方法がある³⁾。その誤認角度を計測し比較する。位置感覚計測の臨床における応用は、スポーツや整形外科の分野で肩関節^{4,5)}、膝関節で用いられている。しかし、日常診療に应用される現場は少ない。

位置覚に影響を与える (Position error を誘発する) 因子は、筋疲労⁶⁾、筋にたいする振動^{7,8)}、温度や冷却⁹⁾、関節の拘縮¹⁰⁾ などがある。

われわれは、日常診療において骨折治療に固定期間を要するため隣接関節の拘縮を経験する。しかし骨折部隣接関節の拘縮合併に関するリスクや傾向は明らかとなっていない。今回、隣接関節の損傷と治療が同側の位置感覚に与える影響、すなわち橈骨遠

*責任著者

位端骨折が同側の肩関節位置感覚に与える影響を調査した。

研究方法

対象は、当院へ受診され橈骨遠位端骨折と診断された女性患者6名とした。手術時に術後経過の画像と所見、位置感覚や可動域や疼痛などの臨床評価を臨床研究として使用する場合があることに同意を得た。測定は、臨床評価の一部となり安全性に問題ないことを説明し対象となる被検者に同意を得て行った。

年齢は、平均62.2(58～65)歳。全例、頸椎疾患や肩関節の骨折や腱板断裂、神経内科疾患を既往に認めなかった。橈骨遠位端骨折の骨折型は、全例AO-OTA分類：23-C、関節内骨折であった。受傷時から手術まで手関節のシーネ固定と肩関節までの三角巾固定をした。受傷時の合併損傷も伴っていなかった。手術は、全例掌側アプローチによる観血的整復固定術を施行した。インプラントは、掌側ロックキングプレート(VA-TCP：DePuy Synthes)を用いた。術後は、三角布とシーネ固定をした。

Preconditioning：位置感覚計測は、preconditioningとして肩関節は、内外旋中間位かつ屈曲、外転0度にて肘関節屈曲90度にて内旋方向に験者に抵抗するよう3秒間収縮させ3秒間リラクゼーションする。外旋方向も同様に行い preconditioning の間、腕は験者に支えてもらう。

位置感覚測定：験者に設定された位置に片側を合わせる方法を用いた。計測器は、パネルを2段とし上のパネルにポインターとしての模擬手を設置。下のパネルに験者の肘から前腕を設置した。上下パネルのヒンジ部に potentiometer を設置して角度を1/100度までデジタル表示した。被験者を椅子に座らせ、肘をパネル(下)のヒンジ部に置き肩関節の内外旋中間位になるように設置した。下のパネルに置いた手から肘にかけて見えないように肩から黒い布をかけた(Fig. 1)。

位置感覚測定は、受傷後平均16.4日(14～20日)に橈骨遠位端骨折後である肩関節の内外旋における位置感覚の影響(position error)を計測するために行われた。測定前に preconditioning を行った。

位置感覚測定におけるポインターの設定は、外旋方向に30度、45度の2点で計測回数は3回とした。ポインターの設置は、験者により行われ測定前に

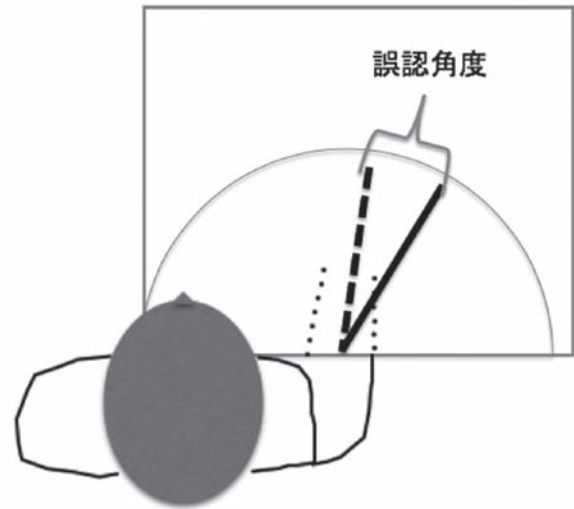


Fig. 1 検査装置の模式図

preconditioning を行った。

肩関節可動域測定：位置感覚測定と同様に測定時期は、受傷後平均16.4日に計測を行った。内外旋の可動域(自動)を計測した。

統計処理：受傷後平均16.4日の時点での健側に対し患側の誤認角度が大きいのか、また肩関節に拘縮が出ているか検討するため、各角度や可動域を Mann-Whitney U-test with Bonferroni correction を用いて検定を行った。いずれも有意水準を5%未満とした。

結 果

位置感覚測定結果：被検者6名の肩関節外旋30°における誤認角度は、健側が平均 $0.78 \pm 0.73^\circ$ であった。一方患側は、健側に比べ外旋がパネルにポインターの指定角度まで届かない平均 $-3.00 \pm 0.59^\circ$ であった($P < 0.01$, Fig. 2)。肩関節外旋45°における誤認角度は、健側が平均 $0.33 \pm 1.79^\circ$ であった。一方患側は、健側に比べ外旋がパネルにポインターの指定位置まで及ばない平均 $-2.23 \pm 3.29^\circ$ であった($P < 0.05$, Fig. 3)。

肩関節可動域測定結果：受傷後平均16.4日における被検者6名の肩関節可動域(自動)は、健側の内旋角度が $76.67 \pm 5.16^\circ$ であり患側の内旋角度は $73.33 \pm 5.16^\circ$ であった($P = 0.91$)。一方、健側の外旋 $73.33 \pm 4.08^\circ$ であり患側の外旋は、 $58.33 \pm 6.83^\circ$ と外旋方向に有意に拘縮を認めた($P < 0.05$, Table 1)。

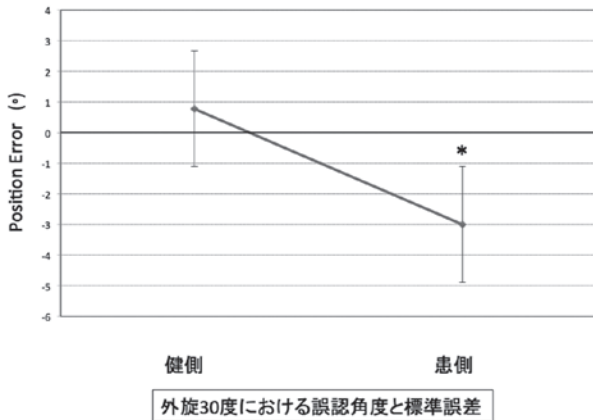


Fig. 2 肩関節外旋 30°における健測と患側の誤認角度

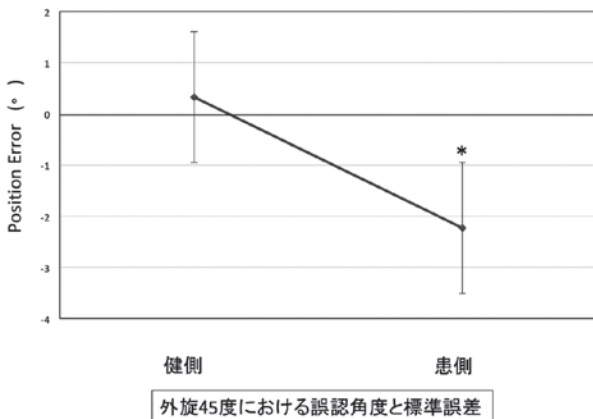


Fig. 3 肩関節外旋 45°における健測と患側の誤認角度

Table 1 橈骨遠位端骨折後 16.4 日における健側と患側の肩関節可動域

	健側	患側	
内旋	76.67 ± 5.16	73.33 ± 5.16	P = 0.91
外旋	73.33 ± 4.08	58.33 ± 6.83	P = 0.03

考 察

今回われわれは、橈骨遠位端骨折の臨床評価の一つとして位置感覚の評価を行った。

近年本邦でも、位置感覚の評価の有効性が提唱されつつある¹¹⁾。Winckelらは、年齢により、位置感覚の違いを報告し平均 20 歳の方が平均 70 歳に比較し位置感覚は若年成人の方が優れていると報告している¹²⁾。今回の対象は、橈骨遠位端骨折の女性患者のた

め年齢は平均 62.2 ± 4.17 歳とばらつきは少なかった。

今回の測定結果より、受傷後平均 16.4 日の橈骨遠位端骨折後の患肢肩関節位置感覚は健側に比較し外旋 30, 45 度における誤認角度が大きかった。健側と比較し異なることは 1；肩関節内旋位にて三角筋固定していること、2；前腕にシーネ固定していること、3；手関節に骨折があり手術していることがあげられる。シーネの重さは、三角筋固定していた為影響は少ないと思われる。肩関節内旋位で固定した結果として肩関節内旋筋（肩甲下筋）に、Proskeらの flexors are contracted (conditioning flexed) と同様の状態となり位置感覚に影響を与えていると思われる¹³⁾。

また、肩関節可動域制限が外旋方向に生じているが Yang らは、肩関節の拘縮が位置感覚へ影響すると報告している。すなわち、三角布の内旋位固定により生じた関節拘縮が同様に位置感覚に影響を与えたと思われた¹⁴⁾。

骨折の日常診療において治療に固定期間を要するため前腕や肘関節の治療の際に短時間で肩関節に拘縮を引き起こす例を経験してきた。今回、橈骨遠位端骨折が同側の肩関節位置感覚に与える影響を調査し肩関節の拘縮と、位置感覚の影響があることを明らかにした。今後、追加調査することにより肩関節の拘縮がすすむ症例と進まない例との相違を明らかにしていくと拘縮のメカニズムが明らかになるかもしれない。また、岩下ら¹¹⁾は固有感覚訓練を肩関節のリハビリに取り入れることでの有効性を報告している。同様に位置感覚訓練を拘縮予防のリハビリテーションに活用できる可能性がある。症例数が、少ないため肩関節の拘縮例があつまった可能性もある。前腕にシーネ固定をしていたが、その影響についてと肩関節の可動域の経過観察や利き手に関する検討をしていない点が調査不十分である。今後症例数を増やし可動域と位置感覚の検討やシーネ固定の影響を追加調査すべきと思われる。

結 語

橈骨遠位端骨折は、同側の肩関節位置感覚に影響した。原因として、三角布固定による関節の拘縮の影響があると思われた。

謝辞 本研究の一部は、学内研究費である昭和大学スポーツ運動科学研究所の助成金を受けたものである。ここに謝意を表する。

利益相反

論文内容に関連し、発表者らに開示すべき COI 関係にある企業などはありません。

文 献

- 1) Mourcou Q, Fleury A, Diot B, *et al.* Mobile phone-based joint angle measurement for functional assessment and rehabilitation of proprioception. *Biomed Res Int.* 2015;2015:328142. (accessed 2015 Oct 25) <http://dx.doi.org/10.1155/2015/328142>
- 2) Proske U, Wise AK, Gregory JE. The role of muscle receptors in the detection of movements. *Prog Neurobiol.* 2000;60:85-96.
- 3) Goble DJ, Coxon JP, Wenderoth N, *et al.* Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. *Neurosci Biobehav Rev.* 2009;33:271-278.
- 4) Paolucci T, Zangrando F, Piccinini G, *et al.* A new neurocognitive interpretation of shoulder position sense during reaching: unexpected competence in the measurement of extracorporeal space. *Biomed Res Int.* 2016;2016:9065495. Erratum in: *Biomed Res Int.* 2018;2018:9104751. (accessed 2016 Nov 28) <http://dx.doi.org/10.1155/2016/9065495>
- 5) Denti M, Monteleone M, Berardi A, *et al.* Anterior cruciate ligament mechanoreceptors. Histologic studies on lesions and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(308):29-32.
- 6) Voight ML, Hardin JA, Blackburn TA, *et al.* The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;23:348-352.
- 7) Gilhodes JC, Roll JP, Tardy-Gervet MF. Perceptual and motor effects of agonist-antagonist muscle vibration in man. *Exp Brain Res.* 1986;61:395-402.
- 8) Calvin-Figuiera S, Romaiguere P, Gilhodes JC, *et al.* Antagonist motor responses correlate with kinesthetic illusions induced by tendon vibration. *Exp Brain Res.* 1999;124:342-350.
- 9) Chow GC, Yam TT, Chung JW, *et al.* Effects of postexercise ice-water and room-temperature water immersion on the sensory organization of balance control and lower limb proprioception in amateur rugby players: a randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore).* 2017;96:e6146. (accessed 2017 Jan 16) <http://dx.doi.org/10.1097/MD.00000000000006146>
- 10) Yang JL, Jan MH, Hung CJ, *et al.* Reduced scapular muscle control and impaired shoulder joint position sense in subjects with chronic shoulder stiffness. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20:206-211.
- 11) 岩下 哲, 橋口 宏, 南 和文, ほか. 固有感覚訓練を行った腱板断裂修復術後の運動正確性に関する検討. 東日整災外会誌. 2011;23:78-81.
- 12) Van de Winckel A, Tseng YT, Chantigian D, *et al.* Age-related decline of wrist position sense and its relationship to specific physical training. *Front Hum Neurosci.* 2017;11:570. (accessed 2017 Nov 21) <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00570>
- 13) Proske U, Gandevia SC. The kinaesthetic senses. *J Physiol.* 2009;587:4139-4146.
- 14) Yang JL, Jan MH, Hung CJ, *et al.* Reduced scapular muscle control and impaired shoulder joint position sense in subjects with chronic shoulder stiffness. *J Electromyogr Kinesiol.* 2010;20:206-211.

DISTAL RADIUS FRACTURE AFFECTS IPSILATERAL SHOULDER JOINT POSITION SENSATION

Tomohiro YASUDA, Keiji OKAMOTO, Masayuki ARAI,
Koki NAKAMURA, Yuuto MINAGAWA, Toshihiko ARIMA,
Daichi SHINOHARA and Koji KANZAKI

Department of Orthopedic Surgery, Showa University Fujigaoka Hospital

Naoya NISHINAKA and Takeyuki SANBE

Showa University Research Institute for Sport and Exercise Sciences

Masahiko IZUMIZAKI

Department of Physiology, Showa University School of Medicine, Tokyo, Japan

Abstract — We often encounter contractures of nearby joints because of the fixed duration of treatment in the daily practice of fracture treatment, but it is not clear what type of cases will progress to contracture in the chronic phase. In order to assess these differences, we investigated the influence of the damage of the adjacent joint and treatment on the position sensation of the same side (the effect of the distal radius fracture on the position sense of the same side shoulder joint). The subjects were 6 female patients who were admitted to our hospital diagnosed with distal radius fracture. The time period was recorded as being from the time of injury to the time of surgery fixed with splinting of the wrist joint and sling fixation to the shoulder joint. For all cases the surgery consisted of reduction and internal fixation. After surgery, sling and splint fixation were performed. According to the injury, the position sensation and the range of motion of the shoulder joint were measured at 16.4 days on average. The results showed that the position sense of the shoulder joint after fracture of the distal end of the radius showed a large misrecognition angle at 30 and 45 degrees of external rotation compared with the healthy side. Similarly, contracture in the external rotation direction was recognized.

Key words: position sense, shoulder joint, distal radius fracture

[受付：1月4日，受理：2月2日，2018]