

令和元年9月5日現在

機関番号：32427

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16440

研究課題名(和文)疾患の有無による肩関節運動への影響について-体幹装具による介入効果の検証-

研究課題名(英文)Effect of disease on shoulder movement: Verification of the therapeutic effect of trunk orthosis

研究代表者

中村 壮大(NAKAMURA, SOUTA)

日本医療科学大学・保健医療学部・助教

研究者番号：10639347

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、若年健常者と肩関節疾患患者に対し体幹訓練機器Trunk Solution (TS)の使用の有無で、その効果を評価し臨床応用を目指すことである。

若年健常者9名と肩関節疾患患者7名をTSの使用の有無による肩関節外転運動における肩峰下接触動態の変化や肩甲骨の三次元的な動きを評価したところ、肩関節疾患患者ではTSを使用することで肩甲骨の上方回旋角度が有意に大きくなり、肩峰下接触動態も若年健常者のパターンに類似する結果が得られた。このことより、肩関節疾患患者においてTSを使用することで肩関節の運動が健常者に近づき、機能・構造不全を予防することに有用であることが示唆できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、若年健常者と肩関節疾患患者に対し、体幹訓練機器TSの使用の有無による肩関節外転運動における肩峰下接触動態の変化や肩甲骨の三次元的な動きへの影響を検証した。その結果、若年健常者ではTSの使用の有無に関わらず肩甲骨の三次元的な動きに有意な差はみられなかったが、肩関節疾患患者ではTSを使用することで肩甲骨の上方回旋角度が有意に大きくなり、さらには肩峰下接触動態も若年健常者のパターンに類似する結果となった。

本研究より、肩関節疾患患者においてTSを使用することで肩甲骨の三次元的な動きを改善し、肩関節の機能・構造不全を予防するなど予防医療としても有用であることが示唆できた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to evaluate the effect of using the trunk training equipment Trunk Solution (TS) in healthy young peoples and patients with shoulder disease and the clinical application of this therapy. Changes in subacromial contact behavior and three-dimensional scapular motion were evaluated during shoulder abduction with and without TS in 9 healthy young peoples and 7 patients with shoulder disease. We found that the use of TS significantly increased the upward rotation angle of the scapula in the patients with shoulder disease and that subacromial contact behavior the patterns in the healthy young peoples. These results suggest that use of TS in patients with shoulder disease brings shoulder joint motion closer to that in healthy people and may be effective for preventing functional and structural disorders of the shoulder joint.

研究分野：複合領域，人間医工学，リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：体幹装具 肩関節 肩甲骨 肩峰下接触動態 超音波診断 三次元動作分析

## 1. 研究開始当初の背景

Nakamura らが 2011 年に実施した 1 万人規模のアンケート調査において慢性疼痛の発生部位として、腰、頸に続いて肩関節周囲の疼痛が有病率では 3 番目に高頻度であることを報告している。また、加齢に伴い肩関節周囲の疼痛を有する者が増加することも報告している。肩こりなどの頸部痛は、Years lived with disability; YLDs (生活に支障をきたす年数)でも常に上位に位置し、労働損失にも影響を及ぼしている。

肩関節の疼痛を引き起こす主な原因としては、インピンジメント症候群が挙げられている。種々の要因で上腕骨頭が上方へ変位すると肩峰骨頭間距離 Acromio-humeral distance (以下, AHD) が狭小化して肩関節の運動時に肩峰の前下縁で回旋筋腱板が衝突して組織の損傷が起こるとされる。このインピンジメント症候群は, Neer (1983) らも述べているように腱板断裂や五十肩と違い高齢者だけでなく、若年者にも生じる病態である。

Inman (1996) らは通常の肩甲骨の運動からの逸脱は肩関節の機能障害と関連すると報告し, Endo (2001) らは、二次元的な静的なレントゲン撮影から、インピンジメント疾患では肩甲骨の上方回旋角度が減少していることを報告している。また、インピンジメント疾患を対象として骨ピンを用いた侵襲的な評価方法によって肩甲骨の動きを三次元的に評価し、健常者と比較してその動きが異なることも報告されている (Lukasiewicz 1999, Ludewig 1996)。

加齢に伴う影響として、高齢者は肩関節に特異的な障害を有していなくても不良姿勢や柔軟性の低下のために肩関節外転に伴う肩甲骨の正常な動きが得られていない可能性がある。

姿勢への治療方法としては、理学療法士により体幹や骨盤に対して徒手を用いて介助や誘導を行うことがあるが (Diane L 2013)、体幹装具などを用いた肩関節への治療効果の検証は行われていない。

臨床において肩甲骨の動きが姿勢に影響されることは多く経験する。脊柱の起立姿勢よりも前屈み姿勢では、上腕骨拳上における肩甲骨後傾や外旋の減少、肩甲骨拳上の増加が観察されることや、肩関節疾患患者では、立位姿勢では頭部の位置が前方に突出していたことが報告されている (Kabaetse 1999, Finley 2003, Suzuki 2019, Greenfield 1995)

これらのことから、姿勢矯正を促すための体幹装具による治療方法は、肩関節における機能・構造不全を予防するためにも有用であると考えられ、理学療法分野だけでなく、加齢に伴う肩関節周囲炎や腱板断裂などの予防医療においてもその効果が期待できる。勝平らは新しい体幹装具の開発過程において、抗力を具備した継手付き体幹装具が胸を前方から押す力を与えると、若年健常者の骨盤を有意に前傾させることを明らかにした。このことは、病院などで用いられるコルセットにはない効果である。さらに改良を重ね、体幹訓練機器 (Trunk Solution; TS) を開発した。しかしながら、本邦ではこれまでに肩関節疾患を対象として体幹に装着する機器を用いて姿勢矯正させた際の肩関節の運動学的変化については明らかになっていない。

## 2. 研究の目的

本研究は若年健常者と肩関節疾患患者に対し、良姿勢の構築と腹横筋などのコアマッスルも強化できる抗力を具備した継ぎ手を有する体幹訓練機器 TS の使用の有無で、その効果を評価し、肩関節への治療だけでなく機能・構造不全の予防などの臨床応用を目指すものである。

## 3. 研究の方法

対象は、若年健常者9名9肩 (平均年齢 $20.2 \pm 0.4$ 歳, 平均身長 $167.3 \pm 7.0$ cm, 平均体重 $63.3 \pm 12.4$ kg)。すべての若年健常者は右肩にて計測を実施した。また、肩関節疾患患者 (肩関節痛や可動域制限を有するものを含める) 7名7肩 (平均年齢 $56.6 \pm 10.5$ 歳, 平均身長 $164.6 \pm 11.3$ cm, 平均体重 $64.4 \pm 15.0$ kg) とし、右肩4名, 左肩3名であった。若年健常者の定義は、肩関節に可動域制限なく、インピンジメント試験陰性であり手術等の既往歴のない者とした。

対象者には、理学的評価(NeerとHawkinsによるインピンジメント試験，関節可動域測定など)を行い，三次元動作分析装置(VICON社製)，超音波診断装置(GEヘルスケア社製，LOGIQ V5)を用いて肩関節外転運動における肩甲骨の三次元な動きと肩峰下接触動態の変化を計測し，比較検討した．さらに体幹訓練機器TSを対象者に使用させ，同様の方法にて計測した．

課題動作は，立位での肩関節外転運動とした．肩関節外転運動におけるAHDを肩峰下接触動態の指標とし，肩峰最突出部の下方を上腕骨大結節外側端が通過した角度を記録した．我々は，若年健常者と高齢者を対象に，AHDを測定したところ，すべての対象者が肩関節外転60°までに，肩峰最突出部の下方を上腕骨大結節外側端が通過することを報告している(中村 2015)．そのため測定角度は肩関節外転0～60°までの角度とした．10°ごとにAHDと肩甲骨の三次元的な動きの測定を実施し，TS使用の有無による比較を行った．測定課題は，2回実施しその平均値にて検定を行った．赤外線カメラ6台により構成される三次元動作分析装置VICONを用いて，肩甲骨の三次元的な運動学的計測を実施した．サンプリング周波数は100Hzとした．サンプリング100Hzで計測した赤外線反射マーカの座標データに6Hzのローパスフィルタ(二次のButterworthフィルター)をかけた．肩甲骨については肩峰下部，肩甲骨下角，肩甲棘基部の3点を基に肩甲骨座標系を作成した．その後，Vaughanらの方法に準じてカルダン角(オイラー角)を用いて絶対座標系に対する肩甲骨座標系の角度を三次元的に算出した．また，すべての体節の座標系はX,Y,Zの順序で回転させた．肩甲骨のX軸上の回転を後傾，Y軸上の回転を上方回旋，Z軸上の回転を外旋とそれぞれ定義した．

また，肩関節外転時の皮膚によるマーカのズレの影響を小さくするために，先行研究において最も皮膚ズレが生じるとされる肩甲骨下角のみ各肩関節外転角度において貼りなおした．信頼性の検討としては，同一検査者が2回の測定を繰り返し実施し，マーカをその際に貼り換えて計測した結果，ICC(1,1)は，0.955となり，桑原らの判定基準によるとGreatであった．また，各測定時間は，5秒間とし回数は2試行実施した．試行毎に十分の休憩をとることで，疲労による影響に配慮した．また，測定順は，コンピュータにてランダム化した．

AHDの解析方法は，TSの有無と外転角度を二要因とした二元配置分散分析反復測定法を行った．群間比較には多重比較検定Bonferroni法を用いた．また，肩甲骨の三次元的な動き(上方回旋，後傾，外旋)における解析方法は，若年健常者および肩関節疾患者にTSの使用の有無で比較検討した．統計学的検討は，Wilcoxonの符号順位検定を用いた．有意水準は5%とした．

説明と同意について，検査者は対象者に，倫理委員会によって承認された「説明書」と「同意書」を用いながら，研究の目的と方法について十分に説明を行った．同意を得られた場合は対象者に「同意書」への署名をいただいた．これらの手順により若年健常者9名9肩，肩関節疾患患者7名7肩が測定対象となった．本研究は，所属機関の倫理委員会にて承認を得た後に実施した(承認番号2018010)．

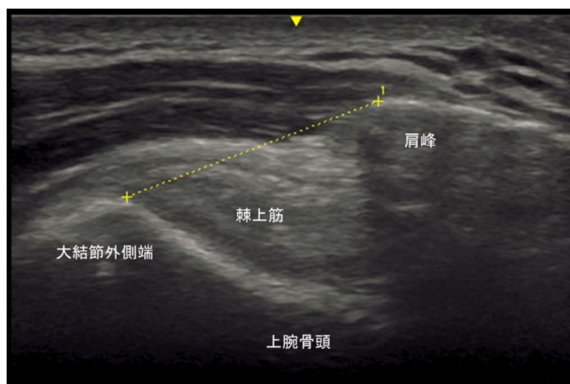


図1 超音波画像におけるAHD測定方法



図2 動作分析装置による計測

#### 4. 研究成果

##### (1) 体幹訓練機器Trunk Solutionが肩関節外転運動時の肩峰下接触動態に与える影響

若年健常者は、肩関節外転運動における肩峰の下方を大結節が通過する角度は、TSなしで40°で2肩、50°で2肩、60°で5肩が通過していた。また、TSありでは40°で1肩、50°で2肩、60°で6肩が通過していた。肩関節疾患者は、TSなしで20°で2肩、40°で4肩、50°で1肩が通過していた。また、TSありでは40°で2肩、50°で3肩、60°で2肩が通過していた。肩関節疾患者は、TSの有無と外転角度に交互作用は認められたが、若年健常者では認めなかった。若年健常者、肩関節疾患者ともにTSの有無、外転角度に主効果を認めた。

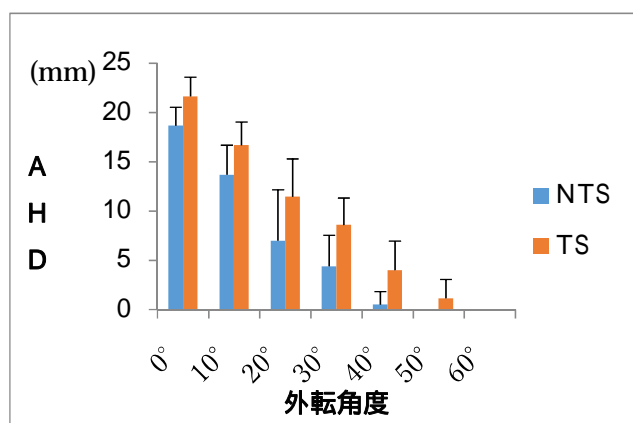


図3 肩関節疾患者でのTS使用の有無における肩峰骨頭間距離の比較

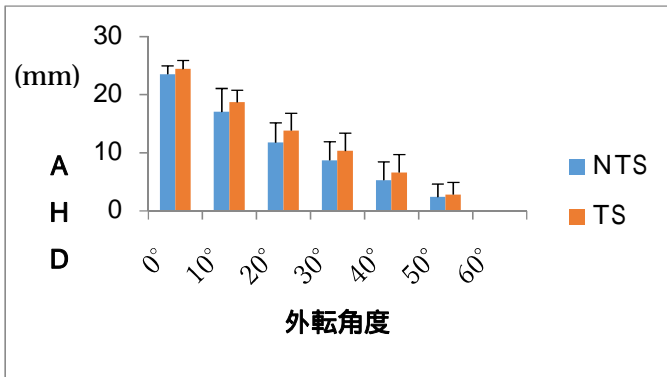


図4 若年健常者でのTS使用の有無における肩峰骨頭距離の比較

(2) 体幹訓練機器Trunk Solutionが肩関節外転運動時の肩甲骨の三次元な動きに与える影響

肩甲骨の内旋および後傾角度は、健常若年者、肩関節疾患を患った方ともに有意差を認めなかった。肩甲骨の上方回旋角度は肩関節外転40°、50°、60°において肩関節疾患患者のみTSを使用することで有意な増加を認めた。

	肩関節外転角度 (deg.)						
	0	10	20	30	40	50	60
	上方回旋角度 (deg.)						
TS なし	2.5±0.9	3.1±1.0	4.6±1.6	4.6±2.6	8.3±5.3	10.6±5.4	10.6±5.9
TS あり	3.2±1.5	3.2±1.0	5.4±1.5	5.5±3.9	9.4±5.2	12.6±6.1	12.4±6.4
p-value	0.33	0.08	0.08	0.16	0.05	0.04	0.01

表1 肩関節疾患患者におけるTSの有無による肩甲骨の上方回旋角度の比較

本研究は、若年健常者と肩関節疾患患者に対し、体幹訓練機器TSの使用の有無による肩関節外転運動における肩峰下接触動態の変化や肩甲骨の三次元的な動きへの影響を検証した。その結果、若年健常者ではTSの使用の有無に関わらず肩甲骨の三次元的な動きに有意な差はみられなかったが、肩関節疾患患者ではTSを使用することで肩甲骨の上方回旋角度が有意に大きくなり、さらには肩峰下接触動態も若年健常者のパターンに類似する結果となった。

本研究において、肩関節疾患患者ではTSを使用することで肩関節外転40°以降の角度で有意に肩甲骨の上方回旋角度が増加した。Inman(1944)は、肩甲骨と上腕骨が連動するまでには個人差があるものの静止期が約30°あるとすると報告し、setting phaseと表現している。本研究結果より、肩甲骨の動きが出現するという30°以降の角度においてTSを使用することで肩甲骨の三次元的な動きを改善する可能性が考えられた。

今後の課題として、被験者数を増やすことや、長期的にTSを使用した際の効果についても検証していく必要がある。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

学会発表 (計 3 件)

中村壮大, 村木孝行, 勝平純司, 松平浩, 黒澤和生, 若年者と高齢者の三次元的な肩甲骨の動きの変化の比較, 第 51 回日本理学療法学会大会, 2016 年 5 月 28・29 日, 札幌

中村壮大, 村木孝行, 勝平純司, 黒澤和生, 松平浩, 若年者と高齢者における肩甲上腕リズムの比較, 第 43 回日本肩関節学会・第 13 回肩の運動機能研究, 2016 年 10 月 21・22 日, 広島

中村壮大, 勝平純司, 村木孝行, 松平浩, 体幹装具による姿勢の修正が肩峰下接触動態に与える影響, 第 45 回日本肩関節学会・第 15 回肩の運動機能研究会, 2018 年 10 月 19・20 日, 大阪

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中村 壮大 (NAKAMURA, Souta)

日本医療科学大学・保健医療学部・助教

研究者番号: 10639347

### (2) 研究協力者

勝平 純司 (KATSUHIRA, Junji)

新潟医療福祉大学・リハビリテーション学部・准教授

村木 孝行 (MURAKI, Takayuki)

東北大学・大学病院・理学療法士

黒澤 和生 (KUROSAWA, Kazuo)

国際医療福祉大学・小田原保健医療学部・教授

松平 浩 (MATSUDAIRA, Ko)

東京大学医学部附属病院・22 世紀医療センター運動器メディカルリサーチ&マネジメント講座・特任教授