

腹臥位が高齢者の呼吸機能に及ぼす影響 —有効な咳嗽体位の検討—

鈴木 健太¹⁾・菅 亜紀奈¹⁾・伊 橋 光 二²⁾

Effects of Prone Position on Respiratory Function in the Elderly —Examination of Effective Position for Coughing—

Kenta SUZUKI¹⁾, Akina KAN¹⁾, Kouji IHASHI²⁾

Objectives : The objectives of this study was to clarify effects of prone positioning on respiratory functions in order to determine effective coughing position, and to examine the differences in respiratory function between young and elderly people.

Methods : Twenty healthy young adults (22.1±1.9 age) and 16 community dwelling elderly people (71.3±4.6 age) were participated in this study. Forced vital capacity (FVC), maximum inspiratory and expiratory pressure (PI_{max} and PE_{max}), and peak cough flow (PCF) were measured in sitting, supine and prone positions.

Results: FVC was significantly reduced in the young people in prone position. There were no significant differences in FVC, PI_{max} and PE_{max} and PCF in the elderly people in all three positions. PCF value was significantly lower in the elderly people than in the younger people.

Conclusions: These results suggest that lying position has no large effects on cough strength in the elderly when compared to a sitting position. It is possible that the elderly could achieve same cough effects in lying position when sitting position is unstable.

Keywords : elderly people, respiratory function, prone position.

緒 言

急性呼吸不全症例や寝たきり状態の高齢患者は体位が背臥位に制限されることが多く、重力の影響で背側に気道内分泌物などが貯留して下側肺障害 (dependent lung injury) を起こしやすい。下側肺障害を起こしやすい肺区域は主に上一下葉区 (Superior segment; 以下 S6) と後肺底区 (Posterior basal segment; 以下 S10) である。これに対する治療手段の一つとして体位排痰法が用いられる。

体位排痰法は重力を用いて気道内分泌物の移動

を促す治療法で、分泌物のある肺区域の区域気管支を垂直に近い体位をとらせることで末梢の分泌物を中枢気道へ移動させる方法である。下側肺障害を起こしやすい S6 と S10 の排痰体位は腹臥位である。体位排痰法を実施して末梢の分泌物を中枢気道へ移動させることは可能であっても、気管挿管されていない場合は、中枢気道からの分泌物を最終的に喀出するには咳嗽が必要である。

咳嗽は3相に分類される。第1相は吸気相で、深く吸い込む相である。第2相は圧迫相で、声門の閉鎖および肋間筋群と補助呼吸筋群、それに腹

1) 吉岡病院
〒994-0026 山形県天童市東本町3丁目5-21
Yoshioka Hospital
3-5-21 Higashihoncho, Tendo-shi, Yamagata, 994-0026, Japan

2) 山形県立保健医療大学 保健医療学部 理学療法学科
〒990-2212 山形県山形市上柳260
Department of Physical Therapy, Yamagata Prefectural
University of Health Sciences.
260 Kamiyanagi, Yamagata-shi, Yamagata, 990-2212, Japan

(受付日 2011. 1. 25, 受理日 2011. 2. 28)

表1. 対象者の基礎情報

	(平均値 ± 標準偏差)	
	若年者	高齢者
年齢 (歳)	22.1 ± 1.9	71.3 ± 4.6
性別 (男性/女性 (人数))	10 / 10	7 / 9
身長 (cm)	166 ± 8.7	152 ± 9.6
体重 (kg)	56.9 ± 7.2	55.7 ± 10.0
BMI (kg/m ²)	20.6 ± 1.8	23.9 ± 2.9

BMI : Body Mass Index

筋群の強力な収縮によりなる相である。第3相は排除相で呼吸補助筋が収縮している間、突然声門を開き肺内の空気を一気に呼出させる相である¹⁾。これらより咳嗽には十分な吸気量と呼気流量が重要であり、呼気流量は吸気量と呼気筋力の影響を受ける。したがって、体位排痰法に用いられる体位での咳嗽力やこれに影響する呼吸機能を把握することが重要と考えられる。

一方、肺活量や呼吸筋力、咳嗽力といった呼吸機能測定は原則的には座位または立位で行われる²⁾。体位と肺活量に関する報告は Moreno ら³⁾ や Vilke ら⁴⁾ が若年者を対象に座位、背臥位、腹臥位の3体位で肺活量を計測している。しかし、腹臥位での肺活量の報告は若年者のみであり、高齢者を対象とした報告は見あたらない。また、体位と呼吸筋力⁵⁻⁷⁾、咳嗽力⁸⁻⁹⁾に関する報告は対象者が若年者のみである。下側肺障害の治療でとらせる腹臥位で計測した報告は若年者、高齢者ともに見あたらず、中枢気道からの分泌物を喀出するための咳嗽が腹臥位で有効かを調査する必要がある。

急性期の治療で腹臥位をとらせた時の呼吸機能は、人工呼吸器管理中または患者の協力が得られないため計測を実施できず不明である。さらに、健常者においても腹臥位での肺活量の報告は対象者が若年者に限られ、腹臥位での呼吸筋力、咳嗽力の報告は若年者、高齢者ともに検索できなかった。従って、健常者を対象に腹臥位の呼吸機能の基礎データを収集する事により、臨床場面で呼吸器合併症の予防や治療を行う際に役立ち、有効な咳嗽体位を検討できると考える。本研究の目的は、有効な咳嗽体位を検討するために、若年者と高齢者で腹臥位の呼吸機能を計測し、背臥位、座位と比較すること、および若年者と高齢者の呼吸機能の特性を明らかにすることである。

対象と方法

1. 対象

対象は、20歳代の若年成人20名(男性10名、女性10名、平均年齢22.1 ± 1.9歳)、65歳以上の地域在住高齢者16名(男性7名、女性9名、平均年齢71.3 ± 4.6歳)であった。詳細を表1に示す。

地域在住高齢者はA町内会主催の健康増進事業の参加者から対象者を募集した。除外基準は肺疾患のある人、高血圧、不整脈、心不全などの既往があり、医師から運動を制限されている人、円背や腰痛により計測中に継続して腹臥位保持が困難な人、漏斗胸、鳩胸等の胸郭変形のみられる人である。対象者には事前に書面および口頭にて研究目的、方法を十分に説明し、書面にて同意を得た。

なお、本研究は平成21年3月23日に山形県立保健医療大学倫理委員会で承認を得て実施した(承認番号0903-25)。

2. 方法

1) 測定体位

測定は座位、背臥位、腹臥位の3体位とした。臥位の測定の際はポータブル診療ベッド(Table Care; Custom Craftworks社製)を使用した(図1)。このベッドには穴の開いた付属の枕があり、頭部を正中位に保った状態で呼吸機能の計測が可能である。体位は以下のように規定した。

座位：アームレストのない椅子に座り両手は大腿部においた。背もたれは使用せずに胸を張るように指示した。

背臥位：両上肢は体側、両下肢はまっすぐに伸ばすよう指示した。

腹臥位：付属の枕に顔をうずめ、両上肢は体側、両下肢はまっすぐに伸ばすよう指示した(図2)。



図 1. ポータブル診療ベッド
(Table Care : Custom Craftworks 社製)



図 2. 腹臥位

2) 呼吸機能測定

肺機能と呼吸筋力の両方を測定可能な多機能電子スパイロメータ (マルチファンクショナルスパイロメータ HI - 801; チェスト社製) を使用し, 以下の測定を行った。

① 努力性肺活量測定

努力性肺活量 (forced vital capacity; 以下 FVC) を計測し, 1 秒量 (forced expiratory volume in one second; 以下 FEV₁) 及び 1 秒率 (forced expiratory volume in one second (%); 以下 FEV₁%) を評価指標として用いた。

本研究では, 肺活量 (vital capacity; 以下 VC) の計測は行わず FVC の計測のみ行った。理由として, FVC は健常人では VC とほぼ同じ値をとること, FVC 測定から 1 秒率 (FEV₁% = FEV₁ / FVC × 100 (%)) を算出して閉塞性換気障害の有無を確認できること, 測定回数が少なくてすむため対象者の負担を軽減できることが挙げられる。

努力性肺活量測定は, American Thoracic Society (以下 ATS) の基準¹⁰⁾ に従い, FVC は安静呼吸の安定後, 最大吸気位まで吸気を行わせ, 最大限の力で一気に努力呼気をさせて最大呼気位まで呼出させた時の肺気量を測定した。最低 6 秒以上呼気努力を続け, 最低 2 秒以上呼気量が変化しないことを確認する。FEV₁ は FVC 測定時に同時に測定可能であり, 最大努力呼気開始から最初の 1 秒間に呼出される肺気量を測定した。得られた FVC, FEV₁ は ATS の基準に従い 3 回の測定の最大値を使用した。

② 呼吸筋力測定

最大吸気口腔内圧 (maximal inspiratory pressure; 以下 P_Imax) と最大呼気口腔内圧 (maximal expiratory pressure; 以下 P_Emax) を測定した。

呼吸筋力測定は, Black と Hyatt の方法¹¹⁾ に従い, P_Imax は最大呼気位から行う最大吸気時の口腔内圧を測定し, P_Emax は最大吸気位から行う最大呼気時の口腔内圧を測定する。少なくとも 1.5 秒間圧を維持し, 1 秒間維持できた最大圧を用いた。得られた P_Imax, P_Emax は Black と Hyatt の方法に従い 3 回の測定の最大値を使用した。

③ 咳嗽力測定

咳嗽力の指標として咳嗽時の最大呼気流量 (Peak Cough Flow; 以下 PCF) が用いられており, これを測定した。

咳嗽力測定は, 安静呼吸の安定後, 最大吸気位まで吸気を行わせ, 最大限の力で随意的な咳嗽を行った時の呼気流量を測定した。

図 3 は腹臥位の測定方法を示している。使用したベッドの付属の枕は穴が開いているため, ベッドの下から測定用センサーとマウスピースを接続し, 頭部を正中位に保ったまま測定することが可能である。

体位の順番はランダムとした。3 体位で各測定を 3 回実施した。疲労が影響しないように 3 回の計測の間及び体位変換時に十分な休息時間を設け, 体位変換後は心肺機能が安定するまで 5 分間の安



図 3. 腹臥位での測定方法

静時間を設けた。

3) データ処理

実測値は以下の予測式をもとに % 予測値に変換した値を用いた。

FVC, FEV₁: 日本呼吸器学会肺生理専門委員会が報告した予測式¹²⁾

FVC (L)

男性: $0.042 \times \text{身長(cm)} - 0.024 \times \text{年齢(歳)} - 1.785$

女性: $0.031 \times \text{身長(cm)} - 0.019 \times \text{年齢(歳)} - 1.105$

FEV₁ (L)

男性: $0.036 \times \text{身長(cm)} - 0.028 \times \text{年齢(歳)} - 1.178$

女性: $0.022 \times \text{身長(cm)} - 0.022 \times \text{年齢(歳)} - 0.005$

PImax, PEmax: 鈴木らの予測式¹³⁾

PImax (cmH₂O)

男性: $45.0 - 0.74 \times \text{年齢(歳)} + 0.27 \times \text{身長(cm)} + 0.60 \times \text{体重(kg)}$

女性: $-1.5 - 0.41 \times \text{年齢(歳)} + 0.48 \times \text{身長(cm)} + 0.12 \times \text{体重(kg)}$

PEmax (cmH₂O)

男性: $25.1 - 0.37 \times \text{年齢(歳)} + 0.20 \times \text{身長(cm)} + 1.20 \times \text{体重(kg)}$

女性: $-19.1 - 0.18 \times \text{年齢(歳)} + 0.43 \times \text{身長(cm)} + 0.56 \times \text{体重(kg)}$

PCF は現在のところ予測式が確立していないため実測値を用い、3 回の測定の最大値を使用した。

3. 統計解析

統計処理には SPSS 16.0J を使用した。

1) 体位の違いによる差の検定

全計測値の正規性を Shapiro-Wilk 検定で確認し、正規性が認められた場合は反復測定分散分析を用い、Tukey 法で多重比較を行った。正規性が認められない場合は Friedman 検定を用い、Bonferroni 法で多重比較を行った。有意水準は 5% とした。

2) 若年者と高齢者の差の検定

Shapiro-Wilk 検定により正規性が認められたものに対しては t 検定を用い、正規性が認められないものに対しては Mann-Whitney 検定を用いた。どちらも有意水準は 5% とした。

結 果

1. 体位の違いについて

1) 若年者 (表 2)

① 努力性肺活量測定

% FVC は座位 91.2 ± 10.0 %, 背臥位 89.2 ± 10.4 %, 腹臥位 83.4 ± 7.6 % で座位と腹臥位, 背臥位と腹臥位の間有意差がみられた。%FEV₁ は座位 98.7 ± 10.6 %, 背臥位 93.6 ± 11.7 %, 腹臥位 88.7 ± 8.9 % で座位と背臥位, 腹臥位の間, 背臥位と腹臥位の間有意差がみられた。FEV₁% は座位 96.3 ± 3.6 %, 背臥位 93.3 ± 4.0 %, 腹臥位 94.6 ± 4.8 % で有意差はみられなかった。

② 呼吸筋力測定

%PImax は座位 99.7 ± 33.4 %, 背臥位 88.1 ± 27.4 %, 腹臥位 92.6 ± 28.0 % で座位と背臥位の間有意差がみられた。%PEmax は座位 95.4 ± 31.1 %, 背臥位 89.2 ± 28.0 %, 腹臥位 88.9 ± 30.4 % で有意差はみられなかった。

③ 咳嗽力測定

PCF は座位 427.7 ± 122.2 L/min, 背臥位 414.8 ± 107.0 L/min, 腹臥位 409.7 ± 103.8 L/min で有意な差はみられなかった。

2) 高齢者 (表 3)

① 努力性肺活量測定

% FVC は座位 88.9 ± 13.8 %, 背臥位 85.2 ± 13.5 %, 腹臥位 84.7 ± 13.0 % で有意差はみられなかった。% FEV₁ は座位 95.0 ± 19.2 %, 背臥

表2. 若年者の呼吸機能測定結果

	(平均値 ± 標準偏差)		
	座 位	背臥位	腹臥位
%FVC (%)	91.2 ± 10.0	89.2 ± 10.4	83.4 ± 7.6
%FEV ₁ (%)	98.7 ± 10.6	93.6 ± 11.7	88.7 ± 8.9
FEV ₁ % (%)	96.3 ± 3.6	93.3 ± 4.0	94.6 ± 4.8
%PImax (%)	99.7 ± 33.4	88.1 ± 27.4	92.6 ± 28.0
%PEmax (%)	95.4 ± 31.1	89.2 ± 28.0	88.9 ± 30.4
PCF (L/min)	427.7 ± 122.2	414.8 ± 107.0	409.7 ± 103.8

* : p < 0.05, ** : p < 0.01

%FVC : % 努力性肺活量, %FEV₁ : %1 秒量, FEV₁% : 1 秒率, %PImax : % 最大吸気口腔内圧, %PEmax : % 最大呼気口腔内圧, PCF : 咳嗽時の最大呼気流量

表 3. 高齢者の呼吸機能測定結果

	(平均値 ± 標準偏差)		
	座 位	背臥位	腹臥位
%FVC (%)	88.9 ± 13.8	85.2 ± 13.5	84.7 ± 13.0
%FEV ₁ (%)	95.0 ± 19.2	89.4 ± 16.8	88.4 ± 15.1
FEV ₁ % (%)	84.7 ± 7.5	83.4 ± 7.1	83.2 ± 6.8
%PImax (%)	102.1 ± 43.7	98.0 ± 40.2	100.2 ± 44.4
%PEmax (%)	84.4 ± 37.2	79.6 ± 36.4	71.2 ± 32.0
PCF (L/min)	321.0 ± 98.2	307.8 ± 103.8	329.4 ± 113.3

全ての指標で体位による差はみられない

%FVC : % 努力性肺活量, %FEV₁ : %1 秒量, FEV₁% : 1 秒率, %PImax : % 最大吸気口腔内圧, %PEmax : % 最大呼気口腔内圧, PCF : 咳嗽時の最大呼気流量

位 89.4 ± 16.8 %, 腹臥位 88.4 ± 15.1 % で有意差はみられなかった。FEV₁% は座位 84.7 ± 7.5 %, 背臥位 83.4 ± 7.1 %, 腹臥位 83.2 ± 6.8 % で有意差はみられなかった。

± 103.8 L/min, 腹臥位 329.4 ± 113.3 L/min で有意差はみられなかった。

2. 若年者と高齢者の呼吸機能の違い

① 努力性肺活量測定

%FVC, %FEV₁ は全ての体位で有意差がみられなかったが, FEV₁% は座位, 背臥位, 腹臥位の全ての体位で若年者よりも高齢者で有意に低い値であった。

② 呼吸筋力測定

%PImax, %PEmax は全ての体位で有意差がみられなかった。

③ 咳嗽力測定

PCF は背臥位, 腹臥位, 座位の全ての体位で若

② 呼吸筋力測定

%PImax は座位 102.1 ± 43.7 %, 背臥位 98.0 ± 40.2 %, 腹臥位 100.2 ± 44.4 % で有意差はみられなかった。%PEmax は座位 84.4 ± 37.2 %, 背臥位 79.6 ± 36.4 %, 腹臥位 71.2 ± 32.0 % で有意差はみられなかった。

③ 咳嗽力測定

PCF は座位 321.0 ± 98.2 L/min, 背臥位 307.8

年者よりも高齢者で有意に低い値であった。

考 察

1. 体位の影響について

1) 若年者

①努力性肺活量に関して

Moreno ら³⁾ は 20-40 歳の成人を対象に VC を計測し座位, 背臥位, 腹臥位の体位で有意差がみられなかったと報告している。Vilke ら⁴⁾ は 18-50 歳の成人男性を対象に FVC, FEV₁ を計測し座位より背臥位, 腹臥位で有意に低く, 背臥位よりも腹臥位で有意に低いと報告している。本研究では % FVC が座位より腹臥位で有意に低く, 背臥位より腹臥位で有意に低かった。また, % FEV₁ は座位より背臥位, 腹臥位で有意に低く, 背臥位より腹臥位で有意に低かった。Vilke らは背臥位では腹圧により横隔膜機能に影響がみられるため座位よりも VC, FVC が低下すると述べているが, 本研究では座位と背臥位で %FVC に有意差はみられなかった。Vilke らは 18-50 歳が対象であるが, 本研究では 20 代の若年者が対象であり, 横隔膜機能の影響は胸郭をより拡張することで代償した可能性が考えられる。また, 腹臥位に関して Vilke らは自重により胸郭の拡張が制限されるため座位よりも VC, FVC が減少すると報告しているが, Moreno らは自重による胸郭の拡張制限により VC に有意な変化はみられないと報告している。本研究では Vilke らと同様の結果を示し, 自重による胸郭拡張制限の影響が大きいと考えられる。背臥位よりも腹臥位で % FVC と % FEV₁ が有意に低かったが, Tomita ら¹⁴⁾ は 20 代の若年男性を対象に背臥位から腹臥位に体位を変えた時の横隔膜の動きを Dynamic MRI を用いて計測し, 前方 (腹側) の動きがわずかに増加し中間部, 後方 (背側) の動きがわずかに減少するが有意差は見られないと報告している。臥位において体位を変えても横隔膜の動きに有意差が見られないのであれば, 背臥位よりも腹臥位で胸郭拡張制限が大きく, % FVC と % FEV₁ が有意に低くなったと考えられる。これらより本研究の対象者は横隔膜機能の影響よりも胸郭拡張制限の影響の方が大きい可能性が考えられる。

②呼吸筋力に関して

Badr ら⁵⁾ は PEmax が座位より背臥位, 側臥位で有意に低いと報告しているが, 一方, Tsubaki ら⁶⁾ は座位と背臥位, 45°回旋した腹臥位, Ogiwara ら⁷⁾ は座位と背臥位, 側臥位で PImax と PEmax に有意差がないと報告している。本研究では PEmax に体位による差はみられなかったが, PImax は座位よりも背臥位で有意に低かった。Badr らは座位では重力により尾側へ腹腔内容物が引かれるため肺底部を圧迫せず全方向に胸郭が拡張されるため VC が増加してより大きな弾性収縮力を導き PEmax が増加したと述べ, さらに臥位は下側胸郭の拡張制限により VC が低くなるため PEmax が低下すると述べている。本研究でも %FVC が座位よりも腹臥位で有意に低い値を示したが, PEmax に有意差はみられなかった。Badr らは 18-65 歳が対象であるが, 本研究は 20 代の若年者を対象としているため年齢の違いが結果に影響する可能性が考えられた。また, 座位と背臥位で PImax と PEmax に有意差がない理由として, Tsubaki ら⁶⁾ は臥位での下側胸郭の拡張制限による影響は若年女性で小さいと報告し, Ogiwara ら⁷⁾ は若年男性がどの体位でも効率的に働く呼吸筋力をもっている可能性を述べている。本研究では背臥位で腹腔内容物により横隔膜機能に影響がみられたため PImax が座位よりも有意に低い値を示したと考えた。

③咳嗽力に関して

白須ら⁸⁾ は 20 代の若年者を対象に座位, 背臥位, ベッドを 45°ギャッジアップした座位 (以下 45°座位) で PCF を計測し, 座位は 45°座位よりも有意に高く, 45°座位は背臥位よりも有意に高いと報告している。また鯨津⁹⁾ は 21-37 歳の成人を対象に座位と背臥位で PCF を計測し座位が有意に高いと報告している。本研究では PCF に体位による差はみられなかった。白須らは吸気量が PCF 値を左右し, 立位や座位に比べて背臥位は吸気量が少なくなるため体位による差がみられたと述べている。同様に鯨津も座位で吸気量が多く, 背臥位では十分な吸気が得られず咳嗽に不利であると述べている。本研究でも %FVC と %FEV₁ は座位よりも腹臥位で有

意に低い値となっているが、腹臥位の %FVC と %FEV₁ は正常範囲であり、呼吸筋力も体位による差がなかったため PCF にも差がみられなかったと考えられる。

2) 高齢者

①努力性肺活量に関して

%FVC, %FEV₁ ともに体位による有意差はみられなかった。寺本ら¹⁵⁾ は胸椎後彎の Cobb 角が全肺気量, VC, FEV₁, P_Imax, P_Emax と有意の負の相関があると報告し、伊藤ら¹⁶⁾ は円背の強い高齢者は呼吸筋力と呼気流量が低下しており、呼吸運動では腹部の動きが小さく胸部優位の呼吸パターンを示したと報告している。本研究では座位においても %FVC が $87.8 \pm 13.0\%$ と低値を示しており、軽度の円背や脊柱の変形による胸部の可動性や拡張性の低下が考えられ、そのため座位と腹臥位で有意差が見られなかったと考えられた。しかし、本研究では脊柱の形状は継続した腹臥位保持の可否のみで評価し、定量的な評価は行っていないため先行研究と比較することはできない。今後はより詳細な脊柱の評価が必要と考える。

②呼吸筋力について

加齢により呼吸筋力は低下するという報告^{13,17,18)}が多いが、50歳以上の健常者では加齢による呼吸筋力低下はみられないという報告¹⁹⁾もある。本研究では %P_Imax が $102.1 \pm 43.7\%$ と予測値と同様の値であったが、%P_Emax は $84.4 \pm 37.2\%$ と予測値よりも低い値であった。Summerhillら²⁰⁾ は週3回有酸素運動を30分している運動群と非運動群では FVC, FEV₁ に有意差はみられないが、P_Emax は運動群が非運動群の2倍、P_Imax も運動群で有意に大きかったと報告している。本研究の対象者も自主的に週1回の健康増進事業に参加されている方であり、1時間程度のウォーキングや体操等の有酸素運動により P_Imax に関しては維持できていると考えられた。

一方で、富田ら²¹⁾ は地域在住高齢者の呼吸筋力が予測値よりも顕著に低下し、%P_Imax と %P_Emax が 50% 以下の人も半数いたと報告している。本研究においても %P_Imax は 1 名 (6%), %P_Emax は 4 名 (25%) が 50% 以下であった。

有意差はみられないが %P_Emax は座位で $84.4 \pm 37.2\%$ 、腹臥位で $71.2 \pm 32.0\%$ と低値を示した。解良²²⁾ は最大吸気位において呼気筋力は長さ—張力関係により最大の筋力を発生させると報告している。また、伊藤ら¹⁶⁾ は脊柱後彎の増大により腹筋群の筋長が短縮し、筋の長さ—張力関係から収縮効率が低下すると述べている。本研究の対象者は %FVC に有意差はなく、軽度の円背や胸部の変形が呼気筋である腹筋群の収縮効率低下させ、%P_Emax が低値を示した可能性が示唆された。

③咳嗽力について

本研究では PCF に体位による差はみられなかった。咳嗽は吸気量と呼気筋力の影響をうけるが、%FVC と %P_Emax は有意差がみられなかった。咳嗽の第3相の排除相を低下させる原因として気道閉塞が考えられるが、%FEV₁ と FEV₁% にも有意差がみられなかった。よって、PCF にも体位による差がみられなかったと考えられる。

2. 若年者と高齢者の呼吸機能の違い

①努力性肺活量に関して

%FVC, %FEV₁ は年齢による差はみられなかったが、FEV₁% は全ての体位で若年者より高齢者が有意に低かった。

FEV₁% に年齢による有意差が認められたが、若年者及び高齢者の計測した値は全ての体位で閉塞性換気障害と診断される FEV₁% < 70% より大きな値であった。そのため、病的な範囲ではないが、若年者と比較して高齢者では気道閉塞が潜在的に進行している可能性が示唆された。

②呼吸筋力に関して

%P_Imax, %P_Emax は年齢による差はみられなかった。

性別、身長、体重、年齢の影響を除いた %P_Imax, %P_Emax で年齢による有意差がみられなかったため、円背や胸部変形の影響は少なかった事が示唆された。

③咳嗽力に関して

PCF は全ての体位で若年者より高齢者が有意に

低かった。PCF は現在のところ予測式が確立されていないが、肺活量、呼吸筋力と同様に年齢による低下が起こる可能性が示唆された。

ATS²³⁾では神経疾患において PCF が 270 L/min 以下で上気道感染時に分泌物の喀出不全となり、160 L/min 以下で日常的に分泌物の喀出不全となると報告している。高齢者の中には PCF の値が 270 L/min 以下の人が座位で 5 名、背臥位で 7 名、腹臥位で 6 名いた。本研究では高齢者の対象者が 16 名と少ないため、今後さらに症例数を増やし検討する必要がある。

朝戸ら²⁴⁾は、若年者と高齢者の咳嗽機能の違いとして、若年者は咳嗽の第 1 相から第 3 相が明瞭に識別されたが、高齢者では第 1 相と第 2 相の識別が曖昧か、ほとんど識別できず、声門の閉鎖不全の存在が確認されたと報告している。若年者と高齢者の努力性肺活量と呼吸筋力に有意差がみられず、PCF のみ有意差がみられたことから、本研究の高齢者においても第 2 相が十分に機能していない可能性が示唆された。

また、若年者は胸郭の可動性、柔軟性が十分にあり、ベッド面で胸郭の拡張を妨げられる臥位よりも座位で %FVC、%FEV₁ の値が有意に大きくなった。咳嗽は第 1 相から第 3 相に分けられ、吸気量と呼気筋力の影響をうける。体位により PCF に有意差はみられなかったが、座位が臥位より %FVC、%FEV₁ の値が有意に大きいため第 1 相で有利であり、第 2 相、第 3 相で重要な PEmax には体位による有意差がみられなかった。そのため、臥位よりも吸気量の多い座位で効率よく咳嗽を行える可能性が示唆された。

本研究では高齢者の努力性肺活量、呼吸筋力、咳嗽力に体位による差がみられなかった。そのため、咳嗽を行う体位を検討する際に座位と臥位を比較した場合は座位で行う方が良いが、座位能力が低下している場合や全身状態が安定しない場合は安定した臥位で咳嗽を行っても効果が変わらない可能性が示唆された。

3. 本研究の限界

本研究の限界として、高齢者が 16 名であること、喫煙者が含まれていたこと、脊柱の評価を腹臥位の可否のみで行ったことが挙げられる。本研究の被験者では喫煙者と非喫煙者の結果に差がみられ

なかったが、今後は対象者を増やして喫煙の影響を検討する必要があると考えられる。また、運動習慣のある高齢者が対象であったため、今後は運動習慣のない高齢者や呼吸器疾患の既往がある人を対象として検討する必要があると考えられる。

4. 結 論

- 1) 若年者では %FVC、%FEV₁ が座位よりも腹臥位で有意に低かったが、高齢者では体位により努力性肺活量、呼吸筋力、咳嗽力に有意差がみられなかった。
- 2) PCF は年齢により全ての体位で有意差がみられた。
- 3) 高齢者の PCF は体位による有意差がみられなかったため、座位保持能力低下や全身状態が安定しない場合は安定した臥位で咳嗽を行っても効果が変わらない可能性が示唆された。

謝 辞

本研究に参加していただいた山形県立保健医療大学学生、地域在住高齢者の皆様に心より感謝申し上げます。

文 献

- 1) Kapandji IA (嶋田智明訳). 咳のメカニズム: 声門の閉鎖. 荻島秀男 監訳. カパンディ 関節の生理学Ⅲ 体幹・脊柱 (第 5 版). 東京: 医歯薬出版; 1986. 158-159.
- 2) 日本呼吸器学会肺生理専門委員会編. 測定方法の実際. 呼吸機能検査ガイドライン—スパイロメトリー, フローボリューム曲線, 肺拡散能力—. 東京: メディカルレビュー社; 2004. 12-18.
- 3) Moreno F, Lyons HA. Effect of body posture on lung volumes. *J Appl Physiol.* 1961; 16: 27-29.
- 4) Vilke GM, Chan TC, Neuman T, Clausen JL. Spirometry in normal subjects in sitting, prone, and supine positions. *Respir Care.* 2000; 45: 407-410.
- 5) Badr C, Elkins MR, Ellis ER. The effect of body position on maximal expiratory pressure and flow. *Aust J Physiother.* 2002; 48: 95-102.
- 6) Tsubaki A, Deguchi S, Yoneda Y. Influence of

- posture on respiratory function and respiratory muscle strength in normal subjects. *J Phys Ther Sci.* 2009; 21: 71-74.
- 7) Ogiwara S, Miyachi T. Effect of posture on ventilatory muscle strength. *J Phys Ther Sci.* 2002; 14: 1-5.
- 8) 白須章子, 玉木 彰, 辻田純三, 堀 清記. 肢位の変化が咳嗽能力に与える影響と咳嗽介助手技の効果について. *京都大学医療技術短期大学部紀要.* 2003; 23: 79-86.
- 9) 鯨津吾一. 咳嗽時最大呼気流速と体位の関係. *ICU と CCU.* 2009; 33: 783-786.
- 10) Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, van der Grinten CP, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J, ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J.* 2005; 26: 319-338.
- 11) Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *American Review of Respiratory Disease.* 1969; 99: 696-702.
- 12) 日本呼吸器学会肺生理専門委員会. 日本人のスパイログラムと動脈血液ガス分圧基準値. *日呼会誌.* 2001; 39: 1-17.
- 13) 鈴木正史, 寺本信嗣, 須藤英一, 小川桂子, 滑川妙子, 盛田和治, 松瀬 健, 滝沢 始, 大内尉義, 福地義之助. 最大呼気・吸気筋力の加齢変化. *日胸疾会誌.* 1997; 35: 1305-1311.
- 14) Tomita K, Sakai Y, Monma M, Ohse H, Imura S. Analysis of diaphragmatic motion with prone positioning using dynamic MRI. *J Phys Ther Sci.* 2004; 16: 85-89.
- 15) 寺本信嗣, 鈴木正史, 松瀬 健, 大賀栄次郎, 片山弘文, 長瀬隆英, 福地義之助, 大内尉義. 脊柱後彎が呼吸機能の加齢変化におよぼす影響. *日老医誌.* 1998; 35: 23-27.
- 16) 伊藤弥生, 山田拓実, 武田 円. 円背姿勢高齢者の呼吸機能及び呼吸パターンの検討. *理学療法科学.* 2007; 22: 353-358.
- 17) 西村善博, 前田 均, 田中勝治, 橋本彰則, 橋本由香子, 横山光宏, 福崎 恒. 加齢の呼吸筋力に及ぼす影響—最大口腔内圧を用いた検討—. *日胸疾会誌.* 1991; 29: 795-801.
- 18) Chen HI, Kuo CS. Relationship between respiratory muscle function and age, sex, and other factors. *J Appl Physiol.* 1989; 66: 943-948.
- 19) McElvaney G, Blackie S, Morrison NJ, Wilcox PG, Fairbairn MS, Parry RL. Maximal static respiratory pressures in the normal elderly. *Am Rev Respir Dis.* 1989; 139: 277-281.
- 20) Summerhill EM, Angov N, Garber C, McCool FD. Respiratory muscle strength in the physically active elderly. *Lung.* 2007; 185: 315-320.
- 21) 富田和秀, 岡崎大資, 赤池 優, 加藤仁志, 江口勝彦, 居村茂幸, 阪井康友, 大瀬寛高. 地域在住高齢者における呼吸筋力低下の実態—群馬県山間部の横断的予備調査から—. *理学療法群馬.* 2008; 19: 13-19.
- 22) 解良武士. 呼吸筋力の特性. *理学療法科学.* 2001; 16: 231-238.
- 23) ATS. Respiratory care of the patient with duchenne muscular dystrophy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004; 170: 456-465.
- 24) 朝戸裕子, 吉野克樹, 金野公郎. 高齢者の咳嗽機能低下に関する研究. *東女医大誌.* 1997; 67: 49-54.

要 旨

- 目 的**：本研究の目的は、有効な咳嗽体位を検討するために、若年者と高齢者で腹臥位での呼吸機能を計測し、背臥位、座位との違いを明らかにすること、および若年者と高齢者の呼吸機能の特性を明らかにすることである。
- 方 法**：対象は若年者 20 名 (22.1±1.9 歳)、65 歳以上の地域在住高齢者 16 名 (71.3±4.6 歳) である。測定体位は座位、背臥位、腹臥位の 3 体位で努力性肺活量測定、呼吸筋力測定、咳嗽力測定を行った。
- 結 果**：若年者の努力性肺活量は座位に比べ腹臥位で有意に減少したが、高齢者の努力性肺活量、呼吸筋力、咳嗽力は体位による有意差はみられなかった。高齢者の咳嗽力は座位、背臥位、腹臥位の 3 体位全てで若年者よりも有意に低値を示した。
- 結 論**：高齢者の咳嗽力は体位による影響が少ないことが示唆された。高齢者では座位姿勢が不安定な場合は、臥位で咳嗽を行っても効果が変わらない可能性が考えられた。
- キーワード**：高齢者, 呼吸機能, 腹臥位