

平成 25 年度

順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科 修士論文

測定条件・測定体位が咳嗽時最大呼気流速  
に及ぼす影響について

所属系（領域） スポーツ科学系

氏名 玉田 良樹

論文指導教員 河合 祥雄

合格年月日 平成 26 年 2 月 27 日

論文審査員 主査 菅 汲 啓 雄

副査 鈴木 良樹

副査 河合 祥雄

## 目次

第1章	緒言	1
第2章	先行研究	3
第1節	咳漱第4相の呼出:咳嗽時最大呼気流速について	3
第2節	測定体位とPCF値	3
第3章	目的	5
第4章	対象	6
第1節	コネクタの妥当性	6
第2節	測定条件, 測定体位によるピークフローメータ計測値の違いについて	6
第5章	研究方法	7
第1節	コネクタの妥当性について	7
第2節	測定条件, 測定体位によるピークフローメータ計測値の違いについて	8
第3節	統計処理	8
第6章	研究結果	9
第1節	コネクタの妥当性について	9
第2節	測定体位によるピークフローメータ計測値の違いについて	9

第3節 測定条件によるピークフローメータ計測値の違いについて.....	10
第7章 考察.....	11
第1節 コネクタの妥当性について.....	11
第2節 測定体位によるピークフローメータ計測値の違いについて.....	11
第3節 測定条件によるピークフローメータ計測値の違いについて.....	13
第8章 結論.....	14
第1節 今後の展望.....	14
第2節 研究の限界.....	15
第9章 結語.....	16
謝辞.....	17
参考文献.....	18
要約(英文, 和文).....	25
写真1-2	
表1-4	
図1-2	

## 第1章 緒言

咳嗽は、気道内の異物の排除、貯留した分泌物を気道外に排出をするために必要不可欠な生体防御反応である<sup>30)</sup>。咳嗽発生には以下の機序が想定されている。気管支の上皮間や上皮下などの気道壁表層に分布する知覚神経終末（咳受容体）<sup>15)</sup>が機械的あるいは化学的に刺激されると、そのインパルスが迷走神経求心路を介して延髄の弧束核に存在する咳中枢に伝達される。咳中枢からの刺激が迷走神経遠心路を介して、喉頭、肋間、胸壁の呼吸筋群急速収縮を惹起し、咳が発生する<sup>15, 42)</sup>。この咳嗽は、咳受容体の刺激による咳嗽誘発の第1相、肺活量の50%、最大吸気の75%の深い吸気が行われる第2相、声門の完全閉鎖による胸腔内圧が上昇する第3相、声門の急な開放と呼吸筋による爆発的な呼出の第4相に分けることができる<sup>9)</sup>。また、咳嗽は咳受容体の刺激のみで惹起されるのではなく、随意的にも行うことができる<sup>42)</sup>。

本邦では肺炎が死因の第3位であり、肺炎による死亡者の97%が65歳以上の高齢者である。咳嗽は気道の防御反応であり、咳嗽機能の低下は、呼吸器感染症と密接に関係している。咳嗽第4相の呼出は咳嗽時最大呼気流速(Peak cough flow; PCF)<sup>11)</sup>で数量化できる。従って、PCFの測定は高齢社会がすすむ本邦において、今後さらに重要な指標となる可能性がある。

PCFには、吸気機能と呼気機能がともに影響する<sup>71)</sup>。神経筋疾患症例や、慢性閉塞性肺疾患症例<sup>4)</sup>や開腹手術症例<sup>40)</sup>では肺活量(Vital capacity; VC)、最大強制吸気量(Maximum insufflation capacity; MIC)、呼気最大口腔内圧(Maximal expiratory pressure; PEmax)、吸気最大口腔内圧(Maximal inspiratory pressure; PImax)<sup>26, 41)</sup>が変化し、そのためそれらの疾患では、咳嗽機能の低下が起きる。PCFの測定は咳の気道防御能運動的側面を正確に評価できる、方法として十分な妥当性を有する<sup>14)</sup>。

PCFの測定に用いるピークフローメータの精度と信頼性に関する報告は多く<sup>2, 50)</sup>、ピークフローメータは安価かつその利便性のために医師、看護師、理学療法士などの医療従事者に頻繁に利用されている<sup>68)</sup>。

ピークフローメータの形状は縦型と横型があり、殆どの機種の日盛は米国胸部疾

患学会 (American Thoracic Society : ATS)の規格に準拠して作成されている。測定  
の機序は、呼出した呼気流速によって、内部のピストンがスプリングに抗して移  
動することにより、指示針が測定値を示すことを原理としている。従って、背臥位  
や半臥位で測定する際はピークフローメータの目盛が重力の影響を受ける。また、  
測定時にピークフローメータにマウスピースを装着する場合や、フェイスマスクを  
装着する場合があります、測定条件ならびに測定体位により咳嗽時最大呼気流速 PCF 値  
が様々に変化する可能性は否定できない。しかし、現時点では、体位・条件で PCF  
値が変化するかどうかの検定は行われていない。また坐位以外での推奨されるべき  
測定条件は明らかではない。

## 第2章 先行研究

### 第1節 咳嗽第4相の呼出：咳嗽時最大呼気流速について

ピークフローメータによる咳嗽時最大呼気流速(Peak cough flow : PCF)の測定は、喘息患者が十分努力をして行う条件で、気道閉塞の程度に平行し、一秒率によく相関するため、喘息の治療や症状を把握するための有効な指標として用いられていた<sup>16, 50, 65)</sup>。1990年代に入りBachにより神経筋疾患患者におけるPCF値の測定が喀痰排出に重要であると報告された<sup>5, 7, 10)</sup>。以来、様々な疾患や状況下でPCFが測定されるようになった。集中治療室などで、気管内挿管を回避するために、また、窒息や呼吸不全を予防するためには通常270L/minのPCFが必要であるとされている<sup>9, 36, 57)</sup>。また、なんらかの原因でPCFが160L/min以下となると喀痰の排出が困難となり、咳嗽時に徒手介助や機械的な補助が必要となるとされている<sup>9, 17)</sup>。この270L/minと160L/minの二つの数値は、周術期患者<sup>4, 68, 69)</sup>、脊髄損傷患者<sup>37)</sup>、神経筋疾患患者<sup>5, 7, 8, 20, 29, 36, 48)</sup>、中枢性変性疾患<sup>30)</sup>の臨床において頻繁に用いられる重要な数値である。近年では脳卒中患者<sup>72)</sup>や高齢者<sup>70)</sup>、嚥下障害患者<sup>11)</sup>のPCFの研究もなされている。

幾つかのガイドラインでは立位でのPCF測定が記載されている<sup>15, 46)</sup>。しかし、様々な要因で立位が保てない、立位をとれない者も多く、臨床では立位以外の様々な体位で測定することが多い<sup>59)</sup>。

### 第2節 測定体位とPCF値

測定体位がPCF値に及ぼす影響に関する先行研究として、鯨津<sup>64)</sup>、Tsubaki<sup>82)</sup>、Talwar<sup>61)</sup>、Charbel<sup>13)</sup>、Mark<sup>38)</sup>のものがある。鯨津は背臥位と端坐位を比較し、背臥位は十分な吸気が行えないため端坐位のPCF値がよいとしている。Tsubaki、Talwarは背臥位、側臥位、端坐位を比較し、PCF値は、Tsubakiは横隔膜の位置が変化すること、Talwarは内臓脂肪の影響をうけるため端坐位が良いとしている。また、Charbel、Markは背臥位、側臥位、ベッドアップ45°体位、ベッドアップ90°体位、端坐位、立位を比較し、CharbelとTalwayともに体位によって最大呼気量とピークフロー値が変化するため、背臥位のPCF値が低下するとしている。それらを総合すると、PCF値は立位が最も高値であり、次いで端坐位、ベッドアップ90°体位、ベッドアップ45°体位、

側臥位、背臥位と背臥位に近い状態になるにつれてPCF値は低下している。すなわち、立位に出来るだけ近い姿勢である端坐位が最も高いPCF値を示している。

立位を除いた体位では端坐位が最も高いPCF値を示すため、立位を取れない場合に咳嗽を行う際はできるだけ端坐位に近い状態で行う方が望ましいと考えられている<sup>13, 38)</sup>。しかし、臨床では端坐位に近い状態にすら出来ないことがしばしばある。これらの実臨床の現状にも関わらず、ベッドアップ30° 体位やベッドアップ60° 体位でのPCF値を比較した研究は見られない。

また、PCF 値を測定する際には、ピークフローメータにマウスピースやフェイスマスクを装着して測定が行われている。ピークフローメータにフェイスマスクを装着した場合のPCFの再現性<sup>65)</sup>や、信頼性<sup>21)</sup>については数編の報告がある。宮澤は<sup>43)</sup>、マウスピースとフェイスマスクを使用した際の呼吸機能検査では、フェイスマスクを使用した際にはPCF値が低下するとしている。マウスピースやフェイスマスクといった、測定条件によるPCF値に差について明らかにされていない。

呼吸器症状の把握や咳嗽能力の評価のためにPCF測定は臨床上頻繁に用いられ、かつそのPCF値の持つ意味は大きい。病院などでは手術や治療のためベッド臥床を余儀なくされる患者、脳梗塞後遺症などにより寝たきりとなっている患者、筋萎縮性側索硬化症(Amyotrophic Lateral Sclerosis ; ALS)や多系統萎縮症(Multiple System Atrophy ; MSA)を発症し、将来的に立位はおろか端坐位もとれなくなる疾患の患者もいる。そのため、ベッドアップ体位でPCFを測定することになるが、ベッドアップ体位間でのPCF値の比較検討はされておらず、マウスピースやフェイスマスクといった条件によってもPCF値に変動があるかは明らかにされていない。

ベッドアップ体位間でのPCF値の比較検討、マウスピースやフェイスマスクといった条件によるPCF値の違いを明らかにすることにより、咳嗽による喀痰排出に難渋する人にとって効果的なベッドアップ体位が明らかになると考える。さらに、咳嗽に効果的なベッドアップ体位の選択、PCF値測定の意義が明らかにされることにより、今後、咳嗽トレーニングの開発に直結し、咳嗽トレーニングが呼吸筋トレーニングの重要な一部として発展することにも繋がりうる。

### 第3章 目的

マウスピースとフェイスマスクの測定条件で、背臥位、ベッドアップ $30^{\circ}$ 、ベッドアップ $60^{\circ}$ 、端坐位の測定体位による咳嗽時最大呼気流速値、測定条件における咳嗽時最大呼気流速値を測定しその差異を検証する。その際に、ピークフローメータを垂直位に保つコネクタを作成し、従来の使用方法とコネクタを装着することによる妥当性を併せて検証する。



## 第4章 対象

### 第1節 コネクタの妥当性について

コネクタの妥当性の検討を行う対象は、国立国際医療研究センター国府台病院(以下; 当院)の職員で、健康診断により通常業務が可能とされおり、喘息などの呼吸器疾患が既往のない健常ボランティア 10名とした(表1)。

### 第2節 測定条件、測定体位によるピークフローメータ計測値の違いについて

測定条件、測定体位の検討を行う対象は、当院リハビリテーション室にてリハビリテーションを実施中の24名とした。被験者の選択基準は、診療録より呼吸器疾患、循環器疾患、中枢神経疾患、神経筋疾患の既往歴がないこと、体位をとる際に支障となる円背や側弯などの脊柱変形のないもの、股関節、膝関節に関節可動域制限がないものとした。なお、腰痛や外科的手術後の術創部に疼痛が生じているもの、認知機能面や精神症状により説明と同意が得られないものは対象としなかった(表2)。

本研究は全ての被験者には本研究の主旨を口頭ならびに文章を用いて説明し、書面により同意を得たのちに行われた。なお、本研究は独立行政法人国立国際医療研究センター倫理審査委員会(NCGM-G-001369-01)、順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科倫理審査委員会(順大院ス第25-40号)の承認を得ている。

## 第5章 研究方法

本研究では、フィリップスレスピロニクス社製のピークフローメータAssess®を用いた。ピークフローメータは、乾らの検討<sup>25)</sup>に準じて、100回測定ごとに新しい器機に変更した。マウスピースは感染症を考慮して、紙製のマウスピース(ミナト医科学株式会社 MOU9029 マウスピースLL25mm)を使用した。フェイスマスクは、エアクッションマスク(パシフィックメディコ株式会社 PN-0120)を使用した。

全ての被験者には、測定前に験者による咳嗽方法のオリエンテーションとデモンストラーションを行い、咳嗽方法が十分習得できた後に測定を実施した。測定時には、「大きく息をすって、唾を飲み込むように息こらえをして、一気に吐いて」と指示を統一した。

各条件における測定の順番は、無作為とした。測定回数は各条件で3回実施し、最大値を採用した。呼吸筋の疲労を考慮して、各測定間で休憩を挟むようにした。呼気流速の日内変動は、測定値の評価に影響を与えるような著明な変動がないとされている午前9時～10時、午後13時～14時、午後16時～17時のいずれかの時間に測定した<sup>69)</sup>。

### 第1節 コネクタの妥当性について

測定体位は、ベッド上端坐位、頸部中間位、股関節屈曲90°、膝関節屈曲90°、両側足底が床面に接地する姿勢をとらせた。PCF測定は、マウスピース、マウスピースにコネクタを装着したもの、フェイスマスク、フェイスマスクにコネクタを装着したものの4条件下で行った。コネクタはScuba J社により作製されたもの(写真1)を使用した。測定時の空気漏れを防ぐために、マウスピースを使用する際にはノーズクリップを、フェイスマスクを使用する際には、顔面に密着させるようにした。呼吸機能検査は日本光電製MICROSPIRO III-205を使用した。呼吸筋疲労を考慮して、PCF測定と呼吸機能検査は別の日に測定した。

## 第2節 測定条件、測定体位によるピークフローメータ計測値の違いについて

測定体位は、背臥位、ベッドアップ30°、ベッドアップ60°、端坐位の4体位とした。測定にはパラマウンドベッド社製電動ベッド(3K01434400A0)にパラマウンド社製パラケアマットレス(KE-603)を使用した。

背臥位は枕を用い、頸部中間位、股関節、膝関節伸展位とした。ベッドアップ30°、ベッドアップ60°の設定は、ベッド上に背臥位となった後に、頸部中間位、膝関節屈曲10°として骨盤後傾位とならないようにしてからベッドアップを行った。ベッドアップ30°とベッドアップ60°の角度の設定には股関節屈曲角度を用いた。測定体位を設定した後に体幹を屈曲させ、腰背部をマットレスから離し背抜きを行い背部にかかる力を除き、リラックスするように指示をした。角度に関しては日本整形外科学会、日本リハビリテーション学会制定による関節可動域測定法による股関節屈曲伸展を測定する際に用いる基本軸が体幹と平行な線、移動軸が大腿骨を用いた。端坐位は股関節90°、膝関節90°、両側足底が地面に接地するようにした。

PCF測定には、マウスピースにコネクタ装着したもの、フェイスマスクにコネクタを装着したものの2条件にて実施した。両測定条件においてピークフローメータが常に水平位(垂直位)をとることの確認のために、ピークフローメータ上部に水平器(株式会社エビス社製ED-KEY)を取り付けた(写真2)。測定時の空気漏れを防ぐ目的で、マウスピースを使用する際にはノーズクリップを、フェイスマスクを使用する際には顔面に密着させるようにした。

## 第3節 統計処理

マウスピースとマウスピースにコネクタを装着した場合、およびフェイスマスクとフェイスマスクにコネクタを装着した場合における、コネクタの妥当性は、対応のあるt検定を用いた。マウスピース、マウスピースにコネクタを装着したもの、フェイスマスク、フェイスマスクにコネクタを装着したものの4条件における背臥位、ベッドアップ30°、ベッドアップ60°、端坐位の4体位間のPCF値の差の検討には、反復測定による2元配置分散分析を用い、多重比較にはBonferroni法を用いた。危険率5%未満を有意とした。統計解析にはSPSS statistic ver 17を使用した。

### 第1節 コネクタの妥当性について

PCF 値は、マウスピース単独では  $520 \pm 79.4$  L/m、マウスピースにコネクタを装着した場合は  $537 \pm 99.5$  L/m、また、フェイスマスク単独では  $464 \pm 78.6$  L/m であり、フェイスマスクにコネクタを装着した場合の PCF 値は  $471 \pm 82.2$  L/m で、マウスピース単独に比べて、それぞれ 3.2%、1.5% 増加していたが、統計上有意差を認めなかった(表 3)。

### 第2節 測定体位によるピークフローメータ計測値の違いについて

マウスピースにコネクタを装着したピークフローメータの、各体位間における PCF 値は、背臥位  $320.4 \pm 87.4$  L/m、ベッドアップ  $30^\circ$  体位  $383.3 \pm 129.9$  L/m、ベッドアップ  $60^\circ$  体位  $358.7 \pm 94.8$  L/m、端坐位  $428.8 \pm 151.6$  L/m であった。PCF 値の各体位間の比較では、背臥位はベッドアップ  $30^\circ$  体位 ( $p < 0.05$ )、ベッドアップ  $60^\circ$  体位 ( $p < 0.05$ )、端坐位 ( $p < 0.01$ ) のいずれに対して有意に低い値を示した。ベッドアップ  $30^\circ$  体位は、端坐位 ( $p < 0.05$ ) に比し、有意に低い値を示した。ベッドアップ  $60^\circ$  体位は端坐位 ( $p < 0.01$ ) に比し有意に低い値を示した。(図 1)。

フェイスマスクにコネクタを装着したピークフローメータの、各体位間における PCF 値は、背臥位  $301.3 \pm 82.1$  L/m、ベッドアップ  $30^\circ$  体位  $352.1 \pm 101.0$  L/m、ベッドアップ  $60^\circ$  体位  $336 \pm 99.9$  L/m、端坐位  $385.0 \pm 131.5$  L/m であった。PCF 値の各体位間の比較では、背臥位はベッドアップ  $30^\circ$  体位 ( $p < 0.01$ )、端坐位 ( $p < 0.01$ ) に比し、有意に低値を示した。ベッドアップ  $60^\circ$  体位は端坐位 ( $p < 0.01$ ) より有意に低値を示した。(図 2)。

すなわち、測定体位では端坐位の PCF 値が一番高く、背臥位の PCF 値が一番低値となった。しかし、端坐位を除く体位では、マウスピースがベッドアップ  $30^\circ$  体位とベッドアップ  $60^\circ$  体位の PCF 値が唯一有意差を認めなかった。また、フェイスマスクではベッドアップ  $30^\circ$  体位の PCF 値が背臥位 ( $p < 0.001$ )、ベッドアップ  $60^\circ$  体位 ( $p < 0.001$ ) の PCF 値にくらべ、有意に高値であった。さらに、すべての測定体位において、マウスピース使用時の PCF 値が有意に高値であった。

### 第3節 測定条件によるピークフローメータ計測値の違いについて

全ての体位においてマウスピースの PCF 値がフェイスマスクの PCF 値に比して（背臥位：マウスピース  $320.4 \pm 87.4$  L/m、フェイスマスク  $301.3 \pm 82.1$  L/m ( $p < 0.05$ )、ベッドアップ  $30^\circ$  体位：マウスピース  $383.3 \pm 129.9$  L/m、フェイスマスク  $352.1 \pm 101.0$  L/m ( $p < 0.05$ )、ベッドアップ  $60^\circ$  体位：マウスピース  $358.7 \pm 94.8$  L/m、フェイスマスク  $336 \pm 99.9$  L/m ( $p < 0.05$ )、端坐位：マウスピース  $428.8 \pm 151.6$  L/m、フェイスマスク  $385.0 \pm 131.5$  L/m ( $p < 0.01$ ) に統計上有意に高値を示した（表 4）。

## 第7章 考察

本研究では、体位によるピークフローメータPCF計測値の変動性を確認する目的で、いかなる測定体位をとってもピークフローメータが常に垂直になるコネクタを作成し、フェイスマスクおよびマウスピースに装着し、従来の使用方法によるPCF計測値と比較することで、その妥当性を検証した。次いで、背臥位、ベッドアップ30°位、ベッドアップ60°位、端坐位と各体位におけるPCF値の違いを明らかにするとともに、測定条件によるPCF値の差異（変動）について検討した。その結果、コネクタを装着してもPCF値に統計上有意な差異がないこと、各体位のPCF値は、端坐位が最も高値であり、次いでベッドアップ30°位、ベッドアップ60°位、背臥位の順であったこと、測定条件はマウスピースを使用するとフェイスマスクよりもPCF値が高値であることを明らかにした。

### 第1節 コネクタの妥当性について

コネクタを装着することにより、死腔が増大すること、さらにコネクタの形状がL字型であるため呼気流速の抵抗が生じることにより、PCF値が低下することが予想された。しかし、健常ボランティアを対象にした検討では、端坐位におけるPCF値に統計上の有意差がないこと、それぞれ3.2%、1.5%の増加を認めたに過ぎず、実際の患者の測定に使用できると考えられた。

### 第2節 測定体位によるピークフローメータ計測値の違いについて

本研究では、背臥位、ベッドアップ30°位、ベッドアップ60°位、端坐位のPCF値は、背臥位のPCF値が最も低値で、端坐位のPCF値が最高値を示した。フェイスマスク、マウスピースと異なる条件下であっても、PCF値は背臥位が最も低値で、端坐位が一番高値を示した。その一方で、端坐位を除くベッド臥床の体位ではベッドアップ30°位のPCF値が高値を示した。フェイスマスクでは、ベッドアップ30°位、PCF値はベッドアップ60°位、端坐位の2つの体位のPCF値とは統計上有意差が見られなかった。マウスピースではベッドアップ30° PCF値とベッドアップ60° PCF値間に統計学的有意

差を認めなかった。すなわち、端坐位を除くと、ベッドアップ30° PCF値がベッドアップ60° PCF値よりも高いことが明らかとされた。

ベッドアップ30° PCF値がベッドアップ60° PCF値よりも高いこと理由として、以下のことが推察される。背臥位では内臓が横隔膜を圧迫し、横隔膜が頭側へ偏倚するため呼吸運動が制限される。しかし、端坐位では内臓による圧迫が軽減し、また、重力の作用も加わり、横隔膜の位置が下がり呼吸運動が促進される<sup>60)</sup>。背臥位と端坐位におけるPCF値を比較した検討<sup>64)</sup>では、背臥位のPCF値が有意に低値であったとしている。ベッドアップ30°位とベッドアップ60°位を比較すると、より端坐位に近いベッドアップ60°位の方が、横隔膜の位置が下がり肺活量の増大することによって高PCF値となると想定されるので、咳嗽はできるだけ端坐位に近い状態で行う方がよいとしている報告もある<sup>13)</sup>。体位が呼吸に及ぼす影響としては、内臓による横隔膜の圧迫による肺活量の減少<sup>28)</sup>、背側の胸郭が圧迫されることによる胸郭の拡張を制限すること<sup>64)</sup>、咳嗽に必要な胸郭や肩甲帯の関節可動域制限や関節可動域制限に基づく呼吸筋の前負荷の減少による筋力の低下が挙げられる<sup>34)</sup>。咳嗽時には、吸気筋の活動が増加し、加えて呼吸補助筋が動員される。努力性吸気では僧帽筋や前鋸筋、胸筋群、胸鎖乳突筋などの吸気補助筋や、努力性呼気では広背筋、内肋間筋、腹筋群などの呼気補助筋の活動が求められる<sup>19)</sup>。

ベッドアップ体位では、背部組織内部には体重による体圧<sup>31)</sup>と、同じ部位が引っ張られる応力、2点が違う方向に力がかかることによる剪断力が加わる<sup>47)</sup>。ベッド角度を上げることにより胸椎部や仙骨部への体圧と剪断力が増す<sup>3)</sup>。また、ギヤッチアップにてベッドアップ体位をとることにより、腰椎が後弯すること<sup>57)</sup>、骨盤後傾位となること<sup>44)</sup>、膝関節屈曲20°のベッドアップ体位であると骨盤後傾位となることが指摘されており<sup>31)</sup>、ベッドアップの角度が増すごとに骨盤後傾が増強される。

本研究では、ベッドアップ体位をとったのちに背抜きを行い、背部にかかる力を除き、膝関節屈曲角度は10°として骨盤後傾位とならないように配慮したが、測定をするまでの休息時間内で骨盤後傾位となったことが考えられる。ベッドアップ体位での咳嗽は、外腹斜筋、腹直筋、腹横筋などの腹筋群や側腹壁筋の活動が多く必要となるが<sup>23, 34, 71)</sup>、骨盤後傾位は筋の長さ-張力曲線の関係から張力を発揮させやすい筋の至適長を獲得することが困難となるため<sup>22)</sup>、腹筋群の筋活動が減少しやすい姿勢である。ベッドアップ30°位はベッドアップ60°位に比べ骨盤後傾が減少するため腹筋群の

活動が得られやすく、また、ベッドアップ30°位はリラクゼーション効果が得られやすい体位であるため<sup>24)</sup>、腹筋群の緊張が緩和されより効率的な筋活動が発揮できたため、PCF値に差生じたと考えた。

### 第3節 測定条件によるピークフローメータ計測値の違いについて

今回の検討では、マウスピースとフェイスマスクを使用し、数種の体位におけるPCF値の変動を測定した。マウスピースとフェイスマスクは、呼吸機能検査に一般的に使用されている。本研究では、全ての体位でマウスピースに比べ、フェイスマスク使用によりPCF値が有意に低値になることが明らかとなった。

ピークフローメータにフェイスマスクを装着した場合のPCFの再現性や、信頼性については数編の報告がある<sup>21, 69)</sup>。宮澤はマウスピースとフェイスマスクを使用した際の呼吸機能検査では、健常者、COPD患者において、フェイスマスクのピークフロー値が、マウスピースを使用した際のピークフロー値より約0.5~0.6L/sec程度低下したとしている<sup>43)</sup>。Bukkensらはフェイスマスクとマウスピースの条件を比較し、フェイスマスクには空気漏れが生じる可能性を指摘している<sup>12)</sup>。

本研究においてはフェイスマスクで測定する際に空気漏れがないように密着させていたが、少なからず漏れがあった可能性は否定できないこと、フェイスマスクを装着することによる心理的不安感が生じたことが考えられ、それらがフェイスマスク装着時のPCF値を低下させた可能性も考えられる。フェイスマスク装着のPCF測定値はマウスピースに比較して低値であることを考慮しなければならない。PCFを測定した際には、体位や測定条件を明記しておき記録しておくことも必要になることが示唆された。



## 第8章 結論

ベッドアップ体位では、角度が増すごとにより体圧と背部にかかる剪断力が増し、骨盤も後傾位となる。ベッドアップ30°位では、ベッドアップ位の咳嗽に必要となる外腹斜筋、腹直筋、腹横筋の活動が発揮しやすいこと、筋の活動を得られやすいリラクゼーション肢位であったため、ベッドアップ60°位よりPCF値が高値であったと考えた。フェイスマスクは漏れが生じること、フェイスマスクを密着することによる心理的要因がPCF値に影響を与えたと考えた。

以上のことより、ベッドアップ体位で喀痰排出を促す際にはベッドアップ30°位が推奨され、PCFを測定する際は、マウスピースのPCF値が高くなることが示唆された。

### 第1節 今後の展望

病院や施設では端坐位を取ることができず、ベッド臥床となる人が多い。そのため、食事や誤嚥防止、呼吸苦の緩和、離床など様々な目的でベッドアップ体位を用いている。本研究において端坐位を除くベッドアップ体位ではベッドアップ30°位のPCF値が有意に高値を示したので、排痰により気道クリアランスを図る時には、ベッドアップ30°位が効果的であると考えた。また、疾患の特性や種々の原因でベッド臥床を余儀なくされる人や、ALSやMSAなど将来的に端坐位がとれなくなることが予想される人には、経時的変化の比較のためにもPCF測定は、ベッドアップ30°位が推奨されると考えられた。

高齢者は、加齢と共に肺活量、呼吸筋力は低下し、併せてPCF値も低下していく<sup>32)</sup>。非活動的な生活を送っている高齢者では、加齢による呼吸筋の弱화가さらに加速し、特に呼気筋の弱化により、咳嗽時に必要な胸腔内圧を十分高めることができず咳嗽時の呼気流速が低下する<sup>30)</sup>。

従来、呼吸リハビリテーションとして、呼吸筋の収縮力増強と持続力回復を目的として、腹部に置く重錘、Threshold、吹矢など様々なトレーニング法が行われている<sup>34, 45, 53, 54)</sup>。腹筋群や側腹壁筋に対する呼吸筋トレーニングは、高齢者にとって肺炎や誤嚥性肺炎による死亡の危険性を回避する手段として重要であると考えられる。健康な

高齢者に対して、腹筋群の筋力トレーニングを処方することは容易であるが、ベッド臥床を余儀なくされる人や、認知機能によってこちらが意図するトレーニングが実施されない人に対しては、寝返りや起き上がりといった体幹の回旋動作を伴う動作を実施することで腹筋群の活動を促すことが必要であると考え。また、咳嗽指導として huffing や coughing<sup>49, 52, 55, 66)</sup> が用いられているが、PCF 値の変動が視覚的にも確認できるため、実際にピークフローメータを用いる練習も必要であると考え。

## 第2節 研究の限界

本研究の限界は、コネクタの検討では PCF 値の測定にコンプレッサーなど定量的な呼気を送れる装置を用いなかったため客観性に乏しいこと、被験者の呼吸機能検査や呼吸筋力、胸郭拡張差といった呼吸に影響を与える因子の評価がないこと、測定時の姿勢の変化を検討することができなかったことが挙げられる。今後はこれらの点に留意して、30°位や45°以外のベッドアップ体位における PCF 値の検討を行い、咳嗽に最も適した体位を明らかにするとともに、咳嗽に特化した呼吸筋トレーニングの開発を行い喀痰排出に難渋する人に貢献していきたいと考える。

## 第9章 結語

咳嗽時最大呼気流速値は、端坐位が最も高値であり、次いでベッドアップ30°位、ベッドアップ60°位、背臥位の順であった。フェイスマスク使用ではマウスピースよりも咳嗽時最大呼気流速値が低値となることを明らかにした。

## 謝辞

本研究を行うにあたり御協力を賜りました、精神保健研究所の吉田光爾先生に深謝いたします。

## 参考文献

- 1) Amy Y Wang, Robert J Jaeger, Gary M Yarkony and Rose M Turba. Cough in spinal cord injured patients: the relationship between motor level and expiratory flow. *Spinal cord*. 1997; 35: 299 -302.
- 2) Andrew C J (1995). Accuracy, Reproducibility, and Variability of Portable Peak Flowmeters. *CHEST*, 107(3), 648 -651.
- 3) 荒木綾平, 白田滋 (2013). リクライニング車いすの姿勢条件が体圧とずれ力に及ぼす影響. *褥瘡会誌*, 15(2), 111-118
- 4) 有菌信一, 小川智也, 渡邊文子 (2009). COPD 患者の peak cough flow と Mechanical Exsufflation による検討. *日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌*, 19, 53-57.
- 5) Bach JR (1995). Amyotrophic Lateral Sclerosis Prolongation of life by Noninvasive Respiratory Aids . *Arch Phys Med Rehabil* , 76, 828-832.
- 6) Bach JR (1993). Mechanical Insufflation-Exsufflation. *Chest*, 104, 1553-1562.
- 7) Bach JR, Goncalves MR, Paez S, Winck JC, Leitao S, Abreu P (2006). Expiratory flow maneuvers in patients with neuromuscular disease. *Am J Phys Med Rehabil*, 85(2), 105-111.
- 8) Bach JR, Ishikawa Y, Kim H (1997). Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy . *CHEST*, 112, 1024-1028.
- 9) Bach JR, Saporito LR (1996). Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure . A different approach to weaning. *CHEST*, 110, 1566-1571.
- 10) Bach JR, Smith WH, Michaels J, Saporito L, Alba AS, Dayal R, Pan J (1993). Airway secretion clearance by mechanical exsufflation for post-polio myelitis ventilator-assisted individuals. *Arch Phys Med Rehabil*, 74(2), 170-177.

- 11) Bianchi C, Baiardi P, Khirani S, Cantarella G(2012). Cough peak flow as a predictor of pulmonary morbidity in patients with dysphagia. *Am J Phys Med Rehabil*, 91(9), 783-788.
- 12) Bukkens SG, McNeill G(1990). Comparison of a face-mask and mouthpiece for measuring resting energy expenditure with the 'Oxylog'. *Ann Nutr Metab*, 34(2), 112-118.
- 13) Charbal B, Mark R E, Elizabeth R E(2002). The effect of body position on expiratory pressure and flow. *Australian Journal of Physiotherapy*, 48, 95-102
- 14) 海老原覚, 佐々木英忠(2004). ピークフローの有用性と限界-いかにモニタリングするか-. *医学のあゆみ*, 210, 856-859.
- 15) 咳嗽に関するガイドライン第2版作成委員会(2012). 喘息に関するガイドライン第2版. 東京, メディカルレビュー社.
- 16) Gauld LM, Boynton A(2005). Relationship between peak cough flow and spirometry in Duchenne muscular dystrophy. *Pediatr Pulmonol*, 39( 5), 457-460.
- 17) Hanayama K, Ishikawa Y, Bach JB(1997). Amyotrophic lateral sclerosis. Successful treatment of mucous plugging by mechanical insufflation-exsufflation. *Am J Phys Med Rehabil*, 76(4), 338 -9.
- 18) Hargreave FE, Ramsdale EH, Kirby JC, O' Byrne PM(1986). Asthma and the role of inflammation. *Eur J Respir Dis Suppl*, 147, 16 -21.
- 19) Holland N, Williams MT(1998). The effect of directed vigorous coughing on energy expenditure and pulmonary function in normal subjects. *Physiother Theory Pract*, 14, 55-61.
- 20) Ishikawa Y, Bach JR, Komaroff E, Miura T, Jackson-Parekh R(2008). : Cough augmentation in Duchenne muscular dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil*, 87(9), 726-730.
- 21) 石川玲, 宇野光人(1999). Duchenne型筋ジストロフィー患者における呼吸筋力・肺活量測定での測定値の信頼性に関する検討. *東北理学療法学*, 11, 118-122.

- 22) 市川毅, 木村雅彦(2009). 立位姿勢の違いが呼吸筋活動, 胸郭運動および呼吸機能に及ぼす影響-胸郭と骨盤の位置関係に着目して-. 臨床理学療法研究, 26, 39-42
- 23) 一場友実, 解良武士, 島本隆司, 糸数昌文, 丸山仁司, 大久保隆男(2002). 呼吸抵抗負荷の相違による呼吸筋活動の分析. 理学療法科学, 17(3), 195-198.
- 24) 一場友美, 山田拓実, 解良武士, 藍原章子, 八並光信, 宮川哲夫(2010). リラクゼーション肢位の違いが呼吸運動出力及び自律神経機能に与える影響. 理学療法科学, 25(5), 657-662.
- 25) 乾宏行, 中西宏公, 中西正典, 西本武司, 柳本立太, 山縣俊之, 溝端理恵, 中谷清樹, 南方良章, 池田剛司, 前田孝夫, 湯川進(1997). 成人ピークフロー予測値の検討. 呼吸, 16(7), 1078-1084.
- 26) Kang SW, Bach JR(2000). Maximal insufflation capacity; vital capacity and cough flows in neuromuscular disease. Am J Phys Med Rehabil, 79(3), 222-227.
- 27) Kang SW, Shin JC, Park CI, Moon JH, Rha DW, Cho D -h(2006). Relationship between inspiratory muscle strength and cough capacity in cervical spinal cord injured patients. Spinal Cord, 44, 242 -248
- 28) Kapandji IA(2008). カパンディ関節の生理学 III. 背椎・体幹・頸部 原著第 6 版, 東京, 医歯薬出版, 170-171.
- 29) 川上途行, 里宇明元, 堀江温子, 辻川将弘, 前島早代, 大高洋平, 藤原俊之, 辻哲也, 木村彰男(2013). スモン患者の咳嗽力に関する検討. Jpn J rehabil Med, 50, 654-657.
- 30) Kim J, Davenport P, Sapienza C(2009). Effect of expiratory muscle strength training on elderly cough function. Arch Gerontol Geriatr , 48, 361-366.
- 31) 窪田聡, 山本澄子(2008). 介護用ベッド背上げ時の姿勢評価-姿勢に影響を及ぼす要因-. 人間工学, 44, 109-116.
- 32) 黒澤一(2011). 高齢者の呼吸障害の特性. 理学療法, 28(9), 1101-1104.
- 33) Kroussis D, Polkey MI(1997) . Simulation of cough in man by magnetic stimulation of the thoracic nerve roots . Am J Respir Crit Care Med, 156, 1696-1699.

- 34) 解良武士, 古泉一久(2009). 呼吸筋トレーニングによる持久性能力の向上の可能性. 理学療法科学, 24(5), 767-775.
- 35) 小谷奈津子, 竹林康弘, 橋本茂樹, 横串算敏, 土岐めぐみ(2010). 高齢入院患者の咳嗽時最大呼気流速に影響する因子の検討. 北海道リハビリテーション学会雑誌, 35, 41-45
- 36) Leanne MG(2009). Airway clearance in neuromuscular weakness *Developmental Medicine & Neurology*, 51, 350-355.
- 37) Lin KH, Lai YL, Wu HD, Wang TQ, Wang YH(1998). Effects of an abdominal binder and electrical stimulation on cough in patients with spinal cord injury. *J Formos Med Assoc*, 97(4), 292-295.
- 38) Mark R E, Jennifer A A, Peter T P(2005). Effect of Body Position on Maximal Expiratory Pressure and Flow in Adults With Cystic Fibrosis. *Pediatric Pulmonology*, 40(5), 385-391
- 39) 松本浩実, 池田匡(2008). 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, 23(5), 659-663.
- 40) 増田崇, 田平一行, 北村亨, 東村美枝, 鴨川久美子, 吉村淳(2008). 開腹手術前後の咳嗽時最大呼気流速の変化. 理学療法科学, 35(7), 308-312.
- 41) 三浦利彦, 石川悠加, 石川朗(1999). Duchenne型筋ジストロフィーにおける咳出能力. 理学療法科学, 26(4), 143-8.
- 42) 宮川哲夫, 一場友実(2012). 排痰手技の再考. 理学療法科学, 39, 278-283.
- 43) 宮澤義(1996). マウスピースをくわえられない場合. *Medical Technology*, 30, 1104.
- 44) 森將安, 遠藤明美, 押本由実, 道繁祐紀恵, 小山恵美子(2009). ずれや圧迫の少ない背上げ機構を持つベッドの開発. 人間工学, 45(3), 163-169.
- 45) 永崎孝之, 岡田裕隆, 甲斐悟, 高橋精一郎(2010). 吹矢を用いたトレーニングが呼吸機能に及ぼす影響. 理学療法科学, 25(6), 867-871.
- 46) 日本アレルギー学会 喘息ガイドライン専門部門監修(2012). 喘息予防・管理ガイドライン 2012. 東京, 協和企画
- 47) 大久保裕子, 小長谷百絵(2000). ベッドの背を上げ下げするときの身体への影響. 褥瘡会誌, 2, 45-50.



- 48) Park JH, Kang SW, Kim DH(2010). How Respiratory Muscle Strength Correlates with Cough Capacity in Patients with Respiratory Muscle Weakness. *Yonsei Med J*, 51(3), 392-397.
- 49) Pavia D(1990). The role of chest physiotherapy in mucus hypersecretion. *Lung*, 168, 614-621.
- 50) Peter L, Shah E, Ross A(1989). Prevalence and diagnosis of chronic respiratory symptoms in adults. *Br Med J*, 298, 1556-1560.
- 51) Sancho J, Servera E, Marin J(2004). Comparison of peak flows measured by pneumotachograph and a portable peak flow meter. *Am J Med Rehabil*, 83(8), 608-612.
- 52) 佐野裕子(2003). 排痰テクニックとその留意点. *理学療法*, 20, 933-938.
- 53) Sasaki M(2007). The Effect of Expiratory Muscle Training on Pulmonary Function in Normal Subjects. *J Phys Ther*, 19, 197-203.
- 54) 佐藤麻知子, 佐竹將宏, 塩谷隆信, 菅原慶勇, 高橋仁美, 佐藤一洋, 河谷正仁(2002). 呼吸筋トレーニングにおける効果的な負荷圧の検討. *理学療法学*, 29(2), 37-42.
- 55) 瀬田拓, 大澤智恵子, 小川美緒, 高田耕太郎, 安保雅博(2004). 開胸開腹術前リハ. *JOURNAL OF CLINICAL REHABILITATION*, 13(2), 124-128.
- 56) Shijders CJ, Ribbers MT(1998). EMG recordings of abdominal and back muscles in various standing postures validation of a biomechanical model on sacroiliac joint stability. *J Electromyography Kinesiol*, 8, 205-214.
- 57) Suarez AA, Pessolano FA, Monteiro SG, Ferreyra G, Capria ME, Mesa L, Dubrovsky A, De Vito EL(2002). Peak flow and peak flow in the evaluation of expiratory muscle weakness and bulbar impairment in patients with neuromuscular disease. *Am J Phys Med Rehabil*, 81(7), 506-511.
- 58) 鈴木哲, 植田一輝, 渡邊進(2011). ギャッチアップ角度の増加に伴うベッド上臥床時の脊椎カーブの変化-2種類の座位姿勢との比較-. *理学療学*, 26(5), 699-702.
- 59) 田村弦(2000). ピーク・フロー. *日本内科学会雑誌*, 85, 62-66.
- 60) 田村陽, 池田光範, 三浦早織, 佐竹將宏, 塩谷隆信(2012). 咳嗽によるエネルギー消費量に関する検討-肢位および頻度による影響-. *理学療法科学*, 27(5), 577-581.

- 61) Talwar A, Sood S, Sethi J (2002). Effect of body posture on dynamic functions in young non-obese Indian subject. *Indian Journal of Medical Sciences*, 56, 607-612.
- 62) Tsubaki A, Deguchi S, Yoneda Y (2009). Influence of Posture on Respiratory Function and Respiratory Muscle Strength in Normal Subjects. *J Phys Ther Sci*, 21, 71-74.
- 63) 寺本信嗣, 鈴木正史, 松井弘稔, 大賀栄次郎, 石井建男, 山口泰弘, 山本寛, 松瀬健, 大内尉義 (1999). 老年者における呼吸筋力測定値の日内変動の検討. *呼吸*, 18(11), 1247-1251.
- 64) 鯨津吾一 (2009). 咳嗽時最大呼気流速と体位の関係. *ICU と CCU*, 33(10), 783-786.
- 65) Vakil DV, Ayiomamitis A, Nizami N, Nizami RM (1985). A double-blind comparative study of pelletized cromolyn versus cromolyn blend in the treatment of asthma. *J Asthma*, 22(6), 279-284.
- 66) Van Hengstum M, Festen J, Beurskens C, Hankel M, van den Broek W, Buijs W, Corstens F (1988). The effect of positive expiratory pressure versus forced expiration technique on tracheobronchial clearance in chronic bronchitis. *Scand J Gastroenterol Suppl*, 143, 114-118.
- 67) Wang AY, Jaeger R, Yarkony G, Turba M (1997). Cough in spinal cord injured patients: the relationship between motor level and expiratory flow. *Spinal cord*, 35, 299-302.
- 68) 柳澤幸夫, 松尾善美, 春藤久人, 中村武司, 片川雅友, 坂東儀昭 (2012). 上腹部外科術後における咳嗽介助が咳嗽能力および創部痛に及ぼす効果. *理学療法科学*, 27(1), 67-71.
- 69) 山川梨絵, 横山仁志, 渡邊陽介, 横山有里, 武市尚也, 石坂姿子, 岡田一馬, 笹益男 (2010). 排痰能力を判別する cough peak flow の水準-中高齢患者における検討-. *人工呼吸*, 27(2), 260-266.
- 70) 山下弘二, 盛田寛明 (2012). 養護老人ホーム入所者の筋肉量と随意的咳嗽力との関連性. *理学療法研究*, 29, 18-22.

- 71) 山科吉弘, 田平一行, 増田崇, 井出宏, 長瀬有希, 玉村悠介(2011). 姿勢が咳の最大流速(Cough Peak Flow)と呼気筋活動に与える影響. 藍野学院紀要, 25, 1-6.
- 72) Y Kimura, M Takahashi, F Wada, K Hachisuka(2013). Difference in the Peak Cough among Stroke Patients With and Without Dysphagia. J UOEH, 35(1), 9-16.

# Effects of body position and face mask on measurement of peak cough flow

Yoshiki Tamada

## Abstract

### Objectives

Differences in peak cough flow (PCF) were examined between 4 positions (supine, bed-up 30° [30°], bed-up 60° [60°] and sitting on a bed) using a mouthpiece or a face mask connected to a peak flow meter. The validity of a connector that can hold a peak flow meter in a vertical position was also examined.

### Methods

To validate the connector, PCF was measured with a mouthpiece only versus mouthpiece + connector and a face mask only versus face mask + connector in 10 healthy male volunteers (37.9±9.8 years). PCF in the 4 positions was measured randomly in 24 hospitalized patients without respiratory and neuromuscular disorders (64.5±9.8 years; 12 males, 12 females).

### Results

In healthy volunteers, PCF showed non-significant increases from 520±79.4 L/m with a mouthpiece only to 537±99.5 L/m with a mouthpiece + connector; and from 464±78.6 L/m with a face mask only to 471±82.2 L/m with a face mask + connector. Among the 4 positions, PCF was significantly higher in the sitting position (428.8±151.6 L/m) than in the supine position (320.4±87.4 L/m). A higher PCF level was measured in the 30° position than in the supine and 60° positions. PCF values using a face mask were significantly lower than those using a mouthpiece among the 4 positions.

## **Discussion**

In the bed-up position, shear stress and body pressure on the patient's back increase in accordance with the bed's angle. In the 30° position compared with the 60° and supine positions, the abdominal muscles that produce strenuous coughing become more relaxed. Therefore, PCF in the 30° position was higher than in the 60° and supine positions.

## **Conclusion**

PCF was highest in the sitting position, second highest in the 30° position, third highest in the 60° position, and lowest in the supine position. PCF was lower with a face mask compared with a mouthpiece.

## 抄録

### 【目的】

マウスピースとフェイスマスクの測定条件で、背臥位、ベッドアップ 30° 位、ベッドアップ 60° 位、端坐位の測定体位による咳嗽時最大呼気流速、測定条件における咳嗽時最大呼気流速を測定し、その差異を検証する。その際に、ピークフローメータを垂直位に保つコネクタを作成し、従来の使用方法とコネクタを装着することによる妥当性を併せて検証する。

### 【方法】

1) 健常ボランティア10例（年齢 $37.9 \pm 7.8$ 歳，男性10例）を対象とし、ピークフローメータを垂直位に保つために作成したコネクタを、マウスピースとフェイスマスクに付け、従来の測定方法とPCF値の違いを比較した。

2) 中高齢の入院患者 24 例（年齢 $64.5 \pm 9.8$ 歳，男性 12 例，女性 12 例）を対象とし、背臥位，ベッドアップ 30° 体位，ベッドアップ 60° 体位，端坐位の 4 測定体位，マウスピースとフェイスマスクにコネクタを装着した 2 測定条件で，咳嗽時最大呼気流速を測定し，測定体位，測定条件によって生じる差を比較検討した。

### 【結果】

マウスピース単独( $520 \pm 79.4$ L/m)，フェイスマスク単独( $464 \pm 78.6$ L/m)に比べて，マウスピースにコネクタを装着した場合，フェイスマスクにコネクタを装着した場合，咳嗽時最大呼気流速値はそれぞれ3.2%，1.5%増加（ $537 \pm 99.5$ L/m， $471 \pm 82.2$ L/m）であったが，統計上有意差を認めなかった。

咳嗽時最大呼気流速値は端坐位が最高（ $428.8 \pm 151.6$ L/m）で，背臥位が一番低値（ $320.4 \pm 87.4$ L/m）を示した。端坐位を除く体位では，ベッドアップ30°位が最も高値（ $383.3 \pm 129.9$ L/m）であった。全ての測定体位においてマウスピース使用時の咳嗽時最大呼気流速値が有意に高値であった。

### 【考察】

ベッドアップ体位では，ベッドアップ角度が増すごとにより体圧と背部にかかる剪断力が増し，筋活動が起こりにくい骨盤後傾位となる。ベッドアップ30°位では，ベッドアップ60°位や仰臥位に比べ，咳嗽に必要なとなる腹筋諸筋の活動が発揮しやすく，筋の活動を得られやすい肢位であるため，ベッドアップ60°位や背臥位より咳嗽時最

大呼気流速値が高値であったと考えた。フェイスマスクは漏れが生じることなどが咳嗽時最大呼気流速値に影響を与えたと考えた。

**【結論】**

咳嗽時最大呼気流速値は、端坐位が最も高値であり、次いでベッドアップ 30°、ベッドアップ 60°、背臥位の順であった。フェイスマスク使用ではマウスピースよりも咳嗽時最大呼気流速値が低値となることを明らかにした。

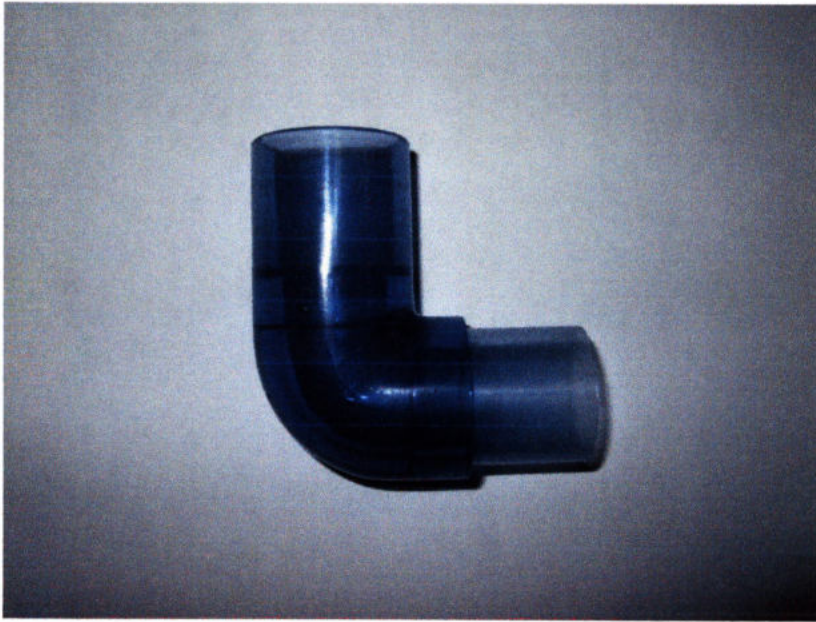


写真1 コネクタ



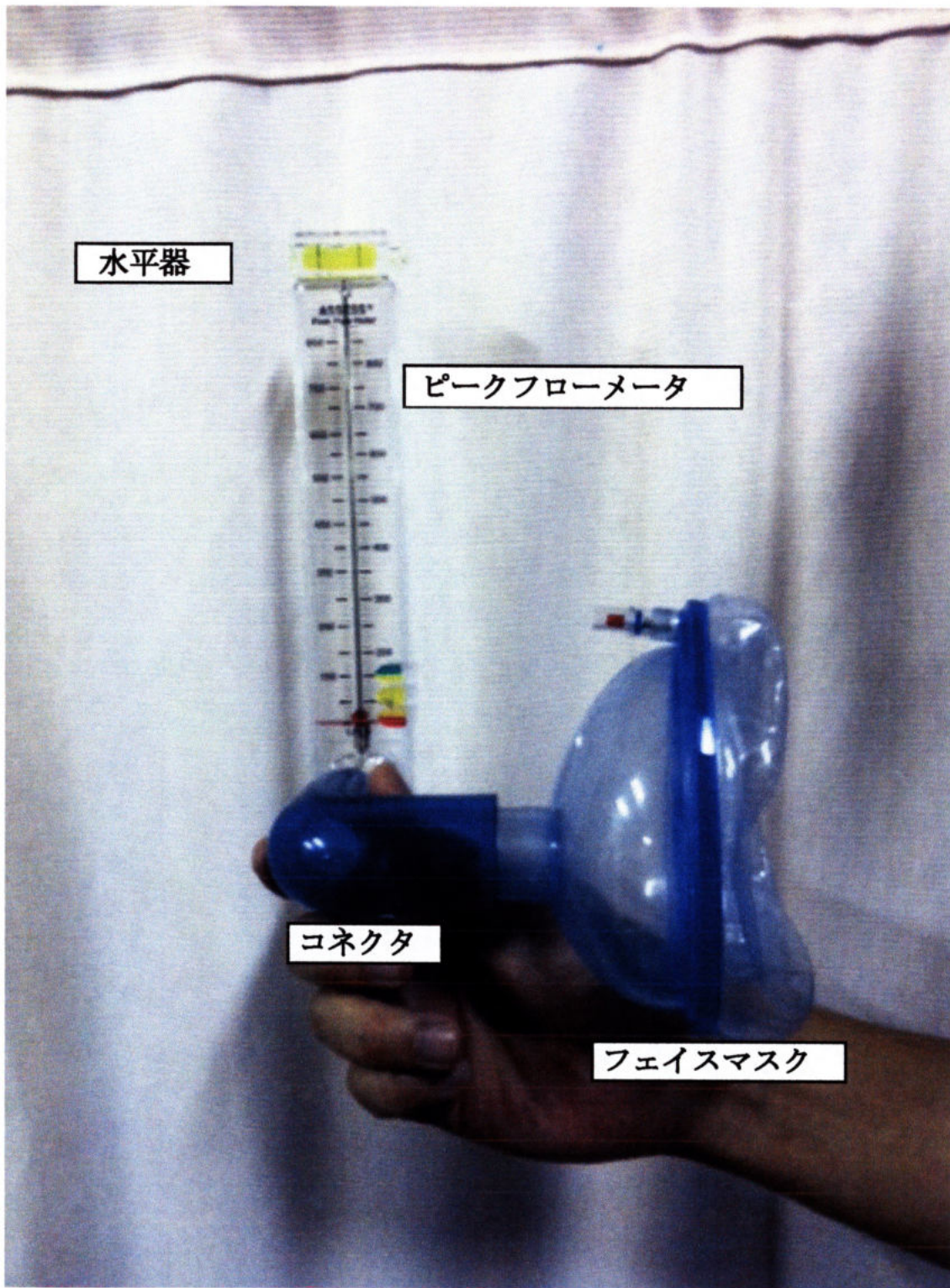


写真2 ピークフローメータ(フェイスマスク付)

表1 健常ボランティアの属性

男女比(男：女)	10：0
年齢(歳)	37.9±7.8
身長(cm)	172.5±4.4
体重(kg)	61.8±7.0
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	20.7±2.1
腹囲(cm)	76.4±6.6
VC(L)	4.7±0.7
IC(L)	3.2±0.7
FEV <sub>1</sub> %(%)	74.9±6.9
PEF(L)	6.1±1.0

平均値±標準偏差

BMI ; body mass index, VC ; 肺活量 vital capacity, IC ; 最大吸気量 inspiratory capacity, FVC ; 努力性肺活量 forced vital capacity, FEV<sub>1</sub>% ; 一秒率 forced expiratory volume 1.0 second, PEF ; 最大呼気流量 peak expiratory flow

表 2 中高齡入院患者の属性

男女比(男 : 女)	12 : 12
年齢(歳)	64.5±9.8
身長(cm)	162.5±9.1
体重(kg)	61.1±11.9
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.7±3.1
腹囲(cm)	84.8±8.4

平均値±標準偏差

BMI ; body mass index,

表3 コネクタ装着の有無による咳嗽時最大呼気流速の差異(L/s)

	コネクタなし(L/s)	コネクタあり(L/s)	p 値
マウスピース	520±79.4	537±99.5	ns
フェイスマスク	464±78.6	471±82.2	ns

平均値±標準偏差 単位=L/s ns : not significant

表 4 測定条件における四体位咳嗽時最大呼気流速の差異

	マウスピース(L/s)	フェイスマスク(L/s)	p 値
背臥位	320.4±87.4	301.3±129.9	p<0.05
ベッドアップ 30° 体位	383.3±129.9	352.1±101.0	p<0.05
ベッドアップ 60° 体位	358.7±94.8	336.0±99.9	p<0.05
端坐位	428.8±151.6	385.0±131.5	p<0.01

平均値±標準偏差 単位=L/s

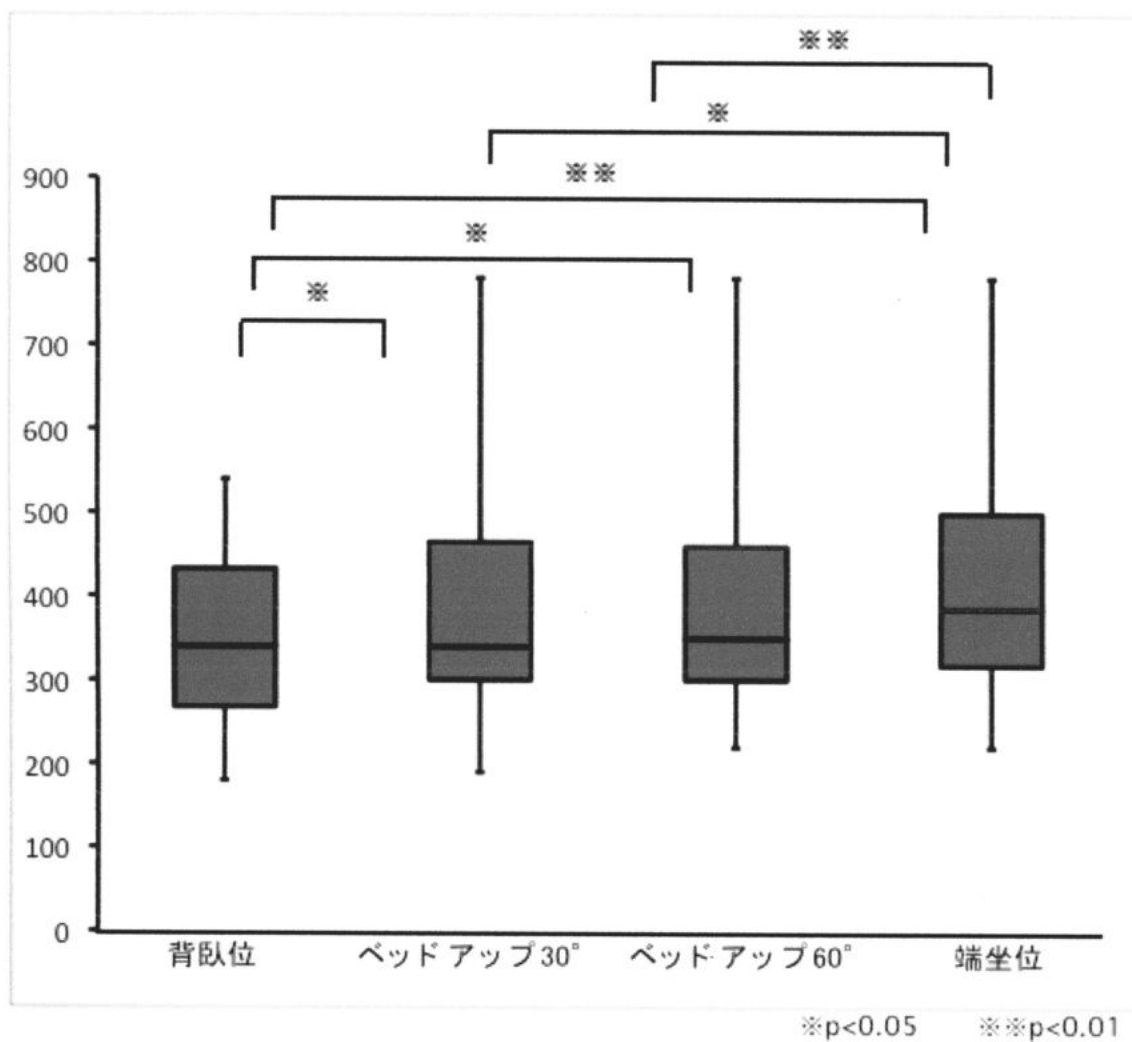


図1 マウスピースにおける各体位間の PCF 値

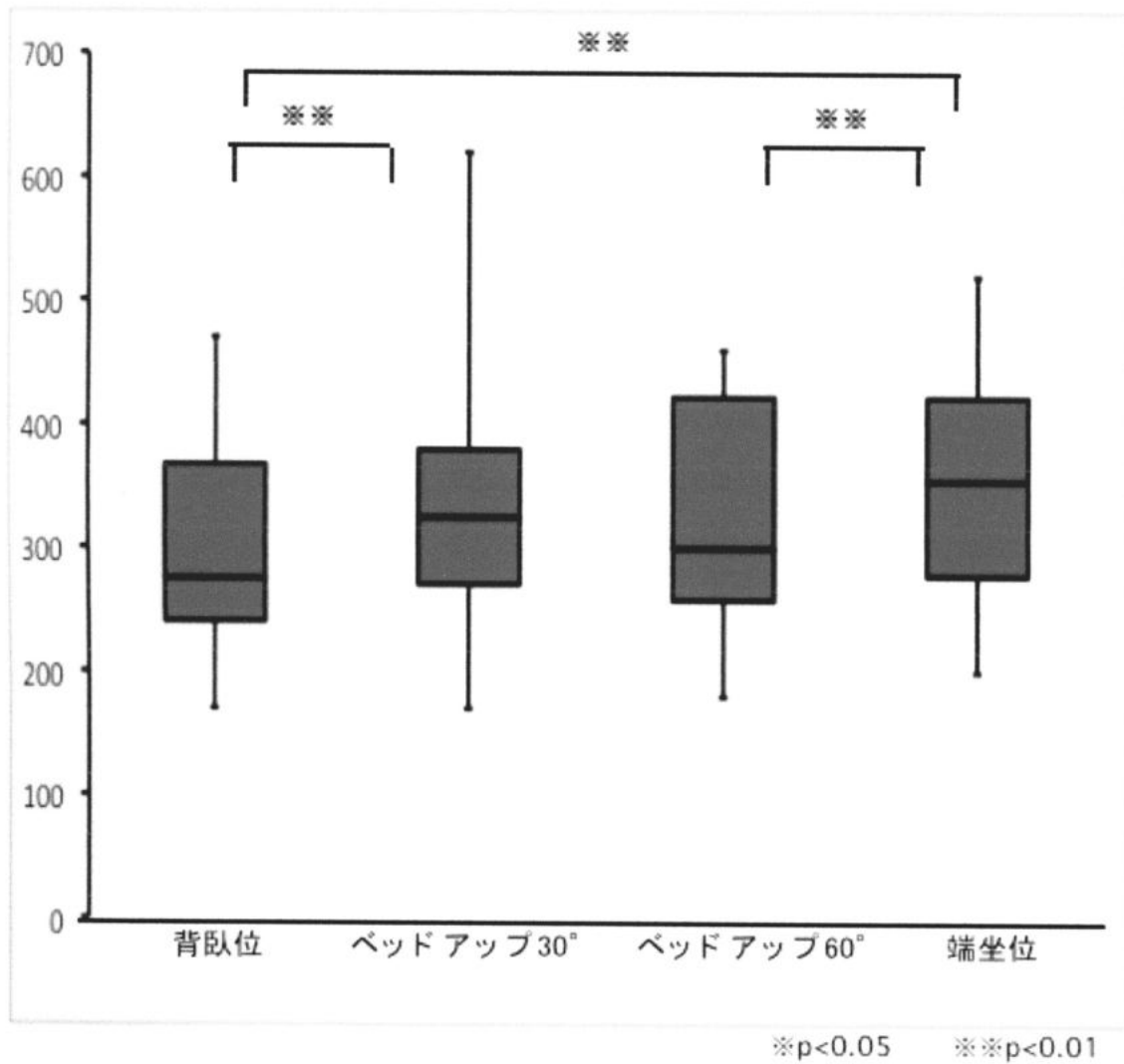


図2 フェイスマスクにおける各体位間の PCF 値