研究報告

肩関節周囲炎患者における胸椎後弯角度の増大は肩関節機能の改善に影響するか　―前向きコホート研究―*

髙橋康弘[1)]・齊藤　誠[2)]

【要　旨】

【目的】肩関節周囲炎患者の胸椎後弯増大姿勢と，その後の胸椎後弯角度の減少が肩関節機能の改善に与える影響について明らかにすることである．【方法】本研究は前向きコホート研究である．肩関節周囲炎患者29名（平均年齢63.8 ± 13.3歳）を対象とし，理学療法介入初期に胸椎後弯角度の算出，肩の関節可動域（以下，ROM），疼痛，筋機能評価，上肢障害評価を行った．3か月間の外来理学療法を行った後に再度，同様の評価を行った．統計解析として，初期胸椎後弯角度・胸椎後弯角度変化量と各肩関節機能変化量との相関，初期胸椎後弯角度の正常群と増大群の比較，胸椎後弯角度変化量の減少群と不変群の比較を行った．【結果】初期胸椎後弯角度の正常群は増大群に比べ，ROM外旋と最大筋力が有意に改善した．その他，有意な相関や有意差は認められなかった．【結論】肩関節周囲炎患者における初期胸椎後弯増大姿勢は，肩関節機能の改善に対する阻害因子になる事が示された．また，初期腰椎後弯角度が減少しても肩関節機能の経過にポジティブな影響はもたらさない可能性が示された．

キーワード：肩関節周囲炎，胸椎後弯，機能改善

はじめに

肩関節周囲炎の主症状は，関節可動域（以下，ROM）制限，疼痛，筋力低下である[1)]が，重篤度は患者により著しく異なる事がある[1)2)]．理学療法ガイドライン[3)]では，症状の回復の阻害因子として背部痛，糖尿病などの合併症の数が影響する[4)]とされている．また改善に関わる因子として，非ステロイド系抗炎症薬（Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs：NSAIDs）の服用などが挙げられている．また発症に関わる因子として，脳卒中，糖尿病などの既往が列挙されている．しかし，経験上これらの因子が無い患者であっても，症状の重いケースが存在する．

脊椎アライメントに着目すると，胸椎後弯増大が肩関節機能に影響を与えるとの報告が散見される．大江ら[5)]の研究では，日本人の胸椎後弯角度の正常範囲は，男性は28度以上39度以下，女性は30度以上40度以下としていることから，一般的にはこれより角度が大きい場合が胸椎後弯増大の状態であると考えられる．Barretら[6)]は肩関節疾患全般を対象としたシステマティックレビューにより，胸椎後弯が増大するほど肩関節のROMが減少していたと結論付けている．さらにLeeら[7)]の報告では，健常者を対象とした研究により，直立姿勢と比較して前かがみ姿勢の時は肩甲骨周囲筋が過活動となり強い疲労や痛みに繋がったと述べている．またLewisら[8)]は，インピンジメント症候群患者の胸椎後弯増大が改善すると，挙上時に肩関節の痛みを感じる屈曲角度がより高くなったため，屈曲のROMが拡大したと報告している．以上より，胸椎後弯増大の改善と肩関節機能，す

＊ How does the excessive thoracic kyphosis affect shoulder function improvements in patients with adhesive capsulitis? : a prospective cohort study

1）しんぽ整形外科
（462-0009　愛知県名古屋市北区苗田町63）
Yasuhiro Takahashi, PT: Shinpo Orthopedic

2）愛知医療学院短期大学　専攻科リハビリテーション科学専攻
Makoto Saito, PT: Department of Rehabilitation Science, Advanced course, Aichi Medical College for Physical and Occupational Therapy

＃ E-mail: ca27843@bk9.so-net.ne.jp

（受付日　2021年2月24日／受理日　2021年12月1日）

なわち肩関節の疼痛，ROM，筋力には関連があると考えられる．

胸椎後弯増大とインピンジメントの関連については，以下のような理論的説明がされている．まず胸椎後弯増大により肩甲骨は外転・前傾・下方回旋位といった位置異常を起こす．これは肩峰下スペースの狭小化を招きインピンジメントが生じやすくなる[9)10)]．また，肩甲骨の位置異常により肩甲骨周囲筋は過活動の状態になり[6)]肩甲骨運動が抑制される．これは，上肢挙上の際に肩甲骨上方回旋が働きにくくなり，肩甲上腕関節に過剰な負担がかかりインピンジメントが生じる[11)12)]．このように胸椎後弯増大はインピンジメントを招き，肩峰下に存在する肩峰下滑液包，上腕二頭筋長頭腱，腱板を圧迫し[10)]，炎症の助長となり，肩関節機能や日常生活での上肢能力の低下に繋がると考えられる．以上より，肩関節周囲炎患者の理学療法開始時における胸椎後弯角度が増大した姿勢，またこの姿勢の改善が得られない場合，肩関節機能改善の阻害因子になりうると推察される．

よって本研究の目的は，①初期の胸椎後弯増大姿勢，および理学療法介入後の②胸椎後弯角度の減少の2点が肩関節周囲炎患者の肩関節機能の経過に与える影響を明らかにすることである．これらが明確になれば，肩関節周囲炎に新たに姿勢評価や修正プログラムが追加され，理学療法の発展に寄与する可能性がある．

対象および方法

1．対象

対象者の選定基準は，2017年12月～2019年9月に肩関節の疼痛，可動域制限などを主訴に研究実施病院を受診した患者で，整形外科医師が超音波検査を行い，肩峰下滑液包，上腕二頭筋長頭腱，腱板に炎症が見られ肩関節周囲炎と診断された患者52名とした．除外基準を考慮し最終的に29名（平均年齢63.8 ± 13.3歳，男性11名，女性18名）が解析対象者となった（図1）．

本研究の実施にあたり，しんぽ整形外科倫理審査委員会の承認を得た（承認番号H29-11）．対象者には研究目的，研究協力の任意性等を文書および口頭で説明し，署名にて同意を得た．

2．研究デザインとプロトコル

本研究は前向きコホート研究である．まずは理学療法介入初期に胸椎後弯角度の算出，肩関節ROM，疼痛，筋機能評価，上肢障害評価を行った．当院にて3か月間の外来理学療法を行った後に再度，同様の評価を行った．なお理学療法は，日常生活指導，ROM練習，筋力トレーニング，温熱療法，低周波治療などを病期に合わせて施行する肩関節周囲炎の標準的なプログラム[1)]とし，評価と運動療法は全て同一理学療法士によって行われた．

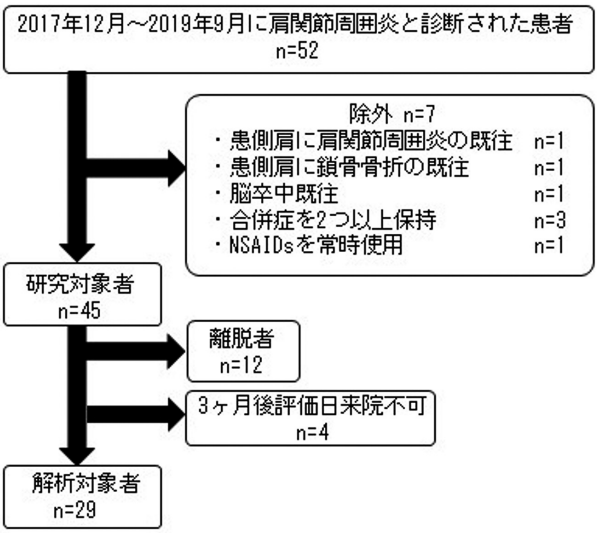

図1．対象者取り込みフローチャート

NSAIDs：Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs 非ステロイド系抗炎症薬

3．評価方法

1）胸椎後弯角度評価

胸椎後弯角度を算出するためにOliveiraら[13)]の方法を参考にした．対象者には，男性は上半身裸，女性はシャツのみとし自然な立位姿勢を維持し，この間に検者は対象者の第7頚椎棘突起（以下，C7），第1胸椎棘突起（以下，Th1），第12胸椎棘突起（以下，Th12），第1腰椎棘突起（以下，L1）にシールを貼付した．次に検者は脊椎に沿って自在曲線定規を当て脊椎の型取りを行い（図2），ランドマークを自在曲線定規に記録した．そしてこの自在曲線定規を1㎜方眼用紙にトレースし，同時にランドマークも書き写した．

次に書き写した胸椎後弯曲線を2次関数と捉え，Th1，Th12からの垂線が交わる角度から胸椎後弯角を算出する作業を行った（図3）．具体的には，まずC7，Th1，Th12，L1の座標と，曲線上の6個の座標を等間隔に選び出し，合計10個の座標の値を求めた．次に表計算ソフトMicrosoft Excelを用いてこれら10個の座標の散布図を作成した．これを基に2次関数の近似曲線を描写し関数 $f(x) = ax^2 + bx + c$ を決定した．次に微分 $f'(x)$

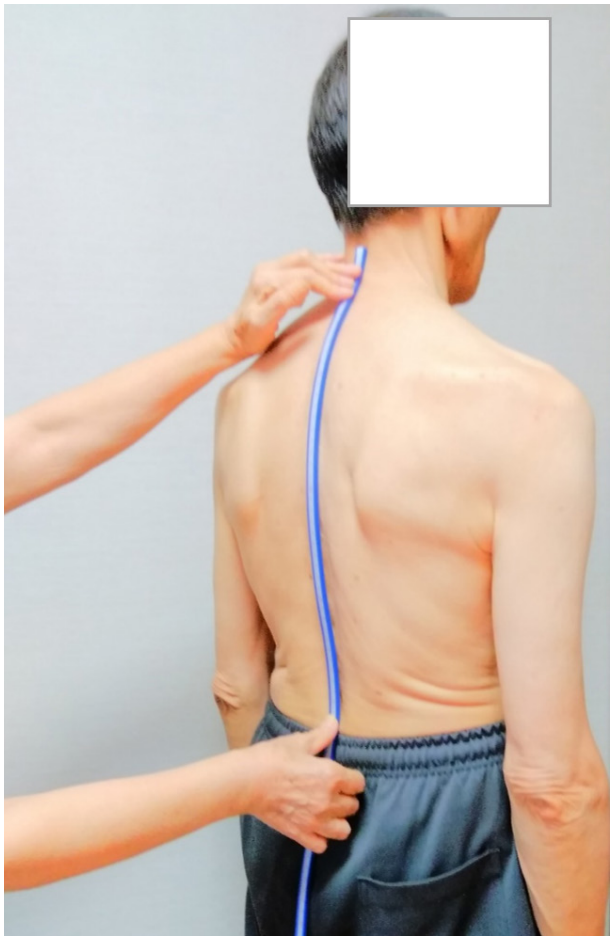

図 2. 自在曲線定規による型取り

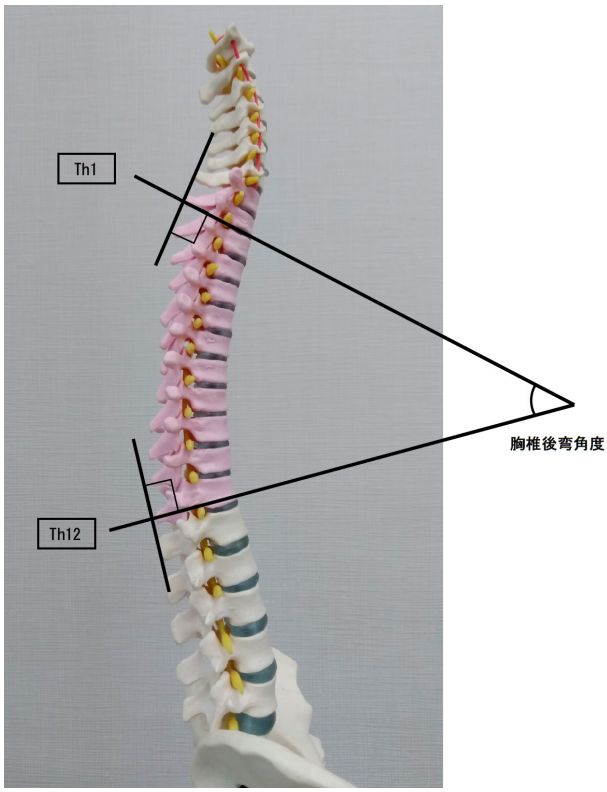

図 3. 胸椎後弯角度の算出概念

= 2ax + b を行い Th1 と Th12 の接線の傾きを求め，それぞれを f'（α），f'（β）とした．法線の方程式より，法線の傾きはそれぞれ $-\frac{1}{f'(\alpha)}$，$-\frac{1}{f'(\beta)}$ となった．三角関数の加法定理は，$\tan(\theta_1-\theta_2) = \frac{\tan\theta_1-\tan\theta_2}{1+\tan\theta_1\tan\theta_2}$ であり，$\tan\theta_1 = -\frac{1}{f'(\alpha)}$，$\tan\theta_2 = -\frac{1}{f'(\beta)}$ を代入し交わる角度 $\tan(\theta_1-\theta_2)$ を算出した．最終的には，算出した数値を三角関数表と照合させ角度を決定した．

2）肩関節機能評価

肩関節の ROM 測定は日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会の関節可動域表示ならびに測定法に準じ，ゴニオメーターを使用し 5 度刻みで測定を行った．ROM は仰臥位にて屈曲・外転・外旋のそれぞれを他動で測定した．測定は 2 回行い平均値を用いた．

疼痛評価は Numerical Rating Scale : NRS [14] を使用し運動時痛を評価した．日常生活場面で最も強い疼痛が生じる動作を聴取し，その動作時の疼痛の評価を行った．

上肢障害評価は Disability of the Arm，Shoulder and Hand（以下，DASH）を使用した．DASH は肩関節周囲炎を含む上肢疾患を呈した患者の機能状態を測定するための信頼できる有効な評価とされている [15]．

筋機能評価は筋厚測定と最大筋力測定を行った．筋厚は超音波画像診断装置（KONICA MINOLTA 社，SONIMAGE613）を使用し B モード法にて測定した．研究開始に際し，プローブの操作練習を入念に行った．測定肢位は，自然な座位姿勢とした状態で，三角筋・僧帽筋・棘上筋の筋厚を測定した．三角筋の撮影は肩峰前外側縁から長軸に沿って遠位に向かい，筋の最大膨隆部にマーカーをつけ，そこへ筋の走行に対して垂直にプローブの中心を当てて行った．僧帽筋と棘上筋の撮影は中村ら [16] の研究を参考に肩峰角から肩甲骨上角までの直線距離の 50% 部位にマーカーをつけ，そこへ筋の走行に対して垂直にプローブの中心を当て行った．上肢最大筋力測定はローイングマシン（ミナト医科学社　WT-L03）を使用し，片方ずつ等尺性最大筋力測定を行った．測定は 2 回行い平均値を用いた．

また，インピンジメントの代表的な検査である Hawkins テストと Neer テストを施行した．

理学療法介入初期に実施した評価値と，3 か月後に実施した評価値との差を変化量と定義した．

4. 統計解析

1）評価の信頼性

ROM 測定の検者内信頼性を検証するために，2 回の測定値の平均値と標準偏差から変動係数（Coefficient of variation；以下，CV）を求め分析した．具体的には，各対象者の初回の屈曲・外転・外旋の平均 CV と，3 か月後の屈曲・外転・外旋の平均 CV を算出し分析した．また筋厚測定の検者内信頼性を検証するために，2 回の測定値から級内相関係数（Intraclass Correlation Coefficient；以下，ICC）を算出した．

2）胸椎後弯角度と各肩関節機能変化量との関連性

初期胸椎後弯角度と各肩関節機能変化量との関連性を調べるために，相関係数を算出した．同様に，胸椎後弯角度変化量と各肩関節機能変化量との相関係数も算出した．正規性の確認を行った後，Pearson の積率相関係数，もしくは Spearman の順位相関係数を用いた．

3）初期胸椎後弯角度の正常群と増大群の比較

初期の胸椎後弯角度の違いが，各肩関節機能変化量に差があるかを検討するために，男性は初期胸椎後弯角度が 28 度以上 39 度以下，女性は 30 度以上 40 度以下の対象者を正常群とし[5]，それより角度が大きい対象者を増大群と定義した．この際，初期胸椎後弯角度が正常範囲より小さい者は除外した．正規性の確認を行った後，Mann-Whitney の U 検定を用いて正常群と増大群の各肩関節機能変化量の比較を行った．

4）胸椎後弯角度変化量の減少群と不変群の比較

胸椎後弯角度変化量の違いが，各肩関節機能変化量に差があるかを検討するために，胸椎後弯角度変化量が 0 度より大きい対象者を減少群，0 度以下を不変群と定義した．この際，両群には初期胸椎後弯角度の正常群と増大群の両方が含まれた．正規性の確認を行った後，対応のない t 検定を用いて減少群と不変群の各肩関節機能変化量の比較を行った．

上記の正規性の確認には，Shapiro-Wilk 検定を用いた．統計解析は EZR，version1.54 を使用し有意水準は 0.05 とした．

結果

1. 対象者の評価

胸椎後弯角度と肩関節機能評価結果を表 1 に示す．初期胸椎後弯角度の平均は 35.28 度，3 か月間の胸椎後弯角度の改善量は 1.07 度であった．

2. 評価の信頼性

ROM 測定の平均 CV を表 1 に，筋厚測定の ICC（1,1）を表 2 に示す．ROM 測定の平均 CV は，0.00

表 1. 胸椎後弯角度と肩関節機能評価結果

	初期	3 か月後	変化量
胸椎後弯角度（度）	35.28 ± 8.5	34.21 ± 9.5	−1.07 ± 4.0
肩関節可動域（度）			
屈曲	130.6 ± 24.3	135.8 ± 24.4	5.2 ± 23.0
外転	100.9 ± 27.1	103.2 ± 35.3	2.3 ± 28.2
外旋	20.6 ± 18.9	25.5 ± 22.9	4.9 ± 13.2
肩関節可動域 平均 CV	0.00 ～ 0.03	0.00 ～ 0.09	
NRS	5.48 ± 1.9	3.24 ± 2.2	−2.24 ± 2.6
DASH	22.21 ± 14.7	17.13 ± 13.5	−5.08 ± 12.3
筋厚（mm）			
三角筋	17.87 ± 4.2	17.31 ± 4.2	−0.56 ± 3.3
僧帽筋	7.39 ± 2.2	7.71 ± 2.3	0.32 ± 1.3
棘上筋	21.51 ± 3.7	21.96 ± 3.4	0.46 ± 2.4
最大筋力（N）	297.24 ± 142.0	324.31 ± 134.3	27.07 ± 59.5
インピンジメントテスト（人）			
Hawkins	10	4	−6
Neer	16	10	−6

平均値±標準偏差，インピンジメントテストは陽性者数，変化量＝（3 か月後）−（初期）
CV：coefficient of variation 変動係数，NRS：Numerical Rating Scale，DASH：Disability of the Arm，Shoulder and Hand，平均 CV：（屈曲 CV+ 外転 CV+ 外旋 CV）/3

表 2. 筋厚測定の級内相関係数

		ICC (1,1)	95% 信頼区間
初期	三角筋	0.91	0.85 ～ 0.95
	僧帽筋	0.95	0.90 ～ 0.97
	棘上筋	0.95	0.90 ～ 0.97
3 か月後	三角筋	0.90	0.83 ～ 0.95
	僧帽筋	0.95	0.91 ～ 0.97
	棘上筋	0.92	0.85 ～ 0.96

ICC：intraclass correlation coefficients　級内相関係数

表 3. 胸椎後弯角度と各肩関節機能変化量との相関係数

肩関節機能変化量	初期胸椎後弯角度	胸椎後弯角度変化量
ROM 変化量		
屈曲	−0.05	0.21
外転	0.001†	0.05†
外旋	−0.36	−0.18
NRS 変化量	−0.34†	0.009†
DASH 変化量	0.03†	0.06†
筋厚変化量		
三角筋	−0.15	−0.21
僧帽筋	0.13†	0.20†
棘上筋	0.18	0.09
最大筋力変化量	−0.18	0.01
年齢	0.23	

Pearson の積率相関係数を施行，全項目 $p < 0.05$ は認められず
†：Spearman の順位相関係数，NRS：Numerical Rating Scale，
DASH：Disability of the Arm，Shoulder and Hand

～ 0.09 と低値であり，ROM 測定の検者内信頼性は高かった．また，筋厚測定の ICC（1,1）は，0.90 ～ 0.95 であり，筋厚測定の検者内信頼性は優秀であった [17]．

3. 胸椎後弯角度と各肩関節機能変化量との相関

初期胸椎後弯角度と各肩関節機能変化量との相関，また胸椎後弯角度変化量と各肩関節機能変化量との相関結果を表 3 に示す．いずれも有意な相関は認められなかった．

4. 初期胸椎後弯角度の正常群と増大群の比較

初期胸椎後弯角度の正常群は 12 名，増大群は 10 名であった．2 群比較の結果を表 4 に示す．ROM 外旋変化量（$p = 0.009$），最大筋力変化量（$p = 0.029$）において有意差が認められ，いずれも正常群が増大群よりも改善した．それ以外は，有意差は認められなかった．また，各肩関節機能変化量の正常群と増大群の中央値を比較すると，概ね正常群の方が改善量は高かった．

5. 胸椎後弯角度変化量の減少群と不変群の比較

胸椎後弯角度変化量の減少群は 19 名，不変群は 10 名であった．2 群比較の結果を表 5 に示す．いずれも有意差は認められなかった．また，各肩関節機能変化量の減少群と不変群の平均値を比較すると，筋厚三角筋を除く全ての項目において，減少群の方が改善量は高かった．

考察

本研究では①初期の胸椎後弯増大姿勢，および理学療法介入後の②胸椎後弯角度の減少の 2 点が肩関節周囲炎患者の肩関節機能の経過に与える影響を検討した．

まず，①初期の胸椎後弯増大姿勢が肩関節周囲炎患者の肩関節機能の経過に与える影響については，初期胸椎後弯角度における比較結果（表 4）から，中央値を比べると肩関節機能変化量の全般にわたり増大群は正常群より改善量が低い傾向が認められた．特に，ROM 外旋と最大筋力に関しては，統計学的有意が認められ，増大群は正常群より改善が乏しい事が示された．これらの事から，①初期の胸椎後弯増大姿勢は肩関節周囲炎患者の肩関節機能の改善に対する阻害因子になる事が示された．このような結果になった理由についてインピンジメントの存在が考えられる．胸椎後弯増大姿勢はインピンジメントを招き [9-12]，肩峰下に存在する肩峰下滑液包，上腕二頭筋長頭腱，腱板を圧迫し [10]，炎症の助長となり，肩関節機能低下に繋がるため，肩関節機能変化量の全般にわたり増大群は改善量の低い傾向が認められたと考えられる．とりわけ ROM 外旋と最大筋力に関しては，インピンジメントに加え，さらに阻害する複数の条件が揃い，統計学的有意として示されたと考えられる．

次に，②胸椎後弯角度の減少が肩関節周囲炎患者の肩関節機能の経過に与える影響については，胸椎後弯角度変化量における比較結果（表 5）から，平均値を比べると肩関節機能変化量のほぼ全てにわたり不変群は減少群より改善量が低い傾向が認められた．しかし，胸椎後弯角度変化量と各肩関節機能変化量との間に有意な相関が無かった事（表 3）や，胸椎後弯角度変化量における比較

表 4. 初期胸椎後弯角度における比較

肩関節機能変化量	正常群 n = 12	増大群 n = 10	p 値
ROM 変化量（度）			
屈曲	2.5［−11.9 ～ 15.0］	2.5［−2.5 ～ 16.9］	0.620
外転	6.3［−5.0 ～ 13.8］	2.5［−8.8 ～ 8.8］	0.552
外旋	8.8［3.8 ～ 15.0］	−2.5［−10.0 ～ 0.0］	0.009**
NRS 変化量	3.5［1.5 ～ 5.0］	1.0［−0.8 ～ 2.8］	0.058
DASH 変化量	3.5［1.5 ～ 5.0］	6.7［3.1 ～ 9.4］	0.339
筋厚変化量（mm）			
三角筋	−1.1［−1.6 ～ 1.2］	−4.0［−5.0 ～ 2.0］	0.448
僧帽筋	0.3［−0.7 ～ 0.9］	0.5［0.2 ～ 0.9］	0.428
棘上筋	0.1［−0.9 ～ 0.9］	0.4［−1.6 ～ 3.2］	0.582
最大筋力変化量（N）	57.5［22.5 ～ 87.5］	7.5［−20.0 ～ 20.0］	0.029*

Mann-Whitney の U 検定を施行，中央値［四分位範囲］
*：$p < 0.05$，**：$p < 0.01$
正常群：初期胸椎後弯角度 男 28 ～ 39 度 女 30 ～ 40 度
増大群：初期胸椎後弯角度 男 > 39 度 女 > 40 度
NRS：Numerical Rating Scale，DASH：Disability of the Arm, Shoulder and Hand

表 5. 胸椎後弯角度変化量における比較

肩関節機能変化量	減少群 n = 19	不変群 n = 10	p 値
ROM 変化量（度）			
屈曲	10.0 ± 18.6	−4.0 ± 28.6	0.121
外転	4.1 ± 17.6	−1.0 ± 42.9	0.653
外旋	5.0 ± 13.7	4.8 ± 12.8	0.962
NRS 変化量	2.3 ± 2.8	2.1 ± 2.4	0.838
DASH 変化量	5.7 ± 7.1	3.9 ± 19.2	0.708
筋厚変化量（mm）			
三角筋	−1.1 ± 2.9	0.4 ± 3.9	0.277
僧帽筋	0.4 ± 1.0	0.2 ± 1.8	0.764
棘上筋	0.5 ± 1.6	0.3 ± 3.5	0.853
最大筋力変化量（N）	30.3 ± 58.0	21.0 ± 64.9	0.698

対応のない t 検定を施行，平均値±標準偏差，全項目 $p < 0.05$ は認められず
減少群：胸椎後弯角度変化量 > 0 度
不変群：胸椎後弯角度変化量 ≦ 0 度
NRS：Numerical Rating Scale，DASH：Disability of the Arm, Shoulder and Hand

結果（表5）には統計学的有意差は認められなかった事から，②胸椎後弯増大姿勢の改善は肩関節周囲炎患者の理学療法経過に影響をもたらさない可能性が示された．このような結果になった理由として，胸椎後弯角度の減少の程度が挙げられる．3か月間の胸椎後弯角度は平均して 1.07 度の減少が認められた（表1）が，この程度の僅かな改善は，肩関節機能の改善には影響をもたらさない可能性が考えられた．また，胸椎後弯角度の改善時期には遅速があり，3か月間では機能改善へ反映されなかった者も含まれている可能性が考えられた．

本研究の限界は2点挙げられる．1つ目に，今回は3か月間のコホート研究であったが，治療期間が1年以上必要[2]と言われる肩関節周囲炎において，本研究はあくまでも治療期間の一部での結論に留まるという点である．2つ目に，統計解析に制約が生じていたという点である．具体的には，胸椎後弯角度変化量の減少群を定義する際に，減少群のサンプル数が不十分であったため，3か月後に減少した対象者全てを含め，初期に正常群であった者，また3か月後に正常範囲にまでに至らなかった者も含め広範囲としたことで，平均値には差は表れたが，統計学的有意差としては認めらなかった可能性が考えられた．今後は，長期間の観察，対象者の増大を行うことで研究の質を高めて行く必要がある．

結論

本研究において，①初期の胸椎後弯増大姿勢は，肩関節周囲炎患者の肩関節機能の改善に対する阻害因子になる事が示された．また，②胸椎後弯増大姿勢の改善は，肩関節機能の改善の経過にポジティブな影響をもたらさない可能性が示された．これらから，肩関節周囲炎において，初期介入時の姿勢評価の必要性が示された．

謝辞

本研究を行うにあたり，協力していただいた29名の対象者の方々に心より感謝します．

【文　献】

1) 細田多穂：理学療法ハンドブック［改訂第4版］第3巻　疾患別・理学療法基本プログラム．柳澤健（編），協同医書出版社，東京，2010，pp. 240-251.
2) 高岸憲二：新　肩の臨床．メジカルビュー社，東京，2006，p. 170.
3) 理学療法ガイドライン第1版（2011年）肩関節周囲炎．http://www.japanpt.or.jp/upload/jspt/obj/files/guideline/10_shoulder_periarthritis.pdf（2020年3月1日引用）
4) Wolf MJ, Green A: Influence of comorbidity on self-assessment instrument scores of patients with idiopathic adhesive capsulitis. J Bone Joint Surg Am. 2002; 84: 1167-1173.
5) 大江慎，戸川大輔・他：日本人における胸腰椎・骨盤矢状面アライメントの男女別正常値（一部頸椎を含む）と自然経過．脊椎脊髄ジャーナル．2017; 30 (4) : 271-276.
6) Barret E, O'Keeffe M, et al.: Is thoracic spine posture associated with shoulder pain, range of motion and function? A systematic review. Man Ther. 2016; 26: 38-46.
7) Lee TS, Moon J, et al.: Changes in activation of serratus anterior, trapezius and latissimus dorsi with slouched posture. Ann of Rehabil Med. 2016; 40: 318-325.
8) Lewis SJ, Wright C, et al.: Subacromial impingement syndrome: the effect of changing posture on shoulder range of movement. J Orthop Sports Phys Ther. 2005; 35: 72-87.
9) Gumina S, Di Giorgio G, et al.: Subacromial space in adult patients with thoracic hyperkyphosis and in healthy volunteers. Chir Organi Mov. 2008; 91: 93-96.
10) Otoshi K, Takegami M, et al.: Association between kyphosis and subacromial impingement syndrome: LOHAS study. J Shoulder Elbow Surg. 2014; 23: 300-307.
11) 菅谷啓之：肩疾患の特殊性一愁訴を取り除くためになにが必要か？．理学療法学．2012; 39 (7) : 444-448.
12) 石谷栄一，原田信哉：胸椎の矢状面アライメントと可動性が腱板断裂の要因となる．肩関節．2015; 39 (3) : 693-697.
13) Oliveira ST, Candott TC, et al.: Validity and reproducibility of the measurements obtained using the flexicurve instrument to evaluate the angles of thoracic and lumbar curvatures of the spine in the sagittal plane. Rehabil Res Pract. 2012; Article ID 186156.
14) Williamson A, Hoggart B: Pain: a review of three commonly used pain rating scales. J Clin Nurs. 2005; 14: 798-804.
15) Beaton DE, Katz JN, et al.: Measuring the whole or the parts? Validity, reliability, and responsiveness of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand outcome measure in different regions of the upper extremity. J Hand Ther. 2001; 14: 128-142.
16) 中村壮大，勝平純司・他：肩関節外転角度変化と重錘負荷の有無が棘上筋厚に与える影響．理学療法科学．2013; 28 (3) : 339-342.
17) 桑原洋一，斉藤俊弘：検者内および検者間のReliability（再現性，信頼性）の検討　なぜ統計学的有意が得られないのか．呼吸と循環．1993; 41 (10) : 945-952.