



北海道公立大学法人  
**札幌医科大学**  
Sapporo Medical University

*SAPPORO MEDICAL UNIVERSITY INFORMATION AND KNOWLEDGE REPOSITORY*

Title 論文題目	指屈筋腱 Blocking exercise 時の深指屈筋腱張力-中節骨 圧迫方向による影響-
Author(s) 著 者	長南, 行浩
Degree number 学位記番号	第 57 号
Degree name 学位の種別	修士 (作業療法学)
Issue Date 学位取得年月日	2014-03-31
Original Article 原著論文	
Doc URL	
DOI	
Resource Version	

## 修士論文の内容の要旨

保健医療学研究科 博士課程前期 理学療法学・作業療法学 専攻 (コース) 生体工学 分野	学籍番号 第12MPO-04 氏名 長南 行浩
論文題名 (日本語) 指屈筋腱 Blocking exercise 時の深指屈筋腱張力-中節骨圧迫方向による影響-	
論文題名 (英語) Optimum procedure to the flexor digitorum tendon during blocking exercise -Influence on the direction of the blocking force-	
<p>・日本語要旨</p> <p>【はじめに】指屈筋腱 Blocking exercise は屈筋腱縫合後に，Proximal interphalangeal (PIP) 関節を指で伸展位に固定して Distal interphalangeal (DIP) 関節を自動屈曲することで，深指屈筋 (Flexor digitorum profundus, FDP) 腱滑走を促し癒着を予防する方法である。Blocking exercise 時に中節骨掌側に指で加える圧迫力により屈筋腱滑走抵抗が増し，縫合腱へ過度な牽引力が加わると，屈筋腱再断裂の危険がある。しかし，Blocking exercise 実施時に生じる指の圧迫力・FDP 腱張力・DIP 関節屈曲角度の関係は明らかでない。</p> <p>【目的】Blocking exercise 時の中節骨部掌側への圧迫力 (以下，掌側ブロック力)・中節骨橈尺側への圧迫力 (以下，側方ブロック力) を段階的に変化させ，DIP 関節屈曲角度と FDP 腱張力を計測する事で FDP 腱の滑走抵抗を推測し，Blocking exercise の安全性を検討する事である。</p> <p>【方法】対象は新鮮凍結遺体標本 8 体 8 上肢の中指 8 指を使用した。男性 7 指女性 1 指で平均年齢 85 歳 (82~93 歳) であった。中指を特製台に設置し，FDP 腱断端を引張り試験機 (STA-1150, ORIENTEC, Tokyo, Japan; capacity 500N, accuracy <math>\pm 0.2\%</math>FS) の移動クロスヘッド部に強固な縫合糸で固定した。固定した指の側面には直径 1mm のマークを 3 個設置した (中節骨中央，DIP 関節中央側面，末節骨中央)。また，指最大伸展位にて FDP 腱の A1 pulley から 1cm 近位部にも直径 1mm のマークを 1 個設置した。指側面像と全てのマーク、引張試験機の計測画面が入るようにデジタルビデオカメラ (resolution 1920×1080 pixels, HDR-XR520V, Sony, Tokyo, Japan) を設置した。引張試験機のクロスヘッドの移動速度を 20mm/min に設定し，FDP 腱を牽引することにより DIP 関節の自動屈</p>	

曲運動を再現し、屈曲角度は 0° から 60° までとした。FDP 腱の牽引力は試験機のクロスヘッドに装着されたロードセルによって計測され、計測画面からモニターした。撮影した動画は動画解析ソフト (Dartfish software ver.4.0, Dartfish Japan, Tokyo, Japan) で解析し、DIP 関節屈曲 0° から 60° まで 10° 毎の FDP 腱張力、腱滑走距離を算出した。その際、Blocking exercise を再現する為、中節骨掌側面と橈尺側面に 0N から 30N まで 5N 毎にブロック力をかけた状態で計測した。縫合部の断裂につながるとされる腱張力(10N)までを安全域(Safe Zone)とし、掌側ブロック・側方ブロックによる FDP 腱張力・DIP 関節角度の関係を統計学的に検討した。

【結果】掌側および側方 Blocking exercise の両者で、DIP 関節屈曲角度の増加に伴い FDP 腱張力は有意に増加した。掌側ブロック力の増加に伴い FDP 腱張力が有意に増加した( $p < 0.05$ )。しかし、側方ブロック力の増加では FDP 腱張力に有意な増加を認めなかった。掌側 Blocking exercise では、DIP 関節屈曲 50° の時点で FDP 腱張力は Safe Zone(10N)を超えたが、側方 Blocking exercise では DIP 関節屈曲 50° で最大ブロック力 30N を加えても Safe Zone 内であった。DIP 関節 10° 屈曲ごとの平均滑走距離は  $1.25 \pm 0.4\text{mm}$  であった。

【考察】Blocking exercise において、掌側ブロック力が増加すると FDP 腱張力は増加した。一方、側方ブロック力が増加しても FDP 腱張力は変化しなかった。これは側方 Blocking exercise は、ブロック力に関わらず DIP 関節屈曲角度で FDP 腱張力をコントロールできることを示唆しており、臨床における利便性が高いと考える。また、同じ関節角度でも側方ブロックは縫合部の離開を起こさない Safe Zone が広く、より安全に Blocking exercise が実施できることが示唆された。

【結論】我々は安全性と利便性からも側方ブロックでの Blocking exercise を推奨する。

#### ・英語要旨

【Introduction】 Blocking exercise(BE) has been performed as a useful procedure after flexor tendon repair in clinical practice. The proximal interphalangeal (PIP) joint is fully extended when the distal interphalangeal (DIP) joint is actively flexed. During this procedure, the motion of the flexor digitorum superficialis (FDS) tendon is blocked while the maximum gliding of the flexor digitorum profundus (FDP) tendon is promoted. As a result of this, relative displacement between FDP and FDS is facilitated to gain tendon gliding and to inhibit adhesions. Although the BE has been known as an effective treatment after tendon repair, a risk of re-rupture is worried when an excessive force is loaded on the suture site. The compression may add gliding resistance of the FDP tendon around A4 pulley, which may eventually increase the force to the tendon

during DIP joint motion.

**【Purpose】** The purpose of this study was to investigate the FDP tensile loading in applying incremental force on the palmar side of the middle phalanx(Palmer blocking force) and force on the lateral side of the middle phalanx(Lateral blocking force) as simulated BE procedure. It would provide better understanding of flexor tendon rehabilitation to discuss safety and efficacy of the BE procedure after tendon repair.

**【Methods】** Eight cadaveric middle fingers from 1 female and 7 male were studied. Mean age was 85 years (range, 82-93yrs). The specimens had no evidence of previous injury, operations, or severe deformity by visual inspection. The middle finger was cut at the shaft of the metacarpal bone. The digital extensor tendon, and FDP and FDS tendon was cut at the PIP joint, and at the wrist joint, respectively. The PIP was fixed in 0° extension by passing Kirchner wires 1.6mm $\phi$  between middle phalanx and metacarpal bones. The metacarpophalangeal (MP) joint was also straightened to eliminate the effect of the joint angle. The specimens were placed on a special fixation jig by Kirchner wires of 1.0mm $\phi$ . The proximal end of the FDP tendon was mounted on a materials testing machine(STA-1150, ORIENTEC, Tokyo, Japan; capacity 500N, accuracy  $\pm 0.2\%$ FS) to assess FDP tendon loading. Three markers of 1-mm $\phi$  were placed on the lateral aspect of the center of PIP and DIP joint, and distal phalanx. Another marker of 1mm in diameter was placed on the FDP tendon at the proximal of the A1 pulley to measure the FDP tendon gliding distance. The lateral aspect of the specimen was recorded by using the digital video camera (resolution 1920 $\times$ 1080 pixels, HDRXR520V, Sony, Tokyo, Japan) during the FDP tendon was pulled proximally at 20 mm/min between 0° and 60° flexion of the DIP joint. To simulate the compression force of blocking the PIP joint motion, weights from 0N to 30N were loaded on the skin surface of the palmar or lateral aspect at the middle phalanx in 5N steps. The recorded video data was analyzed by software (Dartfish software ver.4.0, Dartfish Japan, Tokyo, Japan) and calculated the tensile load of the FDP tendon during the DIP joint movement flexion from 0° to 60° in 10° steps. Results were expressed as a mean  $\pm$  standard deviation (SD). Repeated measurement two-way analysis of variance with post-hoc Tukey test was used for the comparison of the tensile force between DIP joint angle and compression force. Statistical testing was performed using SPSS 17.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL). All significance levels were set as  $\alpha=0.05$ . In addition, tensile force of the 10N to the flexor tendon is known as 1mm gap is begun to occur at the tendon suture site by 4-strand repair. Therefore, the 10N was used as a safety reference during the procedure.

**【Results】** As increasing the DIP joint angle, the tensile load was significantly increased

in both lateral and palmar block. In the palmar block, the tensile load of FDP tendon was significantly increased with the increase of the palmar blocking force. We found no significant increase in the tensile load of the FDP tendon in every lateral blocking force. In the lateral block, the tensile load of the FDP tendon did not exceed the safety reference (10N) at the time of the 50 ° DIP joint flexion, even in the maximum blocking force (30N). However, in the palmar block, the safety reference (10N) of the tensile load was started overrunning at the 50 ° DIP joint flexion when 10N was added as a blocking force. The tendon gliding distance was  $1.25 \pm 0.4$  mm in 10° steps of the DIP joint flexion.

【Discussion】 Although palmar blocking force influenced on the tensile load of the FDP tendon during the blocking exercise, lateral blocking force did not disturb the tensile load of the FDP tendon. Further, lateral block had wider safe ranges, which prevent a 1mm gap of the sutured tendon. These results suggested that lateral blocking exercise would be a safe and effective exercise compared to palmar blocking exercise.

【Conclusion】 We recommend lateral blocking exercise to provide safe and effective rehabilitation following flexor tendon injuries.

キーワード（5個以内）：屈筋腱損傷，Blocking exercise，FDP（Flexor digitorum profundus：深指屈筋）腱，腱張力，DIP（Distal interphalangeal:遠位指節間）関節

- 1 論文内容の要旨は、研究目的・研究方法・研究結果・考察・結論等とし、簡潔に日本語で1,500字程度に要約すること。併せて英語要旨も日本語要旨と同様に作成すること。
- 2 2枚目からも外枠だけは必ず付けること。

## 論文審査の要旨及び担当者

報告番号	第 <b>57</b> 号	氏名	長南 行浩
論文審査担当者	理学療法学第二講座 主査：教授 内山 英一 作業療法学第一講座 副査：教授 中村 真理子		理学療法学第二講座 副査：教授 片寄 正樹
<p>審査論文題名</p> <p>指屈筋腱 Blocking exercise 時の深指屈筋腱張力-中節骨圧迫方向による影響-  <b>Optimum procedure to the flexor digitorum tendon during blocking exercise</b>  <b>-Influence on the direction of the blocking force-</b></p> <p>本論文は、指屈筋腱断裂後のリハビリテーション方法の一つである、Blocking exercise 実施時に生じる指のブロック圧迫力・深指屈筋腱張力・DIP 関節屈曲角度について、未固定標本を用いてその基礎データを算出した。またブロック方向による腱張力の変化に着目し、臨床的に有用であるブロック方向（掌側ブロック、側方ブロック）の違いに関して検討した。</p> <p>Blocking exercise において、掌側ブロック圧迫力の増加に伴い深指屈筋腱張力は有意に増加したが、側方ブロック圧迫力を増加しても深指屈筋腱張力は有意に増加しなかった。掌側ブロックでは、DIP 関節屈曲 50° の時点で深指屈筋腱張力は Safe Zone (縫合部に gap が生じる腱張力 &lt; 10N) を超えたが、側方ブロックでは DIP 関節屈曲 50° で最大ブロック力 30N を加えても Safe Zone 内を保っていた。</p> <p>これらの結果は、掌側ブロックによる Blocking exercise は指屈筋腱腱鞘を圧迫し、腱滑走抵抗を増加することを示した。一方、側方 Blocking exercise は、ブロック力に関わらず DIP 関節屈曲角度で深指屈筋腱張力をコントロールできることを意味しており、臨床における利便性が高い。また、側方ブロックは縫合部の離開を起こさない Safe Zone が広く、より安全に Blocking exercise が実施できることを示唆した。</p> <p>以上より、本論文は研究の目的、方法、結果、考察、臨床応用において優れており、審査委員会では、修士（作業療法学）の学位論文に相応しいと判断した。</p>			

※報告番号につきましては、事務局が記入します。