

呼吸介助の介助部位別における呼吸代謝応答の違いについて —座位姿勢での検証—

中津留優里奈・早崎雄喜

要旨

本研究では、座位姿勢における上部胸部と下部胸部の介助部位の違いが呼吸代謝応答に与える影響について比較検討した。若年健常者 17 名(男子 8 名, 女子 9 名)を対象に、座位姿勢で上部胸部と下部胸部へ呼吸介助を 2 回施行し、それぞれ、呼吸介助施行前・中・後において、換気面、代謝面、自覚症を評価した。その結果、換気面では下部胸部への呼吸介助は、一回換気量(tidal volume, 以下 V_T)が安静時より介助施行中に有意に増加し、呼吸数(frequency, 以下 f)は有意に減少した。 V_T の経時変化は、呼吸介助開始 2 分で下部胸部が有意に高値を示した。また、代謝面では酸素摂取量は上部胸部、下部胸部共に安静時より介助中に有意に減少した。自覚症は両部位に差はなかった。今回、座位姿勢での下部胸部への呼吸介助は換気面において V_T と f の変化量が大きく、介助による効果が早期に現れること示唆された。

はじめに

呼吸介助とは、患者の胸部に用手接触し、呼吸にあわせて、胸部を生理的な運動方向に一致して圧迫し、次の吸気時には圧迫を解放することを繰り返す、徒手的に胸部運動を他動的に介助する手技である¹⁾。その主たる目的は、換気量の改善である。加えて、気道分泌物の移動、呼吸仕事量の減少、呼吸困難の減少などの効果もあり¹⁾、呼吸リハビリテーションにおいてコンディショニングの手技として用いられている²⁾。

これまでに、呼吸介助の効果に関する先行研究は、呼吸循環機能に及ぼす影響から検討されているものが多い。伊橋らは³⁾、健常者を対象に呼吸介助施行中の静的肺気量分画について検証し、 V_T が有意に増加したことを示した。また有菌らの⁴⁾慢性呼吸器疾患患者を対象とした報告においても、 V_T の有意な増加を認めている。これらの効果の背景として、 V_T の増加には予備呼気量(expiratory reserve volume, 以下ERV)、予備吸気量(inspiratory reserve volume, 以下IRV)の減少が起こるといわれており⁵⁾、呼吸介助施行中のERVさらには機能的残気量が減少することが示されている³⁻⁶⁾。

そして、この呼吸介助は側臥位や仰臥位、座

位などの様々な姿勢で施行されるが、その姿勢の選択を明確にした先行研究はほとんどない。これまでに伊橋ら³⁾は、健常者を対象に座位の上部胸部、仰臥位の上部および下部胸部といった姿勢や介助部位など3つの条件別に静的肺気量分画を比較、検討した。その結果、これらの条件別に V_T の増加には差は認められなかったことを報告している。

一方、臨床の場面で呼吸困難が生じている患者は起座呼吸を呈することが多い。その際、呼吸困難の軽減を目的に座位姿勢で呼吸介助を施行することが多い。しかし、座位姿勢で上部胸部、下部胸部のいずれに呼吸介助を施行すればよいか、また、効果の相違はあるのか疑問である。

座位姿勢における呼吸介助の効果について、有菌ら⁴⁾は慢性呼吸器疾患患者を対象に呼吸循環応答を検討し、 V_T の有意な増加と f および酸素摂取量(oxygen uptake, 以下 $\dot{V}O_2$)の有意な減少を報告した。しかし、本研究は下部胸部のみに呼吸介助を施行したものであり、上部胸部と下部胸部の2つの部位の影響の相違について検討していない。

そこで、今回、座位姿勢における上部胸部と下部胸部への介助部位の違いについて検討することとした。

仮説として、先行研究^{3,4)}より、上部胸郭、下部胸郭ともに呼吸介助中の V_T は安静時より増加し、 f は減少すると考えた。また、 V_T の増加に介助部位別の差はないと予測した。さらに、静的肺気量分画においては、いずれにおいても予備呼吸量は減少すると仮説をたてた。

本研究の目的は、健常者を対象に座位姿勢における上部胸郭と下部胸郭の2つの介助部位の呼吸代謝応答への影響について、上記仮説を検証し、臨床での適用を明確にするための基礎資料とすることである。

対象

対象は、若年健常者22名(男性11名、女性11名)で、年齢、身長、体重は平均でそれぞれ 21.6 ± 1.0 歳、 164.4 ± 8.2 cm、 58.1 ± 12.2 kgであった。除外基準は、現在喫煙をしているもの、脊椎疾患、呼吸器疾患、心疾患のあるものとした。対象者には、本研究の目的および手順、リスクについて説明し、同意を得た上で安全面を重視して測定を行った。本研究は、長崎大学倫理委員会の承認後実施した(承認番号15051415)。

研究デザイン

本研究は、対象者を上部胸郭、続いて下部胸郭の順に呼吸介助を実施する群と、その逆の順番の群とにランダムに割り付け、ランダム化クロスオーバー比較試験にて行った。2回の測定の間隔は1日以上設けた。呼吸介助は手技に熟練した同一の理学療法士1名が行った。

評価項目

呼吸介助施行中、施行前後において、携帯型呼吸ガス分析装置(アニマ社製エアロソニックAT-1100 Ver. 3. 01)を使用し、 V_T 、 f 、 $\dot{V}O_2$ 、二酸化炭素摂取量(carbon dioxide output, 以下 $\dot{V}CO_2$)を測定した。また、呼吸介助施行前後の静的肺気量分画はスパイロメーター(ミナト医科学社製AUTOSPIRO AS-500)を使用し、ERV、IRVを測定した。自覚症の評価は、2回の呼吸介助施行後、上部胸郭、下部胸郭への呼吸介助でどちらがより呼吸が楽であったかを口頭で聴取した。

測定プロトコル

測定は呼吸介助前にスパイロメーターを用い、静的肺気量分画を3回測定し、予測値に近い測定値を採用した。その後、被験者は図1に示すような安楽した椅子座位にて前方のテーブルを支持した前傾座位とした。その際、呼気ガス分析器のマスクを装着し、10分間の安静座位後に呼吸介助を5分間施行、終了後は3分間の安静座位を保ち、合計18分間にわたって連続的に測定した。呼吸介助終了後、再度スパイロメーターにて静的肺気量分画を測定した。自覚症は、上部胸郭および下部胸郭の2回の呼吸介助実施後に聴取した。



図1 測定実施状況

統計処理と解析方法

呼気ガス分析による測定データはbreath-by-breath方式で取り込み、1分ごとの平均値を算出した。安静時と施行中の比較については、安静時は最も呼吸が安定した3分間の平均値、呼吸介助中は呼吸介助開始後2分経過後からの1分間の平均値を用いた。

上部胸郭と下部胸郭の比較ならびに安静時と呼吸介助施行時の比較について、正規性の検定をShapiro-Wilk検定を実施し、正規性が認められた場合は対応のあるt検定、認められなかった場合はWilcoxonの符号付順位検定を実施した。また、統計解析ソフトはPASW Statistics 18を使用し、危険率5%を統計学的有意とした。

結果

対象者 22 名中, 上部胸部と下部胸部の呼吸介助開始前の安静時の V_T の差が標準偏差の 2 倍を越えていた者 (5 名) を除外し, 解析対象者は, 若年健常者 17 名 (男性 8 名, 女性 9 名) となった. 解析対象者の平均年齢は 21.6 ± 1.0 歳, 平均身長は 164.4 ± 8.2 cm, 平均体重は 58.1 ± 12.2 kg であった.

①換気面

V_T は下部胸部, 上部胸部ともに安静時より呼吸介助施行中において増加したが, 下部胸部のみで有意差を認めた (表 1). f も下部胸部において有意に減少した (表 2). さらに, 上部胸部と下部胸部の V_T の変化率の経時的変化の違いについては, 開始 2 分で下部胸部が 26.6%, 上部胸部は 7.8% 増加し, 上部胸部に比べ下部胸部が有意に高値を示した (図 2). 静的肺気量分面の IRV と ERV は, 呼吸介助前後で上部胸部, 下部胸部とも有意差は認められなかった (表 3, 4).

表 1 V_T

	安静時	呼吸介助中
上部(ml)	555.6±96.2	594.6±96.4
下部(ml)	539.3±82.6	660.1±159.2*
	Mean±SD ※P<0.05	

表 2 : f

	安静時	呼吸介助中
上部(回/min)	16.3±3.7	18.1±4.5
下部(回/min)	16.4±2.7	14.0±3.4*
	Mean±SD ※P<0.05	

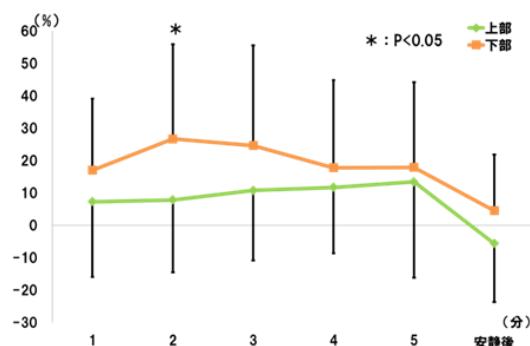


図 2 V_T の経時的変化

表 3 IRV

	呼吸介助前	呼吸介助後
上部(L)	1.65±0.49	1.67±0.53
下部(L)	1.79±0.58	1.62±0.42
	Mean±SD	

表 4 ERV

	呼吸介助前	呼吸介助後
上部(L)	1.65±0.49	594.6±96.4
下部(L)	539.3±82.6	660.1±159.2
	Mean±SD	

②代謝面

$\dot{V}O_2$ は上部胸部と下部胸部共に安静時より呼吸介助施行中で有意に減少した (表 5). $\dot{V}CO_2$ は上部胸部と下部胸部共に有意差は認められなかった (表 6). さらに, $\dot{V}O_2$ の経時的変化の違いについても上部胸部と下部胸部の間で有意差を認めなかった (図 3).

表 5 $\dot{V}O_2$

	安静時	呼吸介助中
上部(ml/min)	238.3±78.7	207.9±59.9*
下部(ml/min)	231.9±56.3	202.5±47.1*
	Mean±SD ※P<0.05	

表 6 $\dot{V}CO_2$

	安静時	呼吸介助中
上部(ml/min)	246.7±74.7	258.2±85.7
下部(ml/min)	240.3±50.7	246.7±70.6
	Mean±SD	

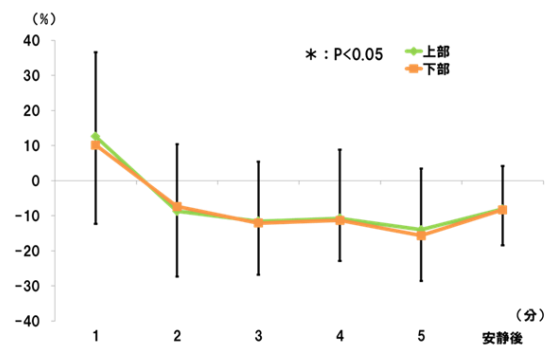


図 3 $\dot{V}O_2$ の経時的変化

③自覚症

上部胸郭の方が呼吸が楽であったと答えた者が7名、下部胸郭と答えた者が10名であった。

考察

座位姿勢における呼吸介助の介助部位の違いが呼吸代謝応答に与える影響について換気、代謝、自覚症の面から比較、検討した。

換気面においては、下部胸郭への呼吸介助において V_T の早期に増加し、かつ呼吸介助施行中での有意な増加、 f の有意な減少が認められた。 V_T の増加に関する先行研究において、胸郭の呼吸時の圧迫と吸気時の拡張の可動域が胸郭拡張差に反映され V_T の増加量に影響しているということ⁷⁾が報告されている。健常者の胸郭拡張差は、腋窩部で2.8~2.9cm、剣状突起部で3.3~3.5cm、第10肋骨部で3.1~3.6cmと上部胸郭より下部胸郭の方が胸郭拡張差が大きいといわれている⁸⁾。また田平ら⁹⁾は上部胸郭より下部胸郭の方が胸郭の可動性が大きい傾向にあったと報告している。今回、我々の結果も胸郭拡張差に反映し下部胸郭で V_T が有意に増加した可能性があると考えられた。 f に関して、呼吸介助を行うと V_T が増加することで f が減少し、 V_T 優位の呼吸パターンになることが示されている¹⁰⁾。有菌らの研究⁴⁾でも、慢性呼吸器疾患患者に呼吸介助を行うことで V_T が増加し、 f が減少すると報告されている。今回の結果において、下部胸郭では有菌らの報告と同様の結果が示された。しかし、上部胸郭において V_T は有意に増加せず、 f は減少を認めなかった。この理由として、上部胸郭は吸気時に前後径が増大するが、仲保ら¹¹⁾は、前傾座位姿勢では上部胸郭の上前方への拡張運動が制限されるという報告している。このことから、本研究における測定姿勢が前傾座位であり、上部胸郭の動きが制限されたことで V_T の増加が抑制されたものと推測された。それにともなって、 f も減少しなかったと考えられる。IRVとERVはともに呼吸介助施行前後で上部胸郭、下部胸郭ともに有意差は認められなかった。健常者を対象とした研究において、呼吸介助は安静呼吸位を越えて呼吸を介助するため、呼吸介助施行中はERVが減少すると報告されている³⁾。このことから呼吸介助の肺気量分画への影響は呼吸介助施行中のみであり、

手技終了後は速やかに施行前の状況に復するものと考えられた。

代謝面においては、 $\dot{V}O_2$ は上部胸郭、下部胸郭ともに呼吸介助中は有意に減少した。これは、呼吸介助によって呼吸を介助することで、次の吸気が受動的に行われることにより、吸気の際の呼吸筋の仕事量が減るため、酸素消費量が減少したと考えられる。呼吸器疾患患者を対象とした有菌ら⁴⁾の研究でも、 $\dot{V}O_2$ の減少は呼吸筋の仕事量が減少していると推察している。

さらに自覚症においては上部胸郭と下部胸郭で違いはなかった。これは、今回の対象は健常者であり、日常生活の中で呼吸困難や呼吸努力を自覚することがないため、呼吸介助そのものによる影響の相違が得られなかったと考えられる。また、呼吸器疾患患者を対象に、息切れ感と SpO_2 の関連性を検討した研究では、主観的指標と客観的指標は一致しなかったという報告されており¹²⁾、われわれの結果も同様であったと推察した。

本研究の制限因子として、上部胸郭および下部胸郭の柔軟性を評価していないこと、被験者の前傾姿勢の条件を設定しなかったことなどが考えられた。今後はこれらの因子の影響を検討するとともに、対象者数を増やし、その年齢層や基礎疾患ならびに呼吸困難の有無といった状況を考慮して検討していく必要がある。

本研究では下部胸郭への呼吸介助にて換気面の変化量が大きい結果となった。今回の対象は健常者という制限はあるが、臨床で応用する際も下部胸郭への呼吸介助において呼吸代謝応答が得られやすい可能性が予想される。

まとめ

今回、座位姿勢での介助部位別における呼吸代謝応答の違いについて、若年健常者を対象に比較、検討した。その結果、換気面では下部胸郭の呼吸介助で V_T が安静時より呼吸介助中に有意に増加し、 f は有意に減少した。また、 V_T は上部胸郭より早期に増大していた。代謝面、自覚症では両部位間に差は認められなかった。以上のことから、座位姿勢での呼吸介助の介助部位の違いの特徴として、下部胸郭への呼吸介助の方が換気面において V_T と f の変化量が大きく早期に影響が現れることが明らかになった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご尽力を賜りました田中貴子助教、神津玲教授ならびに長崎大学大学院医歯薬学総合研究科の諸先生方、

研究にご協力いただいた長崎大学生の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 千住秀明, 眞淵 敏, 他監修:呼吸理学療法標準手技 第1版. 医学書院, 東京, 2008, pp. 92-95.
- 2) 日本呼吸管理学会呼吸リハビリテーションガイドライン作成委員会, 日本呼吸器学会ガイドライン施行管理委員会, 他編:呼吸リハビリテーションマニュアル-運動療法-, 第2版 照林社, 東京, 2012, pp38.
- 3) 伊橋光二, 斎藤昭彦, 他:呼吸介助手技が肺気量分画に与える影響. 理学療法学. 1989;16;4:267-272.
- 4) 有菌信一, 北川知佳, 他:慢性呼吸器疾患患者に対する座位呼吸介助手技の換気代謝機能へ及ぼす影響. 長崎大学医療技術短期大学部紀要. 2000;13;133-137.
- 5) A. I. Kapandji, 訳:塩田悦二:カバンジー機能解剖学 カラー版 第6版. 医歯薬出版, 東京, 2010, pp. 152-155.
- 6) 山崎允, 上村洋充, 他:用手的呼吸介助手技施行時の肺気量分画の変化と横隔膜の移動距離の観察. 日本私立医科大学理学療法学会誌. 2008;25:113-116.
- 7) 鋤崎利貴, 横山茂樹, 他:胸郭の柔軟性が呼吸介助手技時の一回換気量に及ぼす影響について. 長崎理学療法. 1998;1:13-17.
- 8) 千住秀明:呼吸リハビリテーション入門 理学療法士の立場から 第4版. 神陵文庫, 長崎, 2004, pp82.
- 9) 田平一行, 神津玲, 他:中高年者における胸郭拡張差を加味した肺機能予測式の検討. 理学療法学. 1996; 23;2:66-71.
- 10) 上村洋充, 眞淵敏, 他:術後呼吸不全患者に対する徒手的呼吸介助時の換気変化について. 理学療法学. 1997, 24;203
- 11) 仲保徹, 山本澄子, 他:脊柱後彎位が胸郭運動に与える影響 Slump SittingとStraight Sittingの比較から. 理学療法科学. 2009;24:697-701.
- 12) 大場友裕, 小松直正, 他:患者の訴えに振り回される新人理学療法士の取り組み 主観的な訴えと客観的指標との関連. 理学療法京都. 2013;42;102-103.

(指導教員: 田中貴子・神津 玲)