《原 著》

鏡視下腱板修復術後早期の他動運動訓練時間は術後3カ月の肩関節可動域に影響するか？

藤井 幸治*¹ 武田 芳嗣*² 橋本 郁子*³

Does the Frequency of Passive Motion Exercises during the Early Period after Arthroscopic Rotator Cuff Repair Affect the Range of Motion at 3 Months Postoperatively ?

Koji FUJII, *¹ Yoshitsugu TAKEDA, *² Ikuko HASHIMOTO *³

Abstract Objective : To investigate whether the frequency of passive motion exercises during the early period after arthroscopic rotator cuff repair affects the range of motion at three months postoperatively. Methods : We retrospectively evaluated 64 patients with rotator cuff tears who underwent arthroscopic repair. Range of motion (ROM) in forward flexion, abduction, external rotation, and internal rotation were assessed preoperatively and at three months postoperatively. Patients were supervised to wear an axillar pillow for six weeks and to commence passive ROM exercise at seven days postoperatively. Passive ROM exercises for 9 hours per week or more were performed in 41 patients (group A), and 3 hours or less of exercises were performed in 23 patients (group B). Results : There were no statistical differences between the two groups in age or gender proportion. The mean differences from preoperative ROM to postoperative ROM were 4° and 17° (group A and B, respectively) in flexion, 5° and 18° in abduction, -14° and -12° in external rotation, and -3 and -2 spinous processes in internal rotation, and there were no differences in all directions between the two groups. Even when subjects were limited to the patients without shoulder contractures preoperatively, there was no difference between the two groups. Conclusion : Early passive motion exercise for long hours after arthroscopic rotator cuff repair did not give a positive effect on early improvement in ROM. Scar formation and adhesion at the subacromial space may influence this outcome. (Jpn J Rehabil Med 2013 ; 50 : 124-129)

要 旨 目的：鏡視下腱板修復術後早期の他動運動訓練時間が術後3カ月の肩関節可動域に影響するかを調査すること。方法：鏡視下腱板修復術63例、64肩、男37例、女26例、平均年齢64歳(45～79歳)を対象とした。後療法：術後6週間外固定、術後7日目より肩関節他動運動、術後7週目より介助自動運動、術後9週目より自動運動を施行。リハ時間が9時間/週以上のA群と、3時間/週以下のB群で、術前、術後3カ月の肩関節可動域を比較した。結果：A群が41肩、B群が23肩であり、両群間の男女比、年齢、断裂サイズに有意差はなかった。術前後可動域変化は、A群B群の順で屈曲が4、17度増加、外転が5、18度増加、外旋が14、12度減少、内旋が3、2棘突起減少であり、両群間で有意差を認めなかった。結論：術後に長時間他動運動訓練を行うことは術後3カ月の可動域に優位な影響を及ぼしていなかった。

Key words : 腱板断裂 (rotator cuff tear), 鏡視下修復 (arthroscopic repair), 他動運動訓練 (passive motion exercise), 可動域 (range of motion)

2013年1月17日受付, 2013年2月6日受理

*¹ 徳島赤十字病院整形外科・リハビリテーション科/〒773-8502 徳島県小松島市小松島町字井利の口103番地
Department of Orthopaedic Surgery and Rehabilitation Medicine, Tokushima Red Cross Hospital

*² 徳島赤十字病院整形外科/〒773-8502 徳島県小松島市小松島町字井利の口103番地
Department of Orthopaedic Surgery, Tokushima Red Cross Hospital

*³ 小松島病院リハビリテーション科/〒773-0012 徳島県小松島市田浦町近里83の11
Department of Rehabilitation Medicine, Komatsushima Hospital
E-mail : fujii5@tokushima-med.jrc.or.jp

はじめに

肩腱板断裂は診療機会の多い疾患であり，手術治療の主流は直視下手術から鏡視下手術に移行している．修復可能な断裂に関しては鏡視下腱板修復が一般的に行われ，修復方法も single row 法から dual row 法¹⁾，そして suture bridge 法²⁾ と，骨－腱接触面積を拡大させることでバイオメカニカルに修復強度，断裂負荷量を増加させる修復方法に変遷している．しかしながら術後再断裂は完全に避けられず，多くの肩関節外科医が再断裂に関して報告し，その発生率は 13% から 94% まで幅広い^{3,4)}．修復方法，鏡視下手技，そして鏡視下手術器具・材料の発展は目覚ましいが，再断裂を防ぎながら良好な肩関節可動域を獲得するためには，術後のリハビリテーション（以下，リハ）が重要な役割を担うことになる．

腱板修復後のリハとして，術後早期の肩関節他動運動と 6～8 週間の自動運動禁止が推奨されている．これは，腱板修復手術を初めて報告した Codman が彼の著書 The shoulder に，術後 1 日目から stooping exercise，術後 2 週目から振り子運動を開始するが肩関節の筋収縮が生じないように行うと著したことに始まる⁵⁾．また Iannotti⁶⁾ も，術後 1 日目から理学療法士による他動運動を行うが，滑車運動は腱板筋収縮を生じるため行わず，自動運動は術後 6～8 週に開始すると記している．この根拠として，直視下，mini-open，鏡視下などの手術方法のいかにかわらず，臨床的には断裂腱板と骨との癒合に 6～8 週を要するため，腱板修復部に負荷がかかる自動運動開始には考慮が必要であるとの報告⁷⁾ や動物実験において修復腱板と骨間の成熟は 15 週では不十分であり，腱板修復部の

成熟を可能にするために少なくとも術後 15 週間は修復部位を保護する術後リハプログラムの使用を支持する⁸⁾，腱板修復後短期間固定をした後に開始する訓練は腱板の力学的特性を悪化させる⁹⁾ の報告がある．しかしながら，腱板断裂術後リハの至適開始時期，期間，強度に関しては一定した見解がない．

当院では術後拘縮予防および早期可動域獲得を期待し，理学療法士による術後他動運動訓練を可能な限り長時間行ってきた．研究の目的は，鏡視下腱板修復術後早期のリハ時間，特に肩関節他動可動域訓練を長時間行うことが，術後 3 カ月の肩関節可動域に好影響を及ぼすかを後ろ向き研究で検討することである．これを検証するため，理学療法士による術後早期の肩関節他動運動訓練が短時間の症例は，長時間の症例に比べ術後 3 カ月の肩関節可動域改善が不良で，拘縮例が多いと仮説を立てた．

対象と方法

当院の鏡視下腱板修復術の標準的後療法は，術後 7 日目より肩関節他動運動，7 週目より介助自動運動，9 週目より自動運動，13 週目より負荷運動開始であり，術後平均 6 週間肩外転装具（主に洛北義肢社製，Kenbag® を使用）を装着している（表 1）．しかし，3 次救急を担う急性期病院であるため，術後 7 日目頃に転医ないしは退院となる．そこで，回復期リハ病棟に入院で転医し，1 日約 5 単位（9～12 時間/週）のリハを受けられた，長時間リハ群を A 群とし，一般病棟に転医入院あるいは通院し，1 日 1～2 単位以下（＜3 時間/週）のリハとなった，短時間リハ群を B 群とし，両群を比較した．

A 群は 3 施設，B 群は 13 施設に転医し，術後リハ

表 1 当院の鏡視下腱板修復術標準リハプロトコル

	～1 週	1～6 週	6～8 週	8～12 週	12～週
氷冷，cryotherapy	●	●	●	●	●
肩外転枕	●	●	●	●	●
肘から手指運動	●	●	●	●	●
肩甲骨周囲筋群等尺性運動		●	●	●	●
肩関節他動運動（PT，OT）		●	●	●	●
肩関節他動運動（patient）			●	●	●
肩関節介助自動運動			●	●	●
肩関節自動運動				●	●
肩関節負荷運動					●

腱板修復術用リハビリプログラム

患者名	様	プログラム開始起算日
	1日目～1週目終了	2週目～2週目終了
氷冷, cryotherapy	痛みに応じて、4回/日<20分	痛みに応じて、4回/日<20分
肩外転枕	装具24時間(入浴時はベツ ボトルで作成した装具)	装具24時間(入浴時はベツ ボトルで作成した装具)
肘から手指運動	積極的に自動運動を行う 長頭腱固定時追加指示: ()	積極的に自動運動を行う 長頭腱固定時追加指示: ()
肩甲骨周囲筋群等尺性運動	行わない	随時行う
肩関節他動運動(PT, OT)	行わない	屈曲、外転、外旋を開始 (痛みが生じない範囲で) 内転、内旋は装具の位置まで 断裂サイズにより追加指示: ()
肩関節他動運動(patient) 肩関節介助自動運動	行わない	行わない
肩関節自動運動	行わない	行わない
肩関節負荷運動	行わない	行わない

図1 転医先に送付するリハプログラム

術後26週までを10期間に区分し、装具装着、可動域、筋力訓練や、後半ではスポーツ、労働などに関しても記載している。

を行った。各施設には当院でのリハプロトコルを送付し、統一した手順で術後リハを遂行した。プロトコルの内容は表1に加え、各運動方向における角度制限(特に他動運動は強い痛みを生じない範囲に制限した)、運動方法、日常生活での禁止事項などが含まれている(図1)。複数の施設に対し、リハ担当者の当院での研修、リハ担当者に対する講義を行った。転医施設の決定は、患者が県内全域から紹介されるため利便性を考慮し、患者の希望に従い多くは患者住所にある施設への転医となった。このためランダムな振り分けとはなっていない。

対象は2009年1月から2011年3月までに鏡視下腱板修復術を施行した70例中、術後約3カ月の肩関節可動域が診療録で確認できた64例である。広範囲断裂に対する部分修復症例は含めたが、直視併用での大腿筋膜パッチ症例は除外した。主たる修復方法は、棘上筋、棘下筋腱が dual row with suture bridge 法、肩甲下筋腱が single row 法であった。訓練時間の長いA群は41例、男22例、女19例、平均年齢65歳、訓練時間の短いB群は23例であり、男16例、女7例、平均年齢63歳であった。断裂サイズはCofieldらの分類¹⁰⁾に従い、小断裂(<1cm)、中断裂(1cm≤、<3cm)、大断裂(3cm≤、<5cm)、広範囲断裂(5cm≤)に分類した。

対象症例の術前、術後3カ月の肩関節屈曲、外転、外旋、および内旋角度を両群間で比較した。しかし後ろ向き研究であるため、術後の可動域評価は術後2～4カ月の間で行われていた。

さらに、術前拘縮の影響を避けるため、術前肩関節屈曲角度が120度より大きい症例における比較も行った。統計学的解析は対応のないt検定、Mann-Whitney U検定、 χ^2 検定、オッズ比を用いた。p値5%未満を有意差ありとした。

結 果

両群間の男女比、平均年齢に統計学的有意差は認めなかった。断裂サイズはA群で小断裂2、中断裂20、大断裂15、広範囲断裂4例、B群で各々2、10、8、3例であり、両群間に有意差は認めなかった。各群の術前後可動域比較では、A群、B群とも屈曲、外転は術後軽度増加したが、外旋、内旋は術後有意に減少していた(図2)。術前後における可動域変化量は、屈曲がA群で4度、B群で17度増加、外転が各々5、18度増加していたが、外旋はA群で14度、B群で12度減少、内旋も各々3、2棘突起減少していた。両群間の各可動域変化量には有意差を認めなかったが、訓練時間の長いA群で可動域改善が不良であった(図3)。

図2 A群，B群の術前・後各可動域

A群，B群とも屈曲，外転は術後わずかに増加していたが，外旋，内旋は術後有意に減少していた。

図3 術前後における可動域変化量比較

全て両群間に有意差を認めなかったが，A群で可動域改善が不良であった。

術後3カ月での屈曲角度120度以下を拘縮残存例と定義すると，B群では23例中10例が，A群では41例中22例が拘縮残存例であった。A群に対するB群の拘縮残存オッズ比0.664，95%信頼区間は0.24から1.86であった。有意差はないが他動運動時間が短いと拘縮残存のリスクが0.66倍となり，他動運動時間が長いA群よりB群の拘縮残存リスクが低くなるという結果であった(表2)。

術前拘縮がない症例(術前屈曲角度>120度)での比較では，A群，B群とも屈曲，外転，外旋，内旋全てにおいて術後可動域は減少していた。また，術前後各可動域変化量は両群間で有意差がなかった(図4)。術前拘縮を認めない症例での拘縮残存オッズ比0.756，95%信頼区間は0.12から4.70であり，両群間に有意差はなかった。

表2 A，B両群における拘縮残存例の比較

	A群	B群	計
拘縮残存	22	10	32
拘縮なし	19	13	32
計	41	23	64

術後3カ月での屈曲角度 $\leq 120^\circ$ 例を拘縮残存，Odds Ratio：0.664，95% Confidence Interval：[0.24，1.86]

図4 術前拘縮がない症例における，術前後可動域変化量比較

両群とも各可動域は術後減少していたが，両群間に有意差を認めなかった。

考 察

鏡視下腱板修復術後患者のリハを回復期リハ病棟に入院し行うことは，医療経済的には医療費が高額になること，病院としては肩関節疾患が回復期病棟の対象外疾患であることが欠点となる。しかし，術後早期の可動域が良好になると考え，患者が希望すれば回復期リハ病棟，病棟への転医・入院を行ってきた。

対象症例の平均年齢は64歳であるが，地方県であるためほぼ全員が何らかの仕事に従事しており，術後固定，リハによる休業が患者にとって手術を受けるかどうかの重要な判断材料となっている。当院のプロトコルでは術後3カ月終了時から負荷運動を開始する，つまりこの時点で患側上肢である程度の物を持つことが許可され，仕事に復帰することが可能となる。術後3カ月の肩関節可動域が良好であることは仕事復帰に重要であり，このため術後3カ月での関節可動域を重点に評価した。

本研究は後ろ向き研究であり，対象例が少数，種々断裂サイズを含むなどの制限を有するが，今回の結果は，理学療法士による術後早期の肩関節他動運動訓練が短時間の症例は，長時間の症例に比べ術後3カ月の肩関節可動域改善が不良で，拘縮例が多いとする仮説を支持しなかった。

Cohenら⁷⁾は腱板修復後のリハビリプログラムを詳細に報告し、手術方法の違いにかかわらず腱板修復のバイオロジーは同じであり、腱—骨修復には約6～8週間を要するため、その後に自動運動を行うとしている。具体的には、術後0～6週間は他動運動のみで介助自動運動も禁止し外転装具を使用する。術後6～12週間は介助自動運動を開始継続し、自動運動を可能な範囲で行い、術後3カ月以後に負荷運動、筋力訓練を開始すると報告し、早期自動運動は再断裂の危険があり、他動運動のみとすることを強調している。Millettら¹¹⁾も同様な方法を一般的に使用されているリハビリプログラムとして詳細に報告しているが、これらの理論的根拠はあくまで臨床経験に基づくものである。

早期他動可動域訓練が標準的治療となったのは、古くより長期間の関節固定は線維脂肪組織の浸潤を増加し、コラーゲンの架橋形成を不整にすることが知られていたこともあるが^{8,12)}、屈筋腱修復モデルで早期運動、晚期運動および固定群を比較し、早期他動運動群は他の2群に比べ修復腱の強度と滑走が良好であり、他動運動は癒着を減少させ、バイオメカニカルな適合性を改善する¹³⁾とされる報告が多くなされた結果と思われる。しかしこれらの報告は手指屈筋腱を用いた研究であり、腱板修復後の関節固定、早期他動運動が肩関節可動域にいかに関与するかは十分に研究されていない。また、初期の自動運動を禁止するのは、scapular planeの運動に対する針筋電図の研究で、臥床他動運動、自動運動、抵抗運動の3種類を施行し、後者ほど腱板構成筋の筋活動が増加するため、術後早期の運動は臥床他動運動が良いとする報告¹⁴⁾などが礎となっている。

A群とB群の大きな違いは、術後6週間に行われる肩関節他動可動域訓練時間である。今回報告したA群のリハビリプログラムは、修復腱板再断裂を防止しながら肩関節可動域を獲得する目的で、術後早期は理学療法士による他動運動のみを可能な限り長時間施行する方法である。しかしながら、術後早期に肩関節他動運動を長時間行うことは術後3カ月の可動域改善に有効ではなかった。急性腱板断裂修復の動物実験モデルにおいて、ラットでは肩関節固定群が早期運動群より修復腱板の組織像、機械的特性が良好で、可動域が大きかったこと¹⁵⁻¹⁷⁾から、Peltzらは術後早期肩関節他動運動が肩峰下腔に癒着組織を増加させることで、肩関節可動域を減少させることを示唆しており、癒着組織

の増加がA群で可動域が不良であった原因の1つと考えられる。

中高齢ヒトの病理組織学的検討では、修復後4週、8週とも骨—腱接合部修復は未成熟であり15週でほぼ成熟したこと⁸⁾、更に筋電図における研究では、理学療法士による肩関節他動運動においても最大収縮の約5%、自動運動の10%の筋活動を棘上筋に認めたことなど^{14,18,19)}、更に実際の腱板修復では腱板断裂端および中枢部が変性し、脆弱であり^{20,21)}、修復が緊張下であることもしばしばであることを考慮すると、理学療法士が行う早期の他動運動といえども、修復腱板に負荷がかかり術後再断裂を生じる可能性は否定できない。

これら最近の動物実験、基礎研究結果からは、術後早期の他動運動が癒着・再断裂を誘発する可能性が否定できず、術後早期に長時間肩関節他動運動を施行しても可動域が不良であった今回の結果や修復後の関節固定が修復腱板の機械的特性を改善する¹⁶⁾ことも考慮すると、修復腱板の保護・再断裂予防を重視したslow rehabilitationを採用し、fast rehabilitationとの差を臨床的に研究する必要がある。この点に関して、他動運動開始時期を早期と晩期の2群に分けた臨床研究は散見されるが、可動域改善に関する結果は一定しておらず、至適他動運動開始時期や運動強度・頻度は未だ確立していない²²⁻²⁵⁾。術後数週間の肩関節固定後に運動を開始する方法は、屈筋腱修復腱実験で早期他動運動の良好な結果が報告されて以後下火となっているが、屈筋腱と腱板は腱鞘の有無、修復方法が腱—腱、腱—骨など差が多く、屈筋腱修復実験の結果をそのまま腱板修復にあてはめることはできない。腱板修復後の早期他動運動および肩関節固定に関する、臨床的、実験的研究が待たれる。

本研究の欠点として、少数例、後ろ向き研究であること、特に術後リハを行った施設が多数であることが挙げられる。しかし、現在の医療制度では手術を施行する急性期病院でリハを最後まで行うことはほぼ不可能であり、また公共交通手段の少ない地方で、肩関節固定による運転ができない患者が遠方まで通院することも困難であり、研究の限界と考える。この点に関して、術後リハの内容にできるだけ施設間の差がないように、各施設には詳細な術後リハビリプログラムを送付し、複数の施設の担当者には当院での研修や講義を受けてもらうことで対策を講じた。

整形外科領域で、ロコモティブシンドロームや寝た

きりの原因疾患である脊椎疾患や下肢変形性関節症に対し施行される脊椎手術，人工関節置換術は，術翌日ないし翌々日から歩行訓練，可動域訓練を開始し，高齢者が主体であるにもかかわらず早期社会復帰に向けたリハビリが行われている。鏡視下腱板修復術に対しslow rehabilitationを採用すれば，現役世代も対象となる腱板断裂に対し，術後4～8週固定し社会復帰を遅延させることとなり種々問題を生じる。理想的には早期可動域訓練に耐えうる治療方法を行うことであるが，瘢痕を生じず強固な初期固定力を有する手術手技，固定材料，補強材料などの使用が必要となり，現時点では困難と思われる。

文 献

- 1) Baums MH, Spahn G, Steckel H, Fischer A, Schultz W, Klinger HM : Comparative evaluation of the tendon-bone interface contact pressure in different single- versus double-row suture anchor repair techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009 ; 17 : 1466-1472
- 2) Park MC, Elattrache NS, Ahmad CS, Tibone JE : "Transosseous-equivalent" rotator cuff repair technique. *Arthroscopy* 2006 ; 22 : 1360. e 1-5
- 3) Flurin PH, Landreau P, Gregory T, Boileau P, Lafosse L, Guillo S, Kempf JF, Toussaint B, Courage O, Brassart N, Laprelle E, Charousset C, Steyer A, Wolf EM : Cuff integrity after arthroscopic rotator cuff repair : correlation with clinical results in 576 cases. *Arthroscopy* 2007 ; 23 : 340-346
- 4) Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K : The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2004 ; 86 : 219-224
- 5) Codman EA : The Shoulder. Rupture of the Supraspinatus Tendon and Other Lesions in or about the Subacromial Bursa. Thomas Todd, Boston, 1934
- 6) Iannotti JP, Codsì J, Lafosse L, Flatow EL : Disorders of the Shoulder. Diagnosis & Management. 2nd Ed (ed by Iannotti JP, Williams Jr GR). Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2007 ; pp 53-100
- 7) Cohen B, Romeo A, Bach B Jr : Rehabilitation of the shoulder after rotator-cuff repair. *Oper Tech Orthop* 2000 ; 12 : 218-224
- 8) Sonnabend DH, Howlett CR, Young AA : Histological evaluation of repair of the rotator cuff in a primate model. *J Bone Joint Surg Br* 2010 ; 92 : 586-594
- 9) Peltz CD, Sarver JJ, Dourte LM, Würgler-Hauri CC, Williams GR, Soslowsky LJ : Exercise following a short immobilization period is detrimental to tendon properties and joint mechanics in a rat rotator cuff injury model. *J Orthop Res* 2010 ; 28 : 841-845
- 10) DeOrio JK, Cofield RH : Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. *J Bone Joint Surg Am* 1984 ; 66 : 563-567
- 11) Millett PJ, Wilcox RB 3rd, O'Holleran JD, Warner JJ : Rehabilitation of the rotator cuff : an evaluation-based approach. *J Am Acad Orthop Surg* 2006 ; 14 : 599-609
- 12) Donatelli RA : Physical Therapy of the Shoulder. 4th Ed. Churchill Livingstone, New York, 2004
- 13) Gelberman RH, Woo SL, Lothringer K, Akeson WH, Amiel D : Effects of early intermittent passive mobilization on healing canine flexor tendons. *J Hand Surg Am* 1982 ; 7 : 170-175
- 14) McCann PD, Wootten ME, Kadaba MP, Bigliani LU : A kinematic and electromyographic study of shoulder rehabilitation exercises. *Clin Orthop Relat Res* 1993 ; 288 : 179-188
- 15) Peltz CD, Dourte LM, Kuntz AF, Sarver JJ, Kim SY, Williams GR, Soslowsky LJ : The effect of postoperative passive motion on rotator cuff healing in a rat model. *J Bone Joint Surg Am* 2009 ; 91 : 2421-2429
- 16) Gimbel JA, Van Kleunen JP, Williams GR, Thomopoulos S, Soslowsky LJ : Long durations of immobilization in the rat result in enhanced mechanical properties of the healing supraspinatus tendon insertion site. *J Biomech Eng* 2007 ; 129 : 400-404
- 17) Peltz CD, Sarver JJ, Dourte LM, Würgler-Hauri CC, Williams GR, Soslowsky LJ : Exercise following a short immobilization period is detrimental to tendon properties and joint mechanics in a rat rotator cuff injury model. *J Orthop Res* 2010 ; 28 : 841-845
- 18) Dockery ML, Wright TW, LaStayo PC : Electromyography of the shoulder : an analysis of passive modes of exercise. *Orthopaedics* 1998 ; 21 : 1181-1184
- 19) Burkhart SS, Johnson TC, Wirth MA, Athanasiou KA : Cyclic loading of transosseous rotator cuff repairs : tension overload as a possible cause of failure. *Arthroscopy* 1997 ; 13 : 172-176
- 20) Dourte LM, Perry SM, Getz CL, Soslowsky LJ : Tendon properties remain altered in a chronic rat rotator cuff model. *Clin Orthop Relat Res* 2010 ; 468 : 1485-1492
- 21) Longo UG, Franceschi F, Ruzzini L, Rabitti C, Morini S, Maffulli N, Denaro V : Histopathology of the supraspinatus tendon in rotator cuff tears. *Am J Sports Med* 2008 ; 36 : 533-538
- 22) Düzgün I, Baltacı G, Atay OA : Comparison of slow and accelerated rehabilitation protocol after arthroscopic rotator cuff repair : pain and functional activity. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2011 ; 45 : 23-33
- 23) Kim YS, Chung SW, Kim JY, Ok JH, Park I, Oh JH : Is early passive motion exercise necessary after arthroscopic rotator cuff repair ? *Am J Sports Med* 2012 ; 40 : 815-821
- 24) Lee BG, Cho NS, Rhee YG : Effect of two rehabilitation protocols on range of motion and healing rates after arthroscopic rotator cuff repair : aggressive versus limited early passive exercises. *Arthroscopy* 2012 ; 28 : 34-42
- 25) Klintberg IH, Gunnarsson AC, Svantesson U, Styf J, Karlsson J : Early loading in physiotherapy treatment after full-thickness rotator cuff repair : a prospective randomized pilot-study with a two-year follow-up. *Clin Rehabil* 2009 ; 23 : 622-638