

修士学位論文

背臥位での頸部と上肢肢位が胸郭腹部
局所の換気量と FRC に与える影響

(西暦) 2017年 1月 6日 提出

首都大学東京大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻

理学療法科学域

学修番号：15895607

氏名：高橋 慧朗

(指導教員名： 山田 拓実)

(西暦) 2016 年度 博士前期課程学位論文要旨

学位論文題名 (注: 学位論文題名が英語の場合は和訳をつけること)

背臥位での頸部と上肢肢位が胸郭腹部局所の換気量と FRC に与える影響

学位の種類: 修士 (理学療法学)

首都大学東京大学院

人間健康科学研究科 博士前期課程 人間健康科学専攻 理学療法科学域

学修番号 15895607

氏名: 高橋 慧朗

(指導教員名: 山田 拓実)

注: 1 ページあたり 1,000 字程度 (英語の場合 300 ワード程度) で、本様式 1~2 ページ (A4 版) 程度とする。

【背景と目的】本研究の目的は、三次元動作解析装置を用いて背臥位における頸部と上肢肢位の操作が局所換気量と FRC に与える影響を検証することである。

【方法】対象は若年健常成人男性 15 名 (年齢 21 ± 2 歳) とした。頸部回旋中間位と左回旋 60° 位, 右上肢肩外転 10° と 90° と 135° 位の計 6 肢位にてマスクと呼吸流量計を背臥位で装着し, 安静呼吸をさせた。胸郭と腹部の呼吸運動の解析には三次元動作解析装置を用いた。部位別換気量の算出は胸郭腹部を左右 2 分割上下 3 分割, 合計 6 分割にし, 背臥位用にプログラミングした Excel VBA にて算出した。1 分間の安静呼吸後の 2 もしくは 3 呼吸の 1 回換気量 (VT) の平均値を VT, 呼気終末肺容量の平均値を FRC とした。呼吸流量計の VTF と三次元動作解析装置での VT3D の妥当性検討には Pearson の積率相関係数を用いた。各肢位での, VTF, 部位別換気量, VT3D に対する部位別換気量の割合, FRC および部位別 FRC に対する頸部と上肢肢位の 2 要因による影響を二元配置分散分析で検定し, 有意な場合は Tukey の検定にて多重比較を行った。

【結果】各肢位での VTF と VT3D は中等度から強い相関がみられた ($p < .05$, $r = .705 \sim .958$)。各肢位での VTF, 部位別換気量, VT3D に対する部位別換気量の割合, FRC には頸部と上肢による主効果, 交互作用を認めなかった ($p > .05$)。部位別 FRC は下部胸郭右側 (上肢外転側) に主効果 ($p = .015$) を認め, 下部胸郭左側に主効果の傾向 ($p = .068$) を認めた。多重比較の結果, 下部胸郭右側では, 上肢外転 10° 位と比較して外転 135° 位で FRC が $0.46L$ ($p = .011$) 増大し, 下部胸郭左側では $0.41L$ ($p = .055$) の増大の傾向がみられた。部位別 FRC に交互作用を認めなかった ($p > .05$)。

【考察】呼吸流量計の VTF と三次元動作解析装置より算出された VT3D の相関は良好であり, 実際の呼吸における VT を表すものとして妥当であると考え。VTF, 部位別換気量, VT3D に対する部位別換気量の割合, FRC には背臥位においては頸部と上肢肢位の影響を受けにくい結果となった。下部胸郭において外転 135° 位で部位別 FRC が増大することが確認され, 無気肺の起きやすい下葉の無気肺の予防につながられる可能性が示唆された。

【Key words】

背臥位, 胸郭腹部呼吸運動, 三次元動作解析装置, FRC

背臥位での頸部と上肢肢位が胸郭腹部局所の換気量と FRC に与える影響

I. 要旨

本研究の目的は、三次元動作解析装置を用いて背臥位における頸部と上肢肢位の操作が局所換気量と FRC に与える影響を検証することとした。健常若年成人男性 15 名を対象とし、背臥位にて頸部中間位と回旋 60° 位、上肢外転 10° と 90° と 135° 位を組み合わせ 6 肢位にて安静呼吸を行った。1 回換気量 (VT)、部位別換気量の VT に対する割合、FRC、および部位別 FRC を従属変数として、頸部と上肢の二要因にて二元配置分散分析を行った。VT と部位別換気量の VT に対する割合、および FRC に各要因による主効果と交互作用はみられなかった。部位別 FRC は上肢の主効果を認め、上肢外転 10° に比べ、135° では下部胸郭右側で 0.46L、下部胸郭左側で 0.41L それぞれ FRC が有意に増大した。以上より、頸部と上肢肢位は VT と各部位の換気量には影響を与えないものの、下部胸郭の FRC を増大させることで下葉の無気肺などの介入に有用である可能性が示唆された。

【Key words】背臥位，胸郭腹部呼吸運動，三次元動作解析装置，FRC

II. 緒言

ICU などにおける急性期の呼吸理学療法のひとつとして mobilization があげられ、これは体位変換や四肢運動、離床をさす¹⁾。とくに体位変換は臨床上よく行われる理学療法の一つであり、それぞれの体位が生体に与える影響が報告されている。しかしながら、症例の病態や低酸素血症、肺出血、頭蓋内圧上昇、血圧低下などで離床できず、背臥位での呼吸管理をしなければならないこともある。

呼吸筋は頸部や上肢帯、体幹に広く存在する、そのため、呼吸理学療法において頸部や上肢肢位を変化させ、呼吸筋のストレッチや呼吸体操などで胸郭の柔軟性を改善し、胸郭コンプライアンスを増大させるための訓練が行われる。頸部や上肢肢位が呼吸に与える影響を調べた研究がいくつか散見される。しかしながら、ほとんどの研究が座位・立位などの抗重力位での呼吸機能の変化について調べたものであり、背臥位での頸部と上肢肢位を変化させた際の胸郭と腹部の呼吸運動を研究したものは渉猟した限りみつけられない。呼吸筋は姿勢保持筋としての作用もあり、抗重力位と背臥位では胸郭と腹部の呼吸運動は異なると予想される。

呼吸運動解析の方法はテープメジャー周囲径計測やレスピトレース、dynamic MRI などがある²⁾。しかしこれらの方法は連続的な測定や左右非対称な肢位での呼吸運動の特性を明らかにするための測定には向かない。Cala ら³⁾は三次元動作解析装置を用いて呼吸に伴う胸郭と腹部の呼吸運動を体表に貼付した多数の反射マーカの 3 次元座標から胸郭の幾何モデルを構成し、ガウスの定理からその容積を算出した⁴⁾。多数の先行研究で三次元動作解析装置にて測定した体積変化と、肺の換気量が等しいことが報告されている⁵⁾。この方法で骨盤や脊柱の操作したときの呼吸運動を解析した研究⁶⁾が行われている。しかしながら、これらの測定姿勢は座位、すなわち抗重力位が主であり、背臥位での研究や胸郭・腹部を左右に分離して局所の体積を算出した研究はほとんどなされておらず、頸部と上肢肢位を変えた際の詳細な呼吸運動の解析は国内外の文献を渉猟した限りみつけられない。

安静時の呼吸では、呼気終末でも肺内に機能的残気量(functional residual capacity, 以下 FRC)分の空気が残っているために、末梢気道の虚脱が生じず、無呼吸時にも酸素化を維持することができる。成人では、FRC は加齢によりほとんど変化しないが、体位や肺疾患・全身麻酔によって減少する。成人では座位から仰臥位になると FRC はおよそ 30%減少する。さらに全身麻酔をかけると自発呼吸下で 20.5%、人工呼吸下で 17.5%覚醒時より FRC が減少する。FRC が小さくなれば、末梢気道の虚脱・閉塞が起こりやすくなる。closing capacity(以下、CC)は、体位や麻酔などの影響を受けないが、年齢により増加する。CCがFRCよりも大きくなると、安静時の呼吸でも末梢気道の閉塞が起こっている。すなわち、高齢者や仰臥位の全身麻酔下の患者では、CCがFRCよりも大きくなっているために、通常の安静換気では1呼吸サイクル毎に末梢気道の閉塞が起こっている可能性が高い。この状態が継続されれば、末梢気道の閉塞から無気肺をきたし、低酸素に至る可能性がある⁷⁾。上肢と頸部の操作により、呼吸筋の伸長に伴う胸郭コンプライアンスの変化で局所のFRCに影響を与えることができる可能性がある。

以上のことから、呼吸理学療法において、背臥位での頸部と上肢肢位を操作した左右非対称の肢位の胸郭と腹部の局所換気量と FRC に与える影響を明らかにすることは、大きな臨床的意義を持っている。よって本研究の目的は、三次元動作解析装置を用いて背臥位における頸部と上肢肢位の操作が局所の換気量と FRC に与える影響を検証すること、とした。

III. 方法

1. 対象

対象は、若年健常成人男性 15 名{年齢 21 ± 2 歳，身長 172.4 ± 3.5 cm, 平均体重 62 ± 7 kg, (平均 \pm 標準偏差)}とした。除外基準は肥満者(BMI>25), 呼吸器疾患と脊椎疾患の既往、喫煙歴のあるものとした。

2. 測定手順

対象者の服装はスパッツのみとし、Cala らの方法に準じて体幹前面・側面に合計 45 個マーカを貼付，マット上に背臥位をとらせた。その後，被験者に呼吸流量計(HANS RUDOLPH 社製)につながったマスクを装着させ，各肢位で安静呼吸を行わせた。なお，胸郭と腹部の呼吸運動の測定は赤外線カメラ 12 台(VICON 社製，サンプリング周波数 100Hz)構成の三次元動作解析装置(VICON NEXUS, VICON 社製)で行った。

3. 測定肢位

a)頸部：回旋中間位(以下，control)，左回旋 60° 位(以下，N60)

b)上肢：右肩関節外転 10° 位(以下，control)，外転 90° 位(以下，S90)，外転 135° 位(以下，S135)

以上の頸部 2 肢位・肩外転 3 肢位の合計 6 肢位を測定肢位とした。なお，頸部は屈伸・側屈中間位とした。左肩関節は 10° 外転位にて固定した。両肩関節は内外旋・屈曲伸展中間位，肘関節伸展位，前腕回内外中間位とした。また，各肢位は日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会の測定方法に準じてゴニオメーターで角度の設定を行った。骨盤と下肢はそれぞれ中間位とし，それぞれの肢位の調整にはバスタオルを用いた(図 1)。

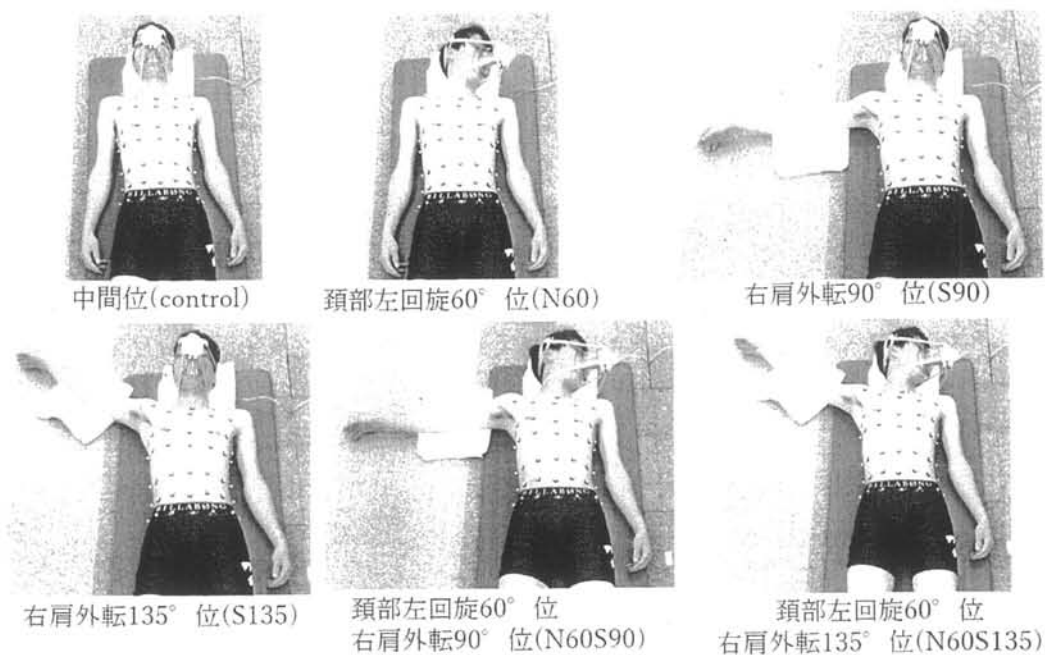


図1：測定肢位

4. 呼吸運動解析

呼吸運動の解析に際して、胸郭・腹部をそれぞれ上下に3つ、左右2つ、合計6つに分割した。すなわち、右上部胸郭(上部右)、左上部胸郭(上部左)、右下部胸郭(下部右)、左下部胸郭(下部左)、右腹部(腹部右)、左腹部(腹部左)である。Cala らの方法は座位での体積の算出に用いられるものであるため、背臥位で算出できるように Microsoft office Excel 2013 VBA によりプログラミングした。この VBA は胸郭前面の3つのマーカとそれと対応する背側の3つマーカを想定し、胸郭前面と背面の三角形重心間距離を用いて体積を算出するものである。1分間の安静呼吸後の3回の呼吸のうち安定して測定できた吸気位と呼気位を2もしくは3呼吸分平均し、これを tidal volume(以下、 VT_{3D})とした。各部位での部位別換気量[L], VT_{3D} に対する上部右, 上部左, 下部右, 下部左, 腹部右, 腹部左それぞれの部位別換気量の割合[%]を算出した。さらに、 VT_{3D} として計算した2もしくは3呼吸のうち、呼気終末肺容量の平均を FRC とした(図2)。

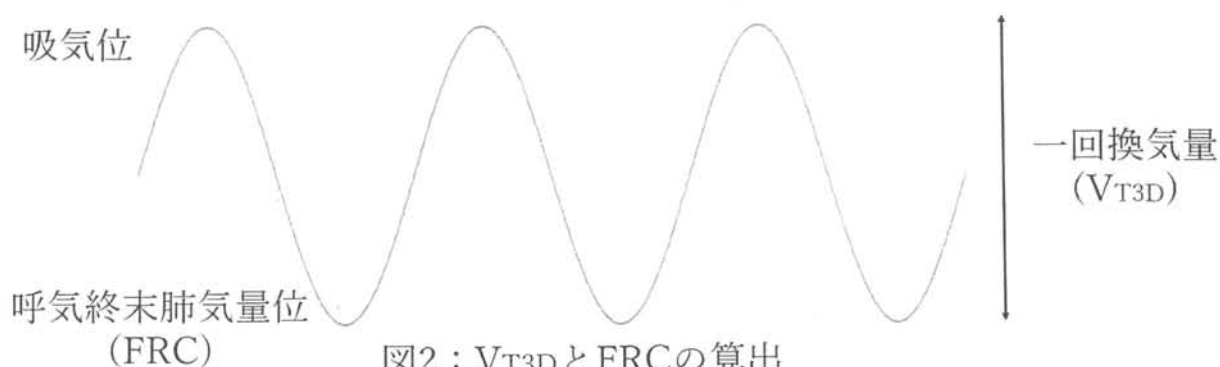


図2： VT_{3D} とFRCの算出

5. 統計学的処理

呼吸流量計の VT と三次元動作解析装置で算出された VT_{3D} の妥当性検討には Pearson の積率相関係数を用いた。また、呼吸流量計により計測した VT を従属変数と

して、頸部と上肢の二要因にて二元配置分散分析を行った。各部位の換気量と V_{T3D} との割合を従属変数として、頸部と上肢の二要因にて二元配置分散分析を行った。各部位の FRC および FRC 総計を従属変数として、頸部と上肢の二要因にて二元配置分散分析を行った。なお、有意差を認めた場合は Tukey の検定にて多重比較を行った。統計学的処理には IBM SPSS Statistics ver.19 を用い、有意水準は 5% とした。

6. 倫理的配慮

首都大学東京荒川キャンパス研究安全倫理審査委員会の承認(承認番号:16020)をもって行い、対象者には実験の趣旨を説明し、書面による同意を得た。

IV. 結果

1. 呼吸流量計の V_T と V_{T3D}

結果を図 3~8 に示した。いずれの条件でも $p < 0.05$ であり、 $r = 0.705 \sim 0.958$ と呼吸流量計の V_T と V_{T3D} との間に中等度から強い相関がみられた。

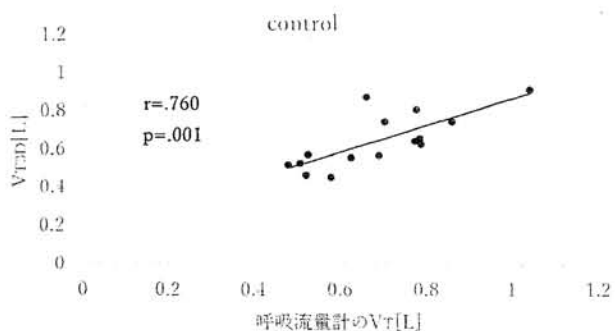


図3：controlでの V_{T3D} と呼吸流量計の V_T の相関

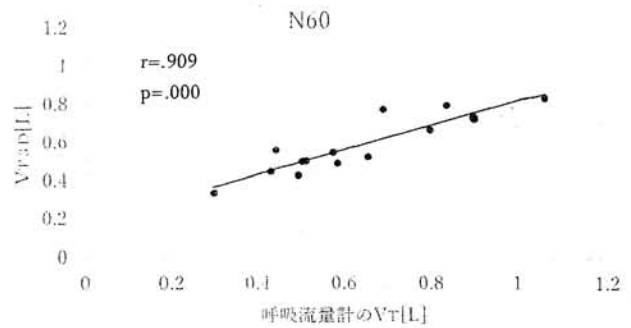


図4：N60での V_{T3D} と呼吸流量計の V_T の相関

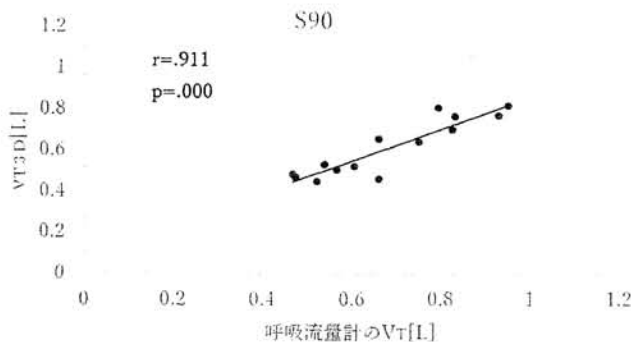


図5：S90での V_{T3D} と呼吸流量計の V_T の相関

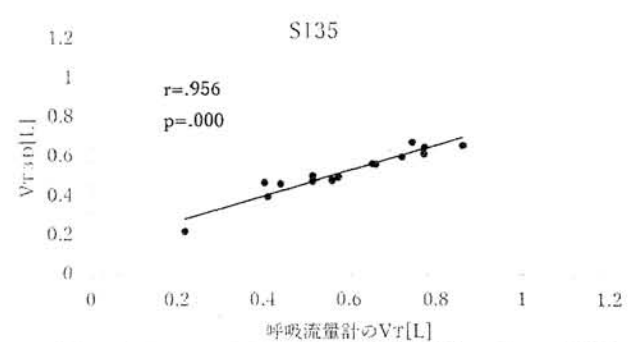


図6：S135での V_{T3D} と呼吸流量計の V_T の相関

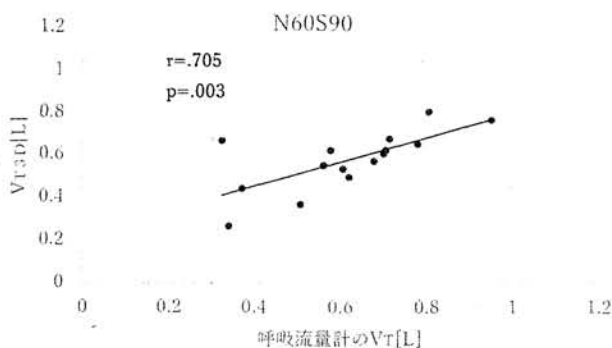


図7：N60S90での V_{T3D} と呼吸流量計の V_T の相関

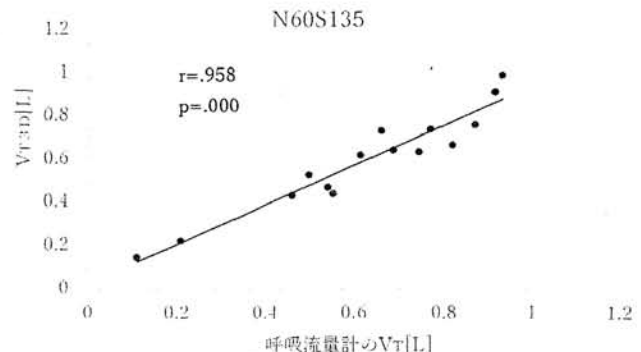


図8：N60S135での V_{T3D} と呼吸流量計の V_T の相関

2. VT3Dにおける頸部と上肢肢位の影響

各肢位での呼吸流量計にて測定された VT の平均値±標準偏差と VT3D での各部位換気量の頸部と上肢の二要因での二元配置分散分析の結果を表 1 に示した。頸部と上肢での主効果と交互作用はみられなかった($p>0.05$)。

表1：各肢位でのVTと局所換気量[L]

	VT	上部右	上部左	下部右	下部左	腹部右	腹部左
control	0.69±0.14	0.04	0.06	0.14	0.11	0.16	0.17
N60	0.64±0.15	0.02	0.03	0.13	0.14	0.16	0.16
S90	0.68±0.13	0.02	0.04	0.14	0.15	0.17	0.19
S135	0.59±0.17	0.01	0.02	0.11	0.12	0.15	0.17
N60S90	0.61±0.17	0.01	0.04	0.13	0.12	0.15	0.17
N60S135	0.63±0.23	0.02	0.04	0.13	0.12	0.15	0.18

3. 各肢位における部位別換気量と部位別換気量の割合への頸部と上肢肢位の影響

各肢位の部位別換気量の胸郭と腹部の換気量総計に対する割合を表 2 に示した。各肢位における胸郭と腹部の換気量総計に対する部位別換気量の割合は頸部と上肢肢位による主効果をどちらも認めず、交互作用を認めなかった($p>0.05$)。

表2：各肢位での胸郭と腹部全体積に対する各肢位の局所換気量の割合[%]

	上部右	上部左	下部右	下部左	腹部右	腹部左
control	6.40±5.28	9.26±10.12	20.45±5.36	16.10±11.31	23.25±6.16	24.54±7.10
N60	3.25±4.42	5.40±4.80	20.13±7.62	21.24±5.10	25.38±7.26	24.60±6.63
S90	2.51±5.06	5.03±5.57	20.41±7.35	21.77±3.75	23.46±8.97	26.83±8.60
S135	1.31±4.94	3.20±3.73	19.03±8.23	21.00±5.75	26.20±9.35	29.06±9.03
N60S90	1.58±6.17	6.64±5.74	21.60±7.04	19.41±5.70	23.94±5.43	26.84±10.06
N60S135	3.60±8.72	5.65±5.00	19.93±6.56	18.81±8.60	23.83±6.00	28.16±10.16

4. 各肢位での FRC と部位別 FRC における頸部と上肢肢位の影響

FRC[L]および部位別 FRC を表 3 に示した。FRC について、頸部と上肢の二要因での主効果と交互作用を認めなかった($p>0.05$)。部位別 FRC について、上部右において上肢の主効果を認め($p=0.015$)(表 4)、上部左について主効果に有意傾向($p=0.068$)を認めた(表 5)が、その他の部位には二要因による主効果と交互作用を認めなかった($p>0.05$)。上部右と上部左にける上肢の Tukey の検定による多重比較の結果を表 3 に示した。上部右では control と S135 に有意な差を認め($p=0.011$, 平均差 S135-control=0.46[L], 標準誤差 0.16), 上部左では control と S135 に有意傾向を認めた($p=0.55$, 平均差 S135-control=0.41[L], 標準誤差 0.17)。

表3：各肢位でのFRC[L]と部位別FRC[L]と多重比較の結果

	FRC	上部右	上部左	下部右	下部左	腹部右	腹部左
control	27.90±3.02	5.42±0.67	5.52±0.72	4.68±0.58	4.59±0.62	3.83±0.63	3.86±0.71
N60	27.87±3.01	5.55±0.69	5.47±0.85	4.78±0.58	4.43±0.62	3.86±0.64	3.79±0.69
S90	28.49±3.11	5.28±0.77	5.80±0.90	4.88±0.63*	4.74±0.70	3.82±0.63	3.97±0.78
S135	29.26±3.01	5.06±0.74	6.18±0.90	5.15±0.61*	4.98±0.71	3.84±0.63	4.04±0.79
N60S90	28.73±2.89	5.44±0.73	5.67±0.84	5.07±0.61	4.75±0.69	3.84±0.59	3.69±0.72
N60S135	29.03±3.01	5.25±0.77	5.82±0.87	5.22±0.60	5.22±0.60	3.89±0.63	4.00±0.77

* : p<0.05 † : 0.05<p<0.10

表4：下部右の部位別FRCに対する二元配置分散分析の結果

下部右	タイプIII平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
頸部	0.321	1	0.321	0.89	0.349
上肢	3.179	2	1.590	4.40	0.015*
頸部×上肢	0.066	2	0.033	0.09	0.913

* : p<0.05

表5：下部左の部位別FRCに対する二元配置分散分析の結果

下部左	タイプIII平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率
頸部	0.185	1	0.185	0.41	0.526
上肢	2.530	2	1.265	2.78	0.068†
頸部×上肢	0.116	2	0.058	0.13	0.881

† : 0.05<p<0.10

V. 考察

1. 呼吸流量計のVTと三次元動作解析装置で算出されたVT3D

先述の先行文献のように、各肢位での呼吸流量計のVTと三次元動作解析装置より算出されたVT3Dは良好な相関を示した。したがって、本研究での三次元動作解析装置により算出されたVT3Dは実際の呼吸におけるVTを表すものとして妥当であると考えられる。

2. 頸部と上肢肢位がVTに与える影響

本実験ではVTは頸部と上肢肢位の影響を受けなかった。垣内ら⁸⁾は健常成人において頸部正中位と頸部30°回旋位においてはVTに有意差はみられなかったと報告している。VTは呼吸仕事量、PaCO₂、呼吸困難感など⁹⁾の延髄呼吸中枢により影響を受ける。したがって、VTはCOPDなどの呼吸器疾患や運動負荷時などで変化しやすいものの、健常人では影響を受けにくい。一方で、岡前ら¹⁰⁾は健常男女において、安静立位と比べて上肢挙上(肩関節屈曲)位90°・135°・180°でVTの増大を認めたとしている。また、Dolmageら¹¹⁾は呼吸リハ施行中のCOPD患者において座位にて上肢挙上(肩関節屈曲)位での上肢支持の有無においてVTに有意な差がみられたとしている。このようにVTは上肢肢位によって変化する可能性があるが、これらの研究は抗重力位で行っており、本研究とは呼吸筋の活動が異なるため、直接の比較はできない。以上により、健常の若年成人男性においては頸部回旋と上肢外転はVTに影響を及ぼさないことが示唆されるが、頸部回旋と上肢外転のみならず、他の肢位や症例での比較が必要であると考えられる。

3. 各肢位における局所換気量への頸部と上肢肢位の影響

各肢位における部位別換気量と VT3D に対する部位別換気量の割合への頸部と上肢肢位の影響はみられなかった。その理由として、VT が頸部回旋と上肢外転の影響を受けなかったことが考えられる。高山ら¹²⁾の報告は三次元動作解析装置を用いて背臥位にて局所換気量を検討した数少ない研究のひとつである。しかしながら、高山らの報告は対象者の胸郭を理学療法士が徒手によって直接操作したものであるため本研究との比較はできないが高山らの報告では呼吸介助にて換気量の増大と、局所呼吸運動の変化を認めている。先述のように、VT に変化のみられた健常人の上肢挙上、さらに胸郭コンプライアンスの低下する COPD や呼吸器疾患例や高齢者では奇異呼吸運動を示すため、局所換気量が異なる可能性がある。

4. 頸部と上肢肢位が FRC, 局所 FRC に与える影響

本実験の結果では、FRC と部位別 FRC に対していずれの肢位においても頸部の主効果を認めなかった。しかし、下部右においては上肢肢位の主効果を認め、外転 135° 位では、上肢 control よりも部位別 FRC に 0.46L の有意な増大を認め、下部左でも上肢肢位の主効果の傾向を認め、外転 135° 位では 0.41L の増大の傾向がみられた。さらに、いずれの肢位においても頸部と上肢による交互作用を認めなかった。安静吸気には横隔膜と外肋間筋が働くが、頸部に付着する筋は安静時には動員されず、強制吸気には斜角筋群、胸鎖乳突筋が動員される。本実験では安静呼吸を行っており、頸部筋の動員はほとんどなかったため、頸部回旋に伴い筋長が変化していても局所 FRC に影響を与えなかったと推察される。一方、上肢の外転では安静呼吸でも動員される横隔膜、外肋間筋をはじめとし、広背筋や前鋸筋、大胸筋や腹筋群など多くの呼吸筋の付着する胸郭に影響を与える。岡前ら¹⁰⁾の報告でも、安静立位に比べ上肢挙上 90°位までは、肺気量位、胸部周囲径ともに、徐々に減少し、135°位、180°位では逆に徐々に増加したとしている。その理由として、①頸部・肩甲骨周囲筋群が上肢の重みを支えるために活動するため、上肢挙上 90°位までは、安静立位に比べ胸郭がやや縮小位で呼吸運動が行われ、それにより低い肺気量位での呼吸となること¹³⁾、②90°以上の上肢挙上では、大胸筋や小胸筋の伸張により胸郭が引き上げられることや前鋸筋の活動により胸郭が拡張位になり、安静立位時と同程度の肺気量位で呼吸が行われるようになること¹⁴⁾、をあげている。岡前ら¹⁰⁾の報告では姿勢が立位であり、上肢を自動運動にて挙上させていることが本実験とは大きく異なるが、本実験でも上肢外転 135° 位では大胸筋と小胸筋、前鋸筋が伸長され、上肢外転側の下部胸郭が拡張し、胸郭コンプライアンスが変化したことが FRC の増大につながったことを示唆する結果であった。さらに、上肢を操作していない反対側の下部左にも FRC の増大の傾向を認めた。この結果も同様に、上肢外転側の胸郭コンプライアンスが増大したことにより、反対側にも影響を及ぼす可能性があることを示唆した結果であると考えられる。

今回の実験では上肢外転 135° 位において局所の FRC の増大を認めた。FRC は安静時の呼気終末に肺の中に残っている肺気量で、ガス交換に大きく影響するといわれている。FRC の減少は、肺内シャントの増加や換気血流比の不均衡をもたらす、酸素運搬能の低下をもたらす¹⁵⁾。本実験では、右下部胸郭の FRC が上肢 control と比べて外転 135° 位では約 0.46L 増大しており、高肺気量位での呼吸となっている。実際に無気

肺は下葉にて多く発生することが報告¹⁶⁾されている。すなわち、下葉の無気肺の予防や下部胸郭の FCR の増大を目的とした介入において、上肢外転 135° 位が臨床上で有用であることを示唆する結果であると考えられる。

5. 本研究の限界

本研究の限界としては、対象が若年健常成人男性であったことである。胸郭と腹部の呼吸運動は男女や疾患により胸郭コンプライアンスが異なるため、女性や高齢者、臨床症例での検討が必要である。

VI. 引用文献

- 1) Clini E, Ambrosino N: Early physiotherapy in the respiratory intensive care unit. *Respir Med* 90:1096-1104, 2005
- 2) 田中一正：呼吸運動解析の医学的重要性。バイオメカニズム学会誌 36：157, 2012
- 3) Cala S, Kenyon C, Ferrigno G: Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. *Am Physiol Society* 81:2680-2689, 1996
- 4) 正保哲：姿勢変化が呼吸時の胸壁運動に及ぼす影響—呼吸時体積変化の分析から—。国際医療福祉大学大学院博士論文 2013：4, 2013
- 5) A Aliverti, R Dellaca, P Pelosi et al. Optoelectronic plethysmography in intensive care patients. *Am J of Respir Crit Care Med.* 161:1546-1552, 2000
- 6) 仲保徹, 山本澄子：脊柱後彎位が胸郭運動に与える影響。理学療法科学 24：697-701, 2009
- 7) 竹内護, 堀田訓久著：実践臨床麻酔マニュアル：2-3, 中外医学社, 東京, 2013
- 8) 垣内優芳, 佐々木貴哉, 松本晋輔 他：頸部回旋が随意的咳嗽力に及ぼす影響。理学療法科学 29：113-116, 2004
- 9) 小川浩正：肺気量分画。呼吸 33：1115, 2014
- 10) 岡前暁生, 間瀬教史, 野添匡史 他：上肢挙上角度の変化が肺気量位と呼吸運動に与える影響。理学療法兵庫 13:54-58, 2007
- 11) T Dolmage, M Avendano, R Goldstein: The Ventilatory Response to Arm Elevation of Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Chest* 104:1097-1100, 1993
- 12) 高山雄介, 野添匡史, 松下和弘, 他：背臥位における呼吸介助が局所換気運動に及ぼす影響。理学療法学 43:368-374, 2016
- 13) Prandi E, Couture J, Bellemare F: In normal subjects bracing impairs the function of the inspiratory muscles. *Eur Respir J* 13:1078-1085, 1999
- 14) McKeough Z, Alisn J, Peter B: Arm Positioning alters lung volume in subjects with COPD and Healthy subjects. *Australian J of Physiotherapy* 49:133-137, 2003
- 15) 宇都宮明美：体位と呼吸管理。人工呼吸 27:64-67, 2010
- 16) 安藤守秀, 片岡竹弘, 平山晃介 他：急性期呼吸リハビリテーションの無気肺の予防・介助に対する効果。日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌 20：249-254, 2010

VII. 英語要旨

The Effect of Operating Neck and Shoulder Position in the Supine Posture on Thoracoabdominal Motion, Regional Tidal Volume, and Functional Residual Capacity in Healthy Subjects.

Introduction

The aim of this study was to investigate the effect of laterally asymmetrical positions in the supine posture on regional tidal volume (VT) and functional residual capacity (FRC) in healthy subjects by using a three-dimensional motion analyzer.

Methods

Fifteen healthy subjects (21 ± 2 years) participated in this study. The neck positions included neutral (control) and 60° left rotation (N60). The right shoulder positions included 10° (control), 90° (S90), and 135° (S135) abduction. The subjects performed quiet breathing through a pneumotachometer, and thoracoabdominal motion was analyzed by using a three-dimensional motion analyzer. The trunk was divided into 2 (right and left) and 3 sections (upper thorax, lower thorax, and abdomen). VT, regional VT, FRC, and regional FRC were calculated by using the Excel VBA program for the supine posture. VT, the proportion of regional volume to VT (VT_{prop}), FRC, and regional FRC were analyzed by using two-way analysis of variance (neck \times shoulder position). Tukey test was performed when significant effects were observed.

Results

VT, VT_{prop} , FRC, and some regional FRCs did not have any significant effects ($p > .05$). Significant effects of the shoulder on the regional FRC were observed in the right ($p = .011$) and left lower thoraxes ($p = .068$). At S135, regional FRC was significantly higher than that at the control position on the right (0.46 L, $p = .011$) and left sides (0.41 L, $p = .055$). No interactions were found among VT, VT_{prop} , FRC, and regional FRC ($p < .05$).

Conclusion

VT, regional volume, VT_{prop} , and FRC were not affected by neck and shoulder positions. The regional FRC of the lower thorax was higher than that of the control at S135. This finding may be useful for preventing diseases such as atelectasis in the lower thorax.

[Key words] supine , thoracoabdominal motion, three-dimensional analyzer, FRC