

前傾および後傾座位による呼吸機能の変化

黒岩雅弘・黒田美空・須賀菜々美

要旨

本研究の目的は、前傾および後傾座位による呼吸機能の相違を明らかにすることである。健常者40名を対象に、端座位、前傾および後傾(ずり下がり座位、ファーラー位 60°、ファーラー位 30°)座位の5つの姿勢においてそれぞれ、肺気量、胸郭拡張性、努力性肺活量、呼吸筋力、主観的な呼吸のしやすさを測定した。結果、上記評価項目で姿勢による有意な変化を認め、各評価項目は端座位、前傾座位で高値、後傾座位で低値を示す傾向にあった。本研究で明らかとなった呼吸機能の変化は、臨床現場での座位姿勢の相違による呼吸状態の反応を解釈する一助になる可能性が示された。

はじめに

肺を中心とした呼吸器系は、重力の影響を強く受ける器官であり、臨床的には姿勢(体位)を変えることで、各種呼吸障害患者の呼吸状態は改善または悪化し、その影響を認識することができる。呼吸障害に対する理学療法では、こうした影響を利用して体位管理、つまり姿勢の選択と保持が適用される。その目的は、酸素化の改善、呼吸困難の軽減、リラクゼーション、貯留した気道分泌物の移動排出など多岐にわたる。

姿勢の変化による呼吸機能への影響については、これまでに背臥位と座位の比較を中心に多くの検討がなされている。これらの報告^{1,2)}に共通する所見は、背臥位と比較して座位では肺活量、1秒量、機能的残気量、呼吸筋力、ピークフローが高く、胸郭運動が増大する、といった点に集約できる。このように、座位は背臥位と比較して呼吸機能において有利な姿勢であると言える。これには座位姿勢における機能的残気量、つまり肺容量の増大が大きく影響しているとされる。

座位には体幹の矢状面における傾斜、すなわち前傾あるいは後傾座位といった姿勢も含まれる。臨床現場、特に呼吸器疾患や循環器疾患患者に対する呼吸困難を軽減する体位として、前者は上肢で体幹を支持する前傾座位、後者はベッド上での受動座位(後傾座位)が多用される。こうした前傾および後傾座位が呼吸機能に及ぼす影響についても研究が報告されている。

まず、後傾座位では健常者を対象として端座位と比較し、45°後傾座位(ファーラー位)において咳嗽時最大呼気流速、呼吸筋力、肺活量が有意に低く、背臥位と比較して有意差はないもの高値を示した²⁾。また、後傾座位のうちファーラー位とずり下がり姿勢(仙骨で支持する座位姿勢)とを比較すると、後者において吸気筋活動とエネルギー消費が多いことが示されている³⁾。ファーラー位は臨床現場において肺容量の増大を目的として多用されているが、前述のように呼吸機能の指標にどのような影響があるかは不明である。ずり下がり姿勢は、入院患者、特に高齢者でよく見られるが、ファーラー位同様、呼吸機能への影響は十分に検討されてない。加えて、これら後傾座位に関して現在までに報告されている各研究報告における座位姿勢の設定、比較対照姿勢や評価指標が異なっており、研究結果の解釈は困難である。

次に前傾座位については、研究報告が限られており、健常者を対象に円背位(胸椎の後弯を強調)を伴う前傾姿勢が背臥位と比較して予備呼気量が有意に増大したことが報告されているに過ぎない⁴⁾。したがって、前傾座位が呼吸機能に及ぼす影響はほとんど知られていない状況である。

今回私たちは、座位において後傾および前傾の相違による呼吸機能の特徴について改めて検討する必要性を考えた。特にこれまでの研究報告から、後傾座位は呼吸機能において不利な点

が多く、前傾座位は体幹の伸展、つまり吸気運動を制限する可能性があるため、同様に不利となるのではないかと仮説を立てた。

したがって、本研究の目的は健常者において、肺気量、呼吸筋力、胸郭拡張性を指標として前傾および後傾座位による呼吸機能の相違を明らかにすることとした。

これによって、当該姿勢における呼吸機能の特徴が明らかとなり、合目的な呼吸機能改善のための姿勢の選択や、呼吸理学療法の手段としての体位管理における呼吸状態の解釈や変化の理解に寄与できるものと期待できる。

対象

本研究の趣旨と内容を理解し、参加への同意が得られた健常者 40 名(男性, 女性それぞれ 20 名)を対象とした。除外基準は呼吸器疾患や循環器疾患の既往、喫煙歴(過去・現喫煙)、胸腹部の外傷の既往、測定 1 週間以内の上気道炎罹患の既往がある者とし、気管支喘息の既往に関しては 1 年以内に症状のある者とした。対象者には、本研究の目的および手順、内容、リスクについて口頭および文書で十分に説明し、書面にて同意を得た上で研究を実施した。なお本研究は、長崎大学大学院医歯薬学総合研究科倫理委員会の承認を得て実施した(許可番号 24041101)。

方法

1. 評価項目

1) 事前調査

長崎大学医学部保健学科運動療法技術学実習室にて、上記の研究説明文書にて対象者に各評価項目の目的、手順、リスク等について十分なオリエンテーションを行った。体調に関する問診とバイタルサイン(血圧、脈拍、酸素飽和度)の確認、国際標準化身体活動質問票を用いた身体活動量の聴取を行った後、身長、体重、握力を測定した。握力はスドレー型握力計を使用、立位にて左右それぞれ 2 回ずつ測定し、最高値を解析に使用した。

2) 呼吸機能

スパイロメーター(ミナト医科学社製 AUTOSPIRO AS-507)を使用し、肺気量分画[肺活量(vital capacity;以下, VC), 予備吸気量(inspiratory reserve volume;以下, IRV), 予備呼気量(expiratory reserve volume;以下, ERV), 1 回換気量(tidal volume;以下, TV)], 努力性肺活量(forced vital capacity;以下, FVC)と 1 秒量(forced expiratory volume in one second;以下, FEV₁), 1 秒率(以下, FEV₁/FVC), ピークフロー測定した。測定は一般社団法人日本呼吸学会の手引書⁵⁾に従い、スパイロメーターのモニターに表示される呼吸曲線を確認しながら、最大努力の良否を判断した。解析には、実測値および日本人を対象とした予測値⁶⁾に対する割合を用いた。

3) 胸郭拡張差

上記肺気量分画の測定の際に、胸郭拡張差測定器(竹井機器工業社製)を使用し、対象者の剣状突起の高さで、最大吸気位と最大呼気位の胸郭周径の差を測定した。測定値は、本機器と接続したコンピューターのディスプレイに呼吸曲線とともにリアルタイムに表示され、その最大値を解析に使用した。

4) 呼吸筋力

上記のスパイロメーターに呼吸筋力測定ユニットを接続し、吸気筋力と呼気筋力を測定した。前者は最大呼気位から、後者は最大吸気位からそれぞれ最大吸気または最大呼気努力の際に発生した口腔内圧の最大値[最大吸気および呼気筋力(maximal inspiratory and expiratory mouth pressure;以下, それぞれ P_Imax, P_Emax)を測定した。機器が判定する再現性の有無を確認するとともに、それぞれ 2 回ずつ測定し、最高値を解析に用いた。なお、解析には実測値および日本人を対象とした予測値⁷⁾に対する割合を用いた。

5) 主観的な呼吸のしやすさ

100 mm の visual analogue scale(以下, VAS)を用いて、後述する各姿勢での全評価項目の測定終了時に主観的な呼吸のしやすさ(安楽度)として対象者から聴取した。本研究では、VAS の

左端を 0 mm として「とても呼吸がしやすい」、右端の 100 mm を「とても呼吸がしにくい」と定め、対象者に指示させ、その距離を解析に使用した。

2. 測定手順

本研究では、端座位、後傾座位(ずり下がり姿勢、ファーラー位 60°、ファーラー位 30°)ならびに前傾座位を対象の姿勢とし、先述の評価項目を測定した。

端座位は、足底が設置する高さの椅子にて背もたれは用いず、両座骨で支持、体幹が床面と垂直となるように設定した。後傾座位はすべて同一のベッド(セザムコンフォート トリートメントテーブル油圧 4 セクション UA-7004, オージー技研社)を使用した。ずり下がり姿勢はベッドの背もたれを 60° 挙上させ、座面を仙骨で支持する姿勢とし²⁾、ベッドと腰部の隙間にはタオルを挿入し姿勢の安定を図った。ファーラー位 60° は、背もたれを 60° 挙上させ、膝関節屈曲 20° として座骨で支持する座位姿勢とし、同 30° は同様に背もたれを 30° 挙上とした。前傾座位は、日本リハビリテーション医学会の関節可動域測定法⁸⁾に従い、第 1 胸椎棘突起と第 5 腰椎棘突起を結ぶ線を移動軸とし、端座位から体幹を 30° 前傾、対象者の前方に設置したテーブルを用いて上肢で体幹を支持し、姿勢を保持させた。

上記 5 つの姿勢での測定にあたっては、封筒法によるランダムな順序で実施した。

3. 統計学的解析方法

各評価項目は平均値±標準偏差にて表示した。姿勢の相違による評価項目の比較には反復測定による一元配置分散分析を用い、事後検定には Tukey の HSD 検定を使用した。なお、本研究では評価項目が多いため、事後検定の対象は肺気量分画と胸郭拡張差、呼吸のしやすさとし、それ以外の項目については予測値に対する割合のみとした。以上の解析には統計解析ソフトウェア JMP®Pro18 (SAS Institute Japan 株式会社)を用い、有意水準 5%未満をもって統計学的有意とした。

結果

1. 対象者背景

全対象者 40 名がすべての測定を完遂でき、解析対象となった。測定に伴う有害事象も皆無であった。全対象ならびに男性と女性それぞれ 20 名ずつの対象者背景を表 1 に示す。身体活動量は低強度および中強度にそれぞれ 13 名、19 名が該当し、対象者の 80%を占めた。

2. 肺気量分画と胸郭拡張差

VC および%VC では前傾座位が最高値、ファーラー位 60°で最低値を示した(いずれも $p<0.0001$)。また、ファーラー位 60°は他姿勢に比べ有意に低値を示した($p<0.05$)。IRV ではずり下がり座位が最高値、前傾座位が最低値であり、前傾座位は他姿勢に比べ有意に低値を示した($p<0.05$)。ERV は前傾座位が最高値、ずり下がり座位が最低値を示し、端座位、前傾座位は他 3 つの後傾座位と比較して有意に高値であった($p<0.05$)。TV は端座位で最高値、ファーラー位 60°で最低値を示したが、各姿勢間で有意差を認めなかった($p=0.1769$)。

胸郭拡張差は前傾座位で最高値、ファーラー位 60°で最低値を示した($p<0.0001$)。また、端座位と前傾座位は他 3 つの後傾座位に比べ有意に高値を示した($p<0.05$) (表 2)。

3. 努力性肺活量, 1 秒量, 1 秒率, ピークフロー

FVC, %FVC は前傾座位が最高値、ファーラー位 60°で最低値を示した(いずれも $p<0.0001$)。また、前傾座位は他姿勢に比べ有意に高値を示した($p<0.05$)。FEV₁ならびに FEV₁/FVC は端座位で最高値、ファーラー位 30°で最低値を示した($p<0.0001$)。また、ずり下がり座位がファーラー位 30°に比べ有意に高値、端座位がファーラー位 60°、同 30°に比べ有意に高値を示した($p<0.05$)。ピークフローならびに%ピークフローいずれも前傾座位で最高値、ずり下がり座位で最低値を示したが、各姿勢間で有意差を認めなかった($p=0.625, 0.7408$) (表 3)。

4. 呼吸筋力

PI_{max} ならびに%PI_{max} は端座位で最高値、

ずり下がり座位で最低値を示した(いずれも $p < 0.0001$)。また、端座位が3つの後傾座位に比べ有意に高値を示した ($p < 0.05$)。PEmaxと%PEmaxは端座位で最高値、前傾座位で最低値を示したものの、各姿勢間で有意差を認めなかった($p = 0.0923, 0.1404$) (表5)。

5. 主観的な呼吸のしにくさ

主観的な呼吸のしやすさとして端座位が最も

呼吸がしやすく、ファーラー位 30°が最も呼吸がしにくいという結果となり、全体で有意な相違を認めた ($p < 0.0001$)。そのため、端座位以外の姿勢においては以降、「呼吸のしにくさ」と示す。また、端座位がずり下がり座位、ファーラー位 30°、前傾座位に比べ有意に高値を、ファーラー位 30°が同 60°に比べ有意に高値を示した ($p < 0.05$) (図1)。

表1 対象者背景

	全体 (n=40)	男性 (n=20)	女性 (n=20)
年齢, 歳	21 ± 1.2	21 ± 1.2	22 ± 1.2
身長, cm	165 ± 7.0	169 ± 5.3	161 ± 5.8
体重, kg	57 ± 10.1	62 ± 11.1	52 ± 5.5
BMI, kg/m ²	20.9 ± 2.9	21.7 ± 3.7	20.1 ± 1.7
握力, kg	33 ± 8.0	39 ± 6.8	27 ± 2.8
IPAQ, 名(低/ 中/ 高)	13/ 19/ 8	5/ 7/ 8	8/ 12/ 0

平均値 ± 標準偏差, BMI=body mass index; IPAQ=International Physical Activity Questionnaire(国際標準化身体活動質問票)

表2 各姿勢による肺気量分画と胸郭拡張差

	端座位	ずり下がり座位	ファーラー位 60°	ファーラー位 30°	前傾座位
VC, L	3.5 ± 0.7	3.5 ± 0.7	3.3 ± 0.7	3.5 ± 0.7	3.5 ± 0.7
VC, %pred	82.6 ± 13.2	82.3 ± 12.1	79.0 ± 14.6	82.1 ± 11.6	83.8 ± 13
IRV, L	1.4 ± 0.3	1.6 ± 0.5	1.5 ± 0.4	1.6 ± 0.5	1.3 ± 0.4
ERV, L	1.4 ± 0.4	1.2 ± 0.3	1.2 ± 0.3	1.3 ± 0.3	1.6 ± 0.4
TV, L	0.7 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.3	0.7 ± 0.2	0.7 ± 0.2
胸郭拡張差, cm	5.1 ± 1.7	3.9 ± 1.4	3.8 ± 1.5	4.0 ± 1.6	5.2 ± 1.4

平均値 ± 標準偏差, ERV= expiratory reserve volume(予備呼吸量); IRV= inspiratory reserve volume(予備吸気量); pred= predicted(予測値); TV= tidal volume(1回換気量); VC= vital capacity(肺活量)

表3 各姿勢による努力性肺活量, 1秒量, 1秒率, ピークフロー

	端座位	ずり下がり座位	ファーラー位 60°	ファーラー位 30°	前傾座位
FVC, L	3.7 ± 0.7	3.7 ± 0.7	3.7 ± 0.7	3.7 ± 0.6	3.8 ± 0.7
%FVC, %pred	89.4 ± 13.5	89.6 ± 12.5	88.6 ± 12.8	89.2 ± 12.7	91.8 ± 13
FEV ₁ , L	3.2 ± 0.5	3.2 ± 0.5	3.1 ± 0.5	3.1 ± 0.5	3.3 ± 0.5
%FEV ₁ , %pred	88.1 ± 11.6	87.4 ± 11.1	85.9 ± 10.6	85.6 ± 11.5	89.2 ± 11.1
FEV ₁ /FVC, %pred	88.2 ± 6.2	87.2 ± 6.0	86.6 ± 6.1	85.6 ± 5.7	86.9 ± 6.7
ピークフロー, L/min	385.1 ± 106.8	380.4 ± 97.2	380.8 ± 114.1	384.8 ± 98.7	390.4 ± 110.9
%ピークフロー	69.2 ± 13.8	68.3 ± 11.3	68.3 ± 13.9	69.1 ± 11.3	70.2 ± 14.5

平均値 ± 標準偏差, FEV₁= forced expiratory volume in one second(1秒量); FVC= forced vital capacity(努力性肺活量); FEV₁/FVC(1秒率); pred= predicted(予測値)

表 4 各姿勢による呼吸筋力

	端座位	ずり下がり座位	ファーラー位 60°	ファーラー位 30°	前傾座位
PI _{max} , cmH ₂ O	81.7 ± 21.6	73.3 ± 19.5	75.7 ± 20.8	74.3 ± 22.1	78.8 ± 22.5
PI _{max} , %pred	90.1 ± 23.8	81.2 ± 23.5	83.3 ± 21.7	82.2 ± 26.0	86.4 ± 22.9
PE _{max} , cmH ₂ O	90.4 ± 32.6	85.6 ± 32.6	88.3 ± 31.7	87.5 ± 29.4	84.8 ± 30.5
PE _{max} , %pred	89.4 ± 19.5	84.8 ± 22.0	87.3 ± 20.0	86.8 ± 17.6	84.5 ± 20.3

平均値±標準偏差, PI_{max}= maximal inspiratory mouth pressure (最大吸気筋力); PE_{max}= maximal expiratory mouth pressure (最大呼気筋力); pred= predicted (予測値)

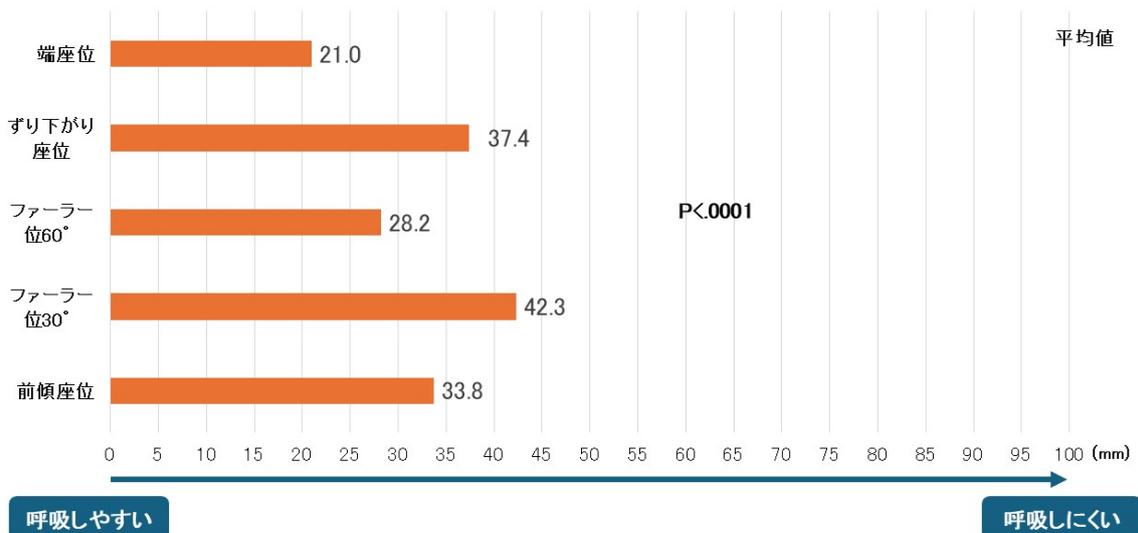


図 1 各姿勢による呼吸のしにくさ

考察

本研究では健常者を対象に、前傾および後傾座位による呼吸機能の変化について検討した。その結果、各姿勢における呼吸機能に有意な相違を認めた。以下、これらの結果について考察する。

まず、肺気量分画について、%肺活量は後傾および前傾座位によって相違があることが明らかとなった。中でもファーラー位 60°で有意な低値を認めた。今回の研究ではこの要因を特定することはできないが、同姿勢は他の座位姿勢と比較して胸郭拡張差も有意に低値であったことから、胸郭の拡張制限が影響したのではないかと推察した。また、すべての姿勢で1回換気量は保たれていたことから、予備吸気量と予備呼気量の変

化によって調整されているのではないかと考えた。

胸郭拡張差については、端座位や後傾座位と比較して、ずり下がり座位、ファーラー位 60°および同 30°、すなわち後傾座位で低値を示した。これは、背もたれによる胸郭背側の拡張運動の制限が関与した可能性を考えた。特にずり下がり座位やファーラー位 30°では、背臥位に近い姿勢となるため、腹腔内臓器の圧排による横隔膜の可動制限も加わったことも推測した。

%FVC では、前傾座位が他の姿勢に対して有意に高値であった。前傾姿勢は、呼気が容易になる可能性が指摘されている⁴⁾。また、本研究では体幹を上部で支持したことで、外腹斜筋の収縮効率の向上による呼気の促進⁹⁾や、吸気時に大胸筋が動員され、胸郭の拡張に作用した可能性を考えた。一方、ピークフローでは姿勢の相違

によって評価項目に有意な相違を認めなかった。この指標は肺活量や呼気筋力とも良好に関連するが、気道抵抗に最も依存するとされる。今回の検討では、座位姿勢の変化によって気道抵抗は有意に変化しない可能性が示唆された。

吸気筋力では、3つの後傾座位と比較して端座位で有意に高値を示し、山科ら²⁾の報告と一致した。この結果は、後傾座位では腹腔内臓器の圧排による横隔膜の可動制限が生じたことによるものと考えた。一方、呼気筋力はピークフローと同様、姿勢によって有意な相違を認めなかった。呼気筋である腹筋群は座位姿勢の相違によっても大きな影響を受けにくく、筋出力が保持できるのではないかと思われた。

主観的な呼吸のしにくさにおいては、端座位以外の姿勢では、すべて呼吸がしにくくなったことが明らかとなった。前傾座位、後傾座位ともに吸気時の体幹の伸展が制限を受けたことが要因と考えた。ファーラー位 30°では、最も呼吸がしにくいことを認めたが、この点については体幹の運動制限に加え、腹腔内臓器による横隔膜の可動制限が関与したものと推察した。なお、今回の結果は、対象者ごとの姿勢の慣れ、つまり日常からよくとっている姿勢であることが関連した可能性もあり、ファーラー位 60°での呼吸のしにくさと呼吸機能の結果には乖離が生じたものと思われた。

本研究の限界として、若年健常者を対象とした研究であるため、この結果を他の年代、特に高齢者に適用することは困難であること、また、ファーラー位 60°で肺活量や胸郭拡張差が有意に低値を示したが、今回の結果からその要因を解明することができなかったことが挙げられた。また、今後の研究の展望として、高齢者を含めた幅広い年齢層や呼吸器疾患患者を対象とした検討、立位や側臥位との比較などを考えた。

まとめ

本研究では健常者を対象に、前傾および後傾座位による呼吸機能の変化について検討した。その結果、各評価項目で有意な変化を生じることが明らかとなった。本研究は臨床現場での座位姿勢の相違による呼吸状態の反応や変化を解釈する一助に寄与し得ることが示された。

謝辞

本研究を進めるにあたり、研究の実施に快くご協力いただいた研究対象者の皆様、ご指導いただきました本学内部障害リハビリテーション学研究室の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Katz S, Arish N, et al.: The effect of body position on pulmonary function: a systematic review. *BMC Pulm Med.* 2018; 18(1): 159.
- 2) 山科吉弘, 田平一行, 他: 姿勢が咳の最大流量(Cough Peak Flow)に与える影響. *バイオリアリハビリテーション研究.* 2011; 7(1): 1-6.
- 3) 松本浩実, 池田 匡, 他: ギャッチアップ座位のずり下がり姿勢が呼吸筋活動とエネルギー消費に与える影響. *理学療法科学.* 2008; 23(5): 659-663.
- 4) 小山内正博, 舘川康任, 他: 座位姿勢の違いが呼吸機能, 呼気筋力に及ぼす影響. *理学療法学.* 2009; 36(Suppl.2): P2-530.
- 5) 日本呼吸器学会肺生理専門委員会呼吸機能検査ハンドブック作成委員会(編集): 呼吸機能検査ハンドブック. *メディカルレビュー社*, 東京, 2021, pp.8-13
- 6) Kubota M, Kobayashi H, et al.: Reference values for spirometry, including vital capacity, in Japanese adults calculated with the LMS method and compared with previous values. *Respir Investig.* 2014; 52(4): 242-250.
- 7) 鈴木正史, 寺本信嗣, 他: 最大呼気・吸気筋力の加齢変化. *日胸疾会誌.* 1997; 35(12): 1305-1311.
- 8) 日本リハビリテーション医学会: 関節可動域表示ならびに測定法改訂について(2022年4月改訂). *Jpn J Rehabil Med.* 2021; 58(10): 1118-1200.
- 9) 矢野雄大, 朝井政治, 他: 上肢支持による前傾立位が安静時の呼吸機能に与える影響. *理学療法学.* 2012; 39(Suppl.2): Da0987.

(指導教員 神津 玲)