

日常生活自立高齢者の起き上がり動作における 呼吸運動分析 — 動作開始時に着目して

RESPIRATORY MOVEMENT ANALYSIS IN THE SITTING UP MOTION OF DAILY LIFE INDEPENDENT ELDERLY

—FORCUS ON INITIAL PHYSE

坂上 尚穂¹⁾ ・ 大友 篤¹⁾ ・ 中江 秀幸²⁾
SAKAGAMI Hisao, OTOMO Atsushi, NAKAE Hideyuki

キーワード：起き上がり動作，呼吸運動，動作開始時

Key words：Sitting up motion, Respiratory movement, The initial phase of motion, Daily Life Independent Elderly

要 旨

[目的] 日常生活自立高齢者の起き上がり動作における呼吸状態について調査した。

[方法] 対象者は日常生活自立高齢者20名（男性3名，女性17名，平均80.3±7.1歳）であった。課題動作は背臥位から端座位までと，側臥位から端座位までの2つの起き上がり動作とし，呼吸フローセンサーで換気量を計測した。また安静呼吸時の1秒間および2秒間の安静時換気量と頭部拳上後から1秒間および2秒間の動作時換気量を算出した。

[結果] 起き上がり動作開始時の呼吸状態は，背臥位から，および側臥位からの起き上がり動作とも吸気位の割合が呼気位よりも有意に多かった。安静時換気量と動作時換気量の比較では，背臥位からの起き上がり，および側臥位からの起き上がりとも1秒間および2秒間の安静換気量よりも動作時換気量が有意に減少した。

[考察] 吸気では横隔膜が収縮降下し，腹筋群が伸長され静止張力が多く発生し活動張力を減少にすることから，日常生活自立高齢者における起き上がり動作開始時の呼吸状態を吸気位にし，腹筋群を伸長状態に保つために換気量を抑えていたと考えられる。

[結論] 日常生活自立高齢者において，背臥位からの起き上がり動作および，側臥位からの起き上がり動作とも，動作開始時の呼吸状態は吸気位で，動作開始後も換気量が減少していたことが示唆された。

1) 仙台青葉学院短期大学 Sendai Seiyogakuin College 2) 東北福祉大学 Tohoku Fukushi University
受理日：2020年7月31日

Abstract

Purpose: In order to reduce the surgical wound pain during sitting up in abdominal postoperative cases, we investigated the respiratory state of the daily life independent elderly during sitting up.

Methods: The subjects were 20 daily life independent elderly (3 males, 17 females, average 80.3 ± 7.1 years). The task movements were two sitting up motions from the supine to the sitting and the sidelying to the sitting, and the ventilation flow sensor measured the ventilation volume. The resting ventilation volume for 1 second and 2 seconds during tidal breathing and the working ventilation volume for 1 second and 2 seconds after the head lift were calculated.

Results: Regarding the breathing state at the beginning of the sitting up motion, the ratio of the inspiratory position was significantly higher than that of the expiratory position both in the supine and in the sidelying. Comparing the resting volume and the working ventilation volume, both from the supine to the sitting and the sidelying to the sitting showed a significant decrease in the working ventilation volume compared to the resting volume for 1 and 2 seconds.

Discussion: During inspiration, the diaphragm contracts, the abdominal muscle group is elongated, a large amount of resting tension is generated, and the active tension is reduced. It is thought that the ventilation volume was suppressed in order to maintain the extension state.

Conclusion: In the daily life independent elderly, it was suggested that the respiratory state at the beginning of the motion was the inspiratory position and the ventilation volume decreased after the motion both the sitting up motions from the supine and from the sidelying.

【はじめに】

開腹術後症例の急性期における術創部の疼痛は、ベッド上での生活に様々な問題となる。特に離床時における起き上がり動作時に術創部の強い疼痛を訴える場面が散見される。Srikandarajah¹⁾らも、運動誘発性疼痛と安静時痛における調査にて、術後3日間では運動誘発性疼痛が安静時痛よりも増強することを報告しており、中でも腹部子宮摘出術では、咳および起き上がり動作において運動誘発性疼痛の発生頻度が高いことを報告している¹⁾。起き上がり動作では腹筋群の収縮が求められ、その筋収縮が開腹術の術創部周囲へ影響することが考えられる。

ところで、呼吸運動は横隔膜収縮状況により肺の拡張と収縮を繰り返されるが、横隔膜下部の腹腔内臓器の動きも起こり、腹部の動きが惹起され

る。つまり呼吸運動による腹部の膨隆で開腹術後症例の術創部への影響も考えられる。しかし起き上がり動作と呼吸状態との関連性については、先行研究での報告が無く、我々は健常成人に対し、背臥位からの起き上がり動作における呼吸状態を調査し、起き上がり動作開始時は一回換気量の50%以上吸気された状態と報告した²⁾。

しかし、腹部術症例では高齢者も多く、また起き上がり動作は側臥位から開始されることも考えられ、動作パターンによって呼吸様式や筋収縮の程度も異なると予想され、本調査の対象を日常生活動作が自立している高齢者（以下、高齢者）とし、対象動作を背臥位からの起き上がり動作と側臥位からの起き上がり動作とする必要性が考えられた。また起き上がり動作開始後も含めた全般的な呼吸状態も把握することも必要と考えられ、その状態を知ることが腹部術後症例の起き上がり動

作における運動誘発性疼痛の軽減に結びつく有益な知見と考える。そこで、本研究では、高齢者について、背臥位と側臥位からの起き上がり動作における呼吸状態について調査した。

【方法】

1. 対象者

研究対象者は、デイサービスを利用し、起き上がり動作に影響する疾患や呼吸器疾患の既往、および動作時に腰背痛などの疼痛が無く、日常生活が自立している高齢者20名（男性3名、女性17名、平均 80.3 ± 7.1 歳）であった（表1）。

2. 使用機器

換気量計測には呼吸フローセンサー（チェスト

社製）を使用し、マウスピースとフィルタ（チェスト社製、スパイロフィルタ999）を装着させた。フィルタは被検者の呼吸の際に唾液の飛散による呼吸フローセンサーの汚れを防止する目的で装着した（図1-a）。呼吸フローセンサーの信号をA/Dコンバーター（タートル工業社製、ADコンバーターユニット TUSB-0216ADMZ）を用いてA/D変換し（図1-b）、サンプリング周波数1,000Hzでパーソナルコンピューター（以下、PC）に取り込んだ（図1-c）。データの収集および解析にはデータ計測解析ソフトウェア（松山アドバンス社製、LaBDAQ5-TL）を用いた。また枕の下に on-off スイッチ（図1-d）を設け、起き上がり動作開始となる頭部拳上時の信号も同期させ PC に取り込んだ。

表1 被検者（高齢者）の基本属性

n=20	
年齢（歳）	80.3 ± 7.1
性別（人）	男性：3 女性：17

数値は人数または平均±標準偏差

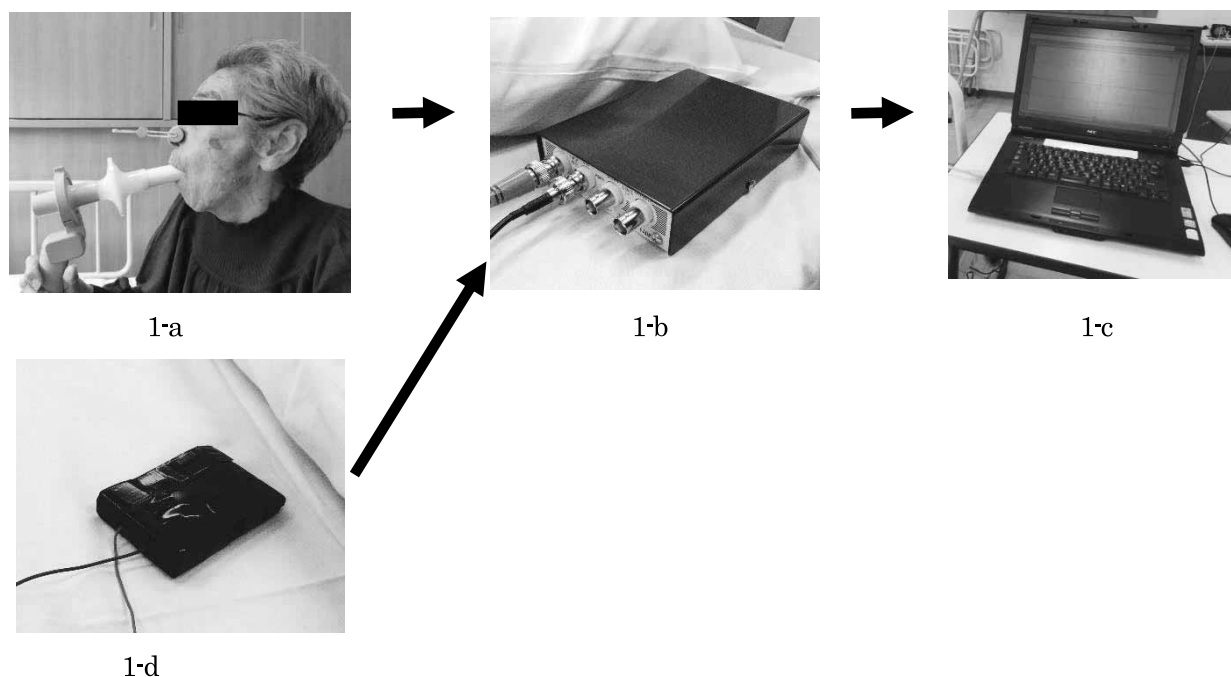


図1 実験機器とデータ収集経路

- 1-a：呼吸フローセンサーおよびノーズクリップ等
 1-b：A/Dコンバーター
 1-c：パーソナルコンピューター
 1-d：on-offスイッチ

3. 課題動作およびデータ解析

課題動作は背臥位から端座位までと側臥位から端座位までの2つの起き上がり動作とし、開始座位にて安静呼吸を3回以上行わせ、その後自由意志で動作を開始させた(図2)。ノーズクリップで鼻孔を閉鎖し、呼吸フローセンサーで換気量を計測した。また頭部拳上時の信号も同期させた。データから呼吸曲線を作図し、一回換気量を算出した。対象者には起き上がり動作を2回実施させ、頭部拳上時の換気量における一回換気量に対する割合が50%以上を吸気位、50%未満を呼気位と定義した。また安静呼吸時の1秒間の平均換気量(以下、安静時換気量)と頭部拳上後から1秒間の換気量(以下、動作時換気量)を算出した(図3)。また、1秒間と同様に安静呼吸時の2秒間の安静時換気量と頭部拳上後から2秒間の動作時換気量を算出した(図4)。吸気位の人数と呼気位の人数の割合は χ^2 検定を用い、また1秒間と2秒間における安静時換気量と動作時換気量の比較を対応のあるt-検定を用いて検討した。なお、統計処理ソフトはIBM SPSS Statistics Ver22.0を使用し、統計学的有意水準を5%とした。

4. 倫理的配慮

本研究は仙台青葉学院短期大学研究倫理審査委員会の承認を得た(承認番号2913)。対象者には、ヘルシンキ宣言に基づき、事前に研究内容および公表について説明し書面で同意を得た上で研究を行った。また、採取したデータについては暗号化し、個人が特定されないように配慮した。

【結果】

起き上がり動作開始時の呼吸状態は、背臥位からの起き上がり動作では吸気位が17人、呼気位が3人で吸気位の割合が呼気位よりも有意に多く($p < 0.01$)、側臥位からの起き上がり動作でも吸気位が16人、呼気位が4人で吸気位の割合が呼気位よりも有意に多かった($p < 0.01$) (表2)。安静時換気量と動作時換気量の比較において、背臥

位からの起き上がり動作では、1秒間および2秒間とも安静換気量よりも動作時換気量が有意に減少した(1秒間; $p < 0.05$, 2秒間; $p < 0.01$) (表3)。側臥位からの起き上がり動作でも、1秒間および2秒間とも安静換気量よりも動作時換気量が有意に減少した(1秒間・2秒間; $p < 0.01$) (表4)。

【考察】

高齢者の起き上がり動作開始時の呼吸状態は、背臥位および側臥位からの起き上がり動作とも吸気位の割合が呼気位よりも有意に多かった。

健康人の背臥位から起き上がり動作の開始は頸部を屈曲し頭部を拳上させる。その後体幹屈曲運動や肩甲骨ならびに上肢の動きを伴い、終了肢位である股関節屈曲位の座位まで起き上がり動作を行っている³⁾。その起き上がり動作では、体幹屈曲運動の主動筋としての腹直筋や内外腹斜筋などの腹筋群の強い活動が示されている^{4,5)}。また呼吸運動においては、安静および努力吸気の主動筋は横隔膜および外肋間筋などであり、努力呼気の主動筋は腹筋群および内肋間筋(横部・後部)である⁶⁻⁹⁾。

本研究において、高齢者の起き上がり動作開始時の呼吸状態は、一回換気量の50%以上である吸気位であった。吸気運動は横隔膜が収縮降下し、腹腔内臓器を圧縮し拮抗する腹筋群が伸張される⁶⁾。起き上がり動作は、動作開始である頭部拳上の次に体幹屈曲運動が起こり³⁾、その主動筋で、かつ最も活動する筋の1つが腹筋群である⁴⁾。筋長と張力の関係から筋が伸長位の場合、筋の静張力が多く発生し、活動張力を減少できることが言われている^{10,11)}。よって本研究における起き上がり動作開始時の呼吸状態は、腹筋群を伸長位にし、その腹筋群の活動張力を最小限にするために吸気位にしていたと考えられる。

また、本研究における安静時換気量と動作時換気量の比較において、背臥位からの起き上がり動作および側臥位からの起き上がり動作とも、動作開始から1秒間および2秒間とも安静換気量より

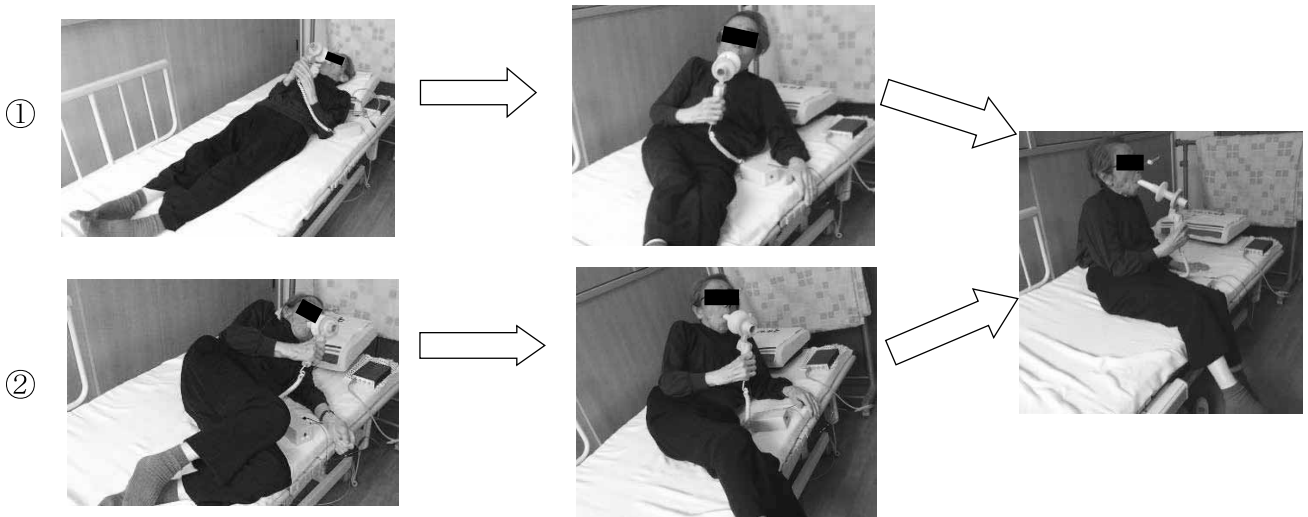


図2 課題動作

①背臥位からの起き上がり動作, ②側臥位からの起き上がり動作

高齢者の課題動作は背臥位から端座位までと側臥位から端座位までの2つの起き上がり動作とし、対象者には右手で呼吸フローセンサーを持たせた。開始肢位にて安静呼吸を3回以上行わせ、自由意志で動作を開始させた。途中、左片肘支持位と終了肢位はベッド左端への端座位とした。

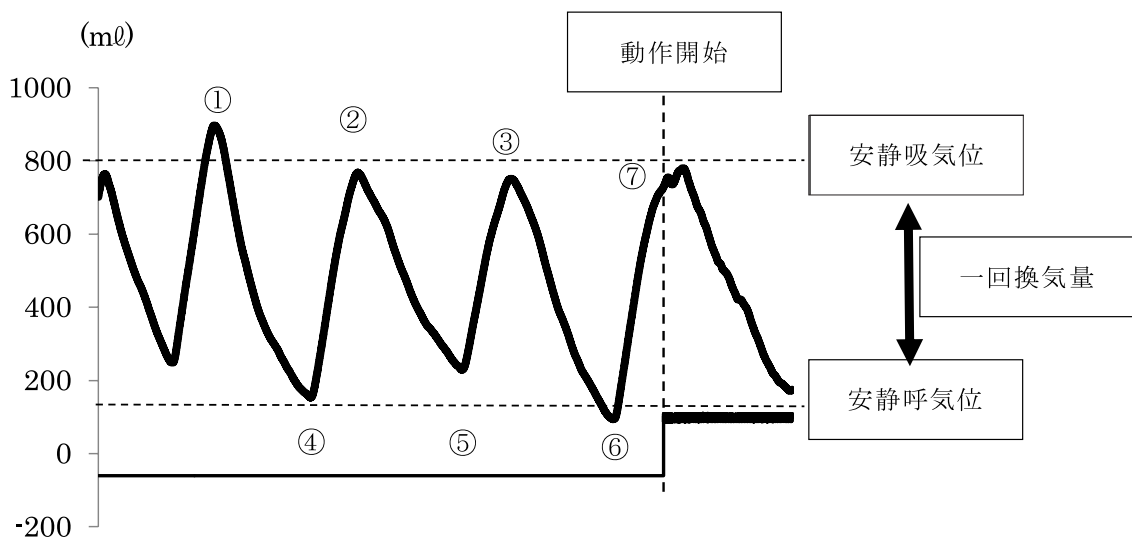


図3 スパイログラムと解析方法1

$$\begin{aligned} \text{安静吸気位} &= (\text{①} + \text{②} + \text{③}) / 3 \\ \text{安静呼気位} &= (\text{④} + \text{⑤} + \text{⑥}) / 3 \\ \text{⑦} &= \text{動作開始 (頭部挙上) 時の肺気量} \\ \text{安静吸気位} - \text{安静呼気位} &= \text{一回換気量} \\ \text{⑦} / \text{一回換気量} \times 100 \geq 50 (\%) &: \text{吸気位} \\ \text{⑦} / \text{一回換気量} \times 100 < 50 (\%) &: \text{呼気位} \end{aligned}$$

表2 起き上がり動作開始時の呼吸状態 (割合)

	吸気位	呼気位	
背臥位からの起き上がり (n=20)	85.0% (17人)	15.0% (3人)	**
側臥位からの起き上がり (n=20)	80.0% (16人)	20.0% (4人)	**

** : p<0.01

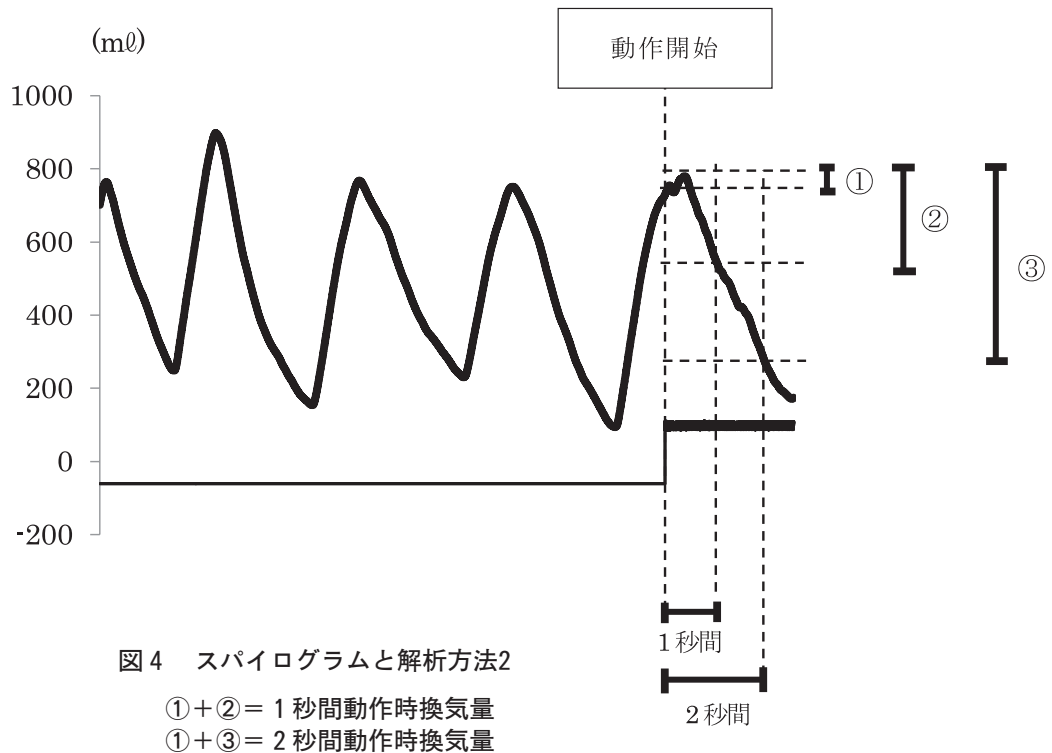


表3 高齢者における安静時換気量と背臥位からの起き上がり動作時の換気量の比較

a. 動作開始から1秒間の換気量 (n=20)		
	安静時 1 秒間	動作開始から 1 秒間
換気量 (ml)	207.5 ± 95.0	138.1 ± 140.9 *
平均値 ± 標準偏差 *: p < 0.05		
b. 動作開始から2秒間の換気量 (n=20)		
	安静時 2 秒間	動作開始から 2 秒間
換気量 (ml)	415.0 ± 190.0	209.0 ± 198.4 ***
平均値 ± 標準偏差 ***: p < 0.001		

表4 高齢者における安静時換気量と側臥位からの起き上がり動作時の換気量の比較

a. 動作開始から1秒間の換気量 (n=20)		
	安静時 1 秒間	動作開始から 1 秒間
換気量 (ml)	247.4 ± 110.3	122.4 ± 135.2 ***
平均値 ± 標準偏差. ***: p < 0.001		
b. 動作開始から2秒間の換気量 (n=20)		
	安静時 2 秒間	動作開始から 2 秒間
換気量 (ml)	494.7 ± 220.5	252.2 ± 223.4 ***
平均値 ± 標準偏差. ***: p < 0.001		

も動作時換気量が有意に減少した。起き上がり動作開始時が吸気位で、その動作中も換気量を減少させたことで起き上がり動作で強く収縮する腹筋群を動作中も極力伸長位に保ち、静止張力を働かせ活動張力を減少できる状態を維持したと考えられた。

本研究の結果から、開腹術後の症例においても起き上がり動作の開始時は吸気位であると推測される。倉繁らは切開創に張力がかかる時の鋭い痛みは機械的侵害刺激によるものと述べている¹²⁾。つまり、開腹術直後の症例は、起き上がり動作開始時に吸気位となり、切開および縫合された腹筋群が伸長された状態から収縮し、張力を発生させ、機械的侵害刺激が増加し、術創部の疼痛を増大させることが考えられる。開腹術直後の症例の起き上がり動作では、開始時に呼気運動を促し呼気位にすることが、切開および縫合された腹筋群の伸長を避けられ、機械的侵害刺激が減少し術創部疼痛の軽減に繋がる可能性が考えられる。

しかし、起き上がり動作に求められる体幹屈曲運動時の腹筋群の張力は、頭部や体幹の重量も影響する。対象者の体型が痩せ型で体幹の重量が軽い場合、腹筋群の張力が少なくても体幹屈曲運動が可能となることが考えられる。また対象者が有する腹筋群の最大筋力が高い場合も、呼気位で腹筋群が弛緩していても静止張力を増やさずに、腹筋群の活動張力で体幹の屈曲運動が可能になることも考えられる。本研究の結果において、背臥位からの起き上がり動作では15.0%、側臥位からの起き上がり動作では20.0%が呼気位であったことは、この2つの要因が関係していると考えられる。

本研究では、起き上がり動作の動作開始となる頭部拳上時の呼吸状態について、一回換気量に対する頭部拳上時の換気量の割合が50%以上を吸気位、50%未満を呼気位と定義した。対象者の体重や腹筋群の最大筋力などと呼吸状態の関連を考慮すると、頭部拳上時の呼吸状態を一回換気量の10%または20%間隔などで評価し、より詳細に呼吸状態を調査する必要性が考えられる。

【結論】

開腹術直後症例における起き上がり動作時の術創部疼痛が軽減した要因を探るにあたり、起き上がり動作時の呼吸状態を調査する必要性があった。本研究において、高齢者における背臥位からの起き上がり動作および側臥位からの起き上がり動作とも動作開始時の呼吸状態は吸気位であることが示唆された。また起き上がり動作開始後の換気量は安静時換気量よりも減少していた。起き上がり動作に呼気運動をさせることは開腹術後症例における起き上がり動作時の術創部疼痛を軽減させる有効な方法になる可能性がある。

【謝辞】

本研究にあたり、被験者として本研究の参加に快諾していただいたデイサービスセンターに通所されている利用者の方々、ならびにご協力いただいた職員に深謝いたします。また、ご指導ならびに測定機器の貸与にご協力いただきましたチェスト株式会社須田茂明氏に感謝いたします。

【文献】

- 1) Srikandarajah S, Gilron I: Systematic review of movement-evoked pain versus pain at rest in postsurgical clinical trials and meta-analyses: A fundamental distinction requiring standardized measurement. *Pain*. 2011 Aug;152(8):1734–1739.
- 2) 坂上尚穂, 大友篤, 他: 起き上がり動作の呼吸運動分析—予備的研究. *研究紀要青葉 Seiyo*. 2016; 8: 33–38.
- 3) 関屋昇: 正常動作の観察と分析—基本動作の観察と分析, 標準理学療法学専門分野臨床動作分析. 奈良勲(監修), 高橋正明(編集), 医学書院, 東京, 2001, pp.28–45.
- 4) 世古俊明, 隈元庸夫, 他: 起き上がり動作時の筋活動について. *北海道リハビリテーション学会雑誌*. 2013; 38:37–42.
- 5) 西本勝夫, 小林 茂, 他: 背臥位, 側臥位そ

- して腹臥位からの起き上がり動作における表面筋電図的分析. 理学療法学. 1989 ; 16:317-312.
- 6) Donald A. Neumann (著), 嶋田智明, 他 (監訳): カラー版筋骨格系のキネシオロジー (原著第2版), 医歯薬出版, 東京, 2012, pp.486-497.
- 7) 中村隆一, 斎藤宏, 他: 基礎運動学 (第6版補訂). 医歯薬出版, 東京. 2012, pp.283-289.
- 8) 山田峰彦: 呼吸器系の基本構造と弾性的性質, 呼吸運動療法の理論と技術. 本間生夫監修, 田中一正, 柿崎藤泰 編集, メディカルビュー社, 東京, 2003, pp.14-23.
- 9) 佐野正明, 佐藤一洋: 正常な呼吸のメカニズム, 呼吸リハビリテーション (第3版). 高橋仁美, 宮川哲夫, 塩谷隆信 編集, 中山書店, 東京, 2012, pp.32-37.
- 10) Ralston HJ, Inman VT, et al. Mechanics of human isolated voluntary muscle: Am J Physiol. 1947 Dec 1;151(2):612-620.
- 11) 谷浩明: 筋と筋収縮, 標準理学療法学専門分野理学療法学総論, 医歯薬出版. 吉尾雅春 (編), 東京, 2010, pp47-56.
- 12) 倉繁拓志, 西 光雄: 開腹手術による痛み. 泌尿器ケア. 2006 ; 11:809-810.