

円背姿勢高齢者の呼吸機能及び呼吸パターンの検討

Investigation of Respiratory Function and Breathing Pattern in Elderly People with Kyphosis Posture

伊藤 弥生^{1,2)} 山田 拓実³⁾ 武田 円^{3,4)}

YAYOI ITO, RPT, MS^{1,2)}, TAKUMI YAMADA, RPT, PhD³⁾, MADOKA TAKEDA, RPT, MS^{3,4)}

¹⁾ Department of Physical Therapy, Sanraku Hospital: 2-5 Kandasurugadai, Chiyoda-ku, Tokyo 101-8326, Japan.
TEL +81 3-3292-3981

²⁾ Department of Physical Therapy, Graduate Schools of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University of Health Science

³⁾ Department of Physical Therapy, Graduate Schools of Human Health Science, Tokyo Metropolitan University

⁴⁾ Department of Rehabilitation, Tokyo Women's Medical University Medical Center East

Rigakuryoho Kagaku 22(3): 353-358, 2007. Submitted Oct. 24, 2006. Accepted Feb. 14, 2007.

ABSTRACT: The purpose of this study was to clarify the relationship between kyphosis and breathing in elderly people. Hand grip power, pulmonary function, maximal inspiratory mouth pressure (PI_{max}), maximal expiratory mouth pressure (PE_{max}), and breathing patterns were compared between the kyphosis group and the normal group. In the kyphosis group, hand grip power, PI_{max}, PE_{max}, peak flow (PEF) and %PEF were significantly lower than in the normal group. During spontaneous breathing, there was a significantly different breathing pattern between the kyphosis group and the normal group. There was more chest movement in the kyphosis group, and more abdomen movement in the normal group. The kyphosis group had significantly decreased volume of abdominal movement during spontaneous breathing and slow vital capacity maneuvers.

Key words: kyphosis, respiratory muscle, breathing pattern

要旨: 本研究は高齢者において円背姿勢が呼吸機能や呼吸パターンに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。地域在住高齢者65名の脊柱の後彎計測を行い、円背指数により正常群と円背群に分類した。握力、呼吸筋力、呼吸機能、安静換気と肺活量測定時の換気様式及び胸部呼吸量と腹部呼吸量の測定を行い、2群で比較した。円背群は正常群に比べ、握力、最大吸気・最大呼気口腔内圧、PEFと%PEFが有意に低下していた。安静換気では、正常群は腹部優位、円背群は胸部優位と換気様式に違いがあった。安静換気と肺活量測定時ともに、円背群で腹部呼吸量が有意に少なかった。

キーワード: 円背姿勢, 呼吸筋, 呼吸パターン

¹⁾ 三楽病院 理学療法室: 東京都千代田区神田駿河台2-5 (〒101-8326) TEL 03-3292-3981

²⁾ 東京都立保健科学大学大学院 保健科学研究科理学療法学専攻 ³⁾ 首都大学東京 人間健康科学研究科理学療法科学系

⁴⁾ 東京女子医科大学東医療センター リハビリテーション部

受付日 2006年10月24日 受理日 2007年2月14日

I. はじめに

加齢による姿勢変化で最も多いのは円背姿勢である。脊柱後彎変形があるとその姿勢を保持するために背筋や下肢筋群は持続的に活動し、身体重心は後方移動し、体幹の伸展制限を生じる¹⁾。姿勢異常が進行すると脊柱の可動性の低下や腹筋群の短縮などの体幹機能の低下だけでなく、歩行能力や運動耐容能、日常生活における活動性の低下をきたす。高度の円背例では胸郭の変形や肺機能の低下、拘束性換気障害、慢性呼吸不全を認めることもある^{2,3)}。また、日本人の死因で4番目に多いのは肺炎で、高齢になるほど肺炎の死亡率が高くなり、高齢者に生じる肺炎の約3分の1が誤嚥性肺炎である^{4,5)}。円背姿勢高齢者の呼吸パターンや咳嗽の特徴について知ることが、呼吸理学療法を検討するのに必要である。

高齢者の姿勢制御筋と呼吸筋に関する研究は少ないが、會田ら⁶⁾は円背を有する80歳以上の高齢者では%肺活量と最大吸気筋力が低下し、安静吸気時に胸壁は広がるが腹壁が陥凹する奇異換気様式が多かったと報告している。しかし、この研究では姿勢評価をデジタルカメラで簡便に行っているが、その信頼性については不明である。また、姿勢評価の群分けを対象者の平均値などから便宜的に行っており、円背の境界値の根拠が乏しい。

さらに、安静換気よりも肺活量測定時など呼吸努力の高い時の方が換気様式は円背姿勢の影響を受けると予想されるが、肺活量測定時に関する報告はみられない。そこで、本研究では信頼性及び妥当性が報告されている姿勢測定方法と境界値を用い、安静換気と肺活量測定時の呼吸運動を測定し、円背姿勢と呼吸機能との関係性を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

1. 対象

本研究は、東京都内の地域在住高齢者(元気高齢者と介護保険サービス利用者)で座位保持可能な者を対象として、東京都立保健科学大学の倫理委員会の承認を得て行った。呼吸器疾患を有する者は除外した。研究への参加に同意が得られたのは65名(男性20名、女性45名)で、年齢 77.4 ± 8.0 歳、身長 150.4 ± 7.6 cm、体重 51.5 ± 9.3 kg、介護認定の要介護度は自立から1度までの高齢者であった。

2. 姿勢評価

姿勢評価には、脊柱のX線撮影像から姿勢を数種類の

型に分類する方法や脊柱の彎曲角度を測定する方法などがある。本研究では、脊柱の矢状面上の形状を非侵襲かつ簡便に測定でき、定量的に評価できる方法を使用した。対象者の身体的・精神的負担および測定環境を考慮して、安楽座位(正面を向いた楽な座位姿勢)で円背指数計測を行った。この脊柱後彎評価を目的とした座位円背指数計測の信頼性及び視察による姿勢評価との妥当性は既に報告されている⁷⁾。

円背指数計測は長さ60 cmの自在曲線定規で、第7頸椎棘突起(以下、C7)から第4腰椎棘突起(以下、L4)までの背部の彎曲をなぞり、デジタルカメラで被験者の座位姿勢とその形状を撮影し、パーソナルコンピュータ(以下、PC)に取り込みPC画面上で画像解析ソフトScion Imageを用いて計測した。C7とL4を結ぶ距離L、直線Lから彎曲の頂点までの距離Hから、Milneらの式($H/L \times 100$)⁸⁾で円背指数を算出した(図1)。

3. 測定姿勢

測定姿勢は介護を要する高齢者も対象としたため、被験者への身体的負担が比較的少ない座位とした。姿勢評価と同様に呼吸筋力、呼吸機能、胸部と腹部の動きなど、全ての測定は安楽座位で実施した。

4. 呼吸筋力

呼吸筋力はP-maxモニタ(英国モーガン社製)を用いて、最大口腔内圧を測定した。最大吸気筋力は残気量位からの最大吸気口腔内圧(以下、P_{imax})を、最大呼気筋力は全肺気量位からの最大呼気口腔内圧(以下、PE_{max})を測定した。

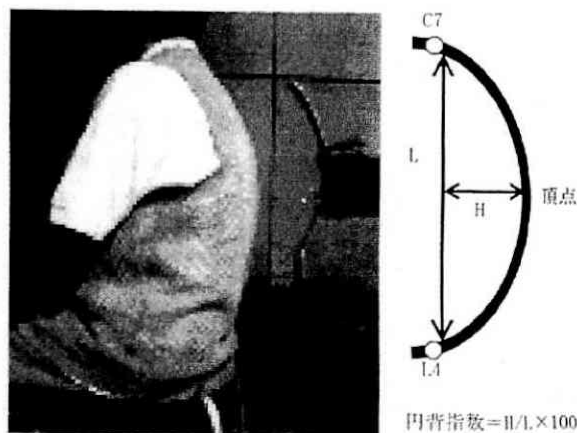


図1 円背指数計測

5. 呼吸機能

呼吸機能はニューモタコグラフおよびニューモタコアンプリファイア（ハンズドルフ社製）を用いてFlowを測定し、PowerLab（ADI社製）を介してPCに取り込んだ。PowerLabシステムのChart5.0上でSpirometry解析ソフトを用いてFlowからVolumeを算出し、呼吸機能の検査値、肺活量、%肺活量、努力性肺活量、1秒量、1秒率、ピークフロー（以下、PEF）、%ピークフロー（以下、%PEF）を求めた。

6. 換気様式

換気様式は前述したFlowと同期させて非侵襲・非拘束的スパイロメータ、ポータブル型レスピトレース（米国AMI社製）を用いて胸部の動きと腹部の動きを測定した。胸部と腹部にそれぞれ巻きつけた特製コイルを内蔵した伸縮自在の布製バンドのインダクタンス変化より胸部波形と腹部波形を測定し、PowerLabを介してChart5.0上に取り込んだ。x軸を腹部の動き、y軸を胸部の動きとし、最大吸気位と最大呼気位を結ぶ線の傾きの角度（ $\text{ATAN}(\angle \text{胸部の動き} / \angle \text{腹部の動き})$ ）を算出し、 45° を境に換気様式が胸部優位か腹部優位かを検討した。また、Konno-Mead Diagramを用いた4つの換気様式の評価基準⁹⁾を参考にして、腹部優位型（ $\geq 0^\circ$ 、 $< 38^\circ$ ）、正常換気様式（ $\geq 38^\circ$ 、 $< 60^\circ$ ）、胸部優位型（ $\geq 60^\circ$ 、 $< 90^\circ$ ）、奇異換気様式（ $< 0^\circ$ 、 $> 90^\circ$ ）の4型に分類し検討した。

7. 胸部呼吸量と腹部呼吸量

レスピトレースの胸部波形と腹部波形は呼吸波形＝胸部波形＋腹部波形となることから、ニューモタコグラフから求めたVolume [L] で較正することで胸部呼吸量 [L] と腹部呼吸量 [L] を求めた¹⁰⁾。

III. 分析

まず、対象者を姿勢評価の結果から正常群と円背群とに分類した。寺垣ら⁷⁾の円背指数計測の妥当性に関する報告や本研究における対象者全体の円背指数の平均値11.4を参考値として、観察による姿勢評価で明らかに円背とみられる者とそうでない者との分ける境界値を円背指数15と定義した。統計処理は、性別、介護度、換気様式の人数の比率については χ^2 検定を、その他の項目についてはt検定を行った。いずれも危険率5%以下を有意とした。

IV. 結果

本研究における2群の属性は表1に示した。正常群は48名（男性15名、女性33名）、年齢 76.9 ± 8.2 歳、BMI 23.1 ± 3.4 であった。一方、円背群は17名（男性5名、女性12名）、年齢 78.9 ± 7.5 歳、BMI 22.3 ± 4.2 であった。脊柱後彎の影響を受ける身長が円背群で有意に低かった（ $p < 0.05$ ）。また、握力も円背群で有意に低下していた（ $p < 0.05$ ）。

姿勢と呼吸との関係ではP_{lmax}が正常群 31.2 ± 20.2 cmH₂O、円背群 20.0 ± 6.9 cmH₂Oで、P_Emaxが正常群 47.9 ± 20.6 cmH₂O、円背群 30.6 ± 14.6 cmH₂Oで、P_{lmax}とP_Emaxともに円背群で有意に低下していた（ $p = 0.002$ ）。表2に示した呼吸機能ではPEFと%PEFで円背群の有意な低下がみられた（ $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ ）。他の呼吸機能には有意な差はなかった。表3に示した換気様式については、安静換気において正常群は腹部優位の換気様式を、円背群は胸部優位の換気様式を示した（ $p < 0.05$ ）。肺活量測定時においては正常群よりも円背群で胸部優位の傾向を示したが、有意な換気様式の相違はみられなかった。換気様式の型分類では奇異換気様式を示した者はおらず、その他に特徴的な分布は認められなかった。表4に示した胸部呼吸量と腹部呼吸量については、安静換気、肺活量測定時ともに、円背群は腹部呼吸量が有意に減少していた（ $p < 0.05$ ）。

V. 考察

本研究の結果から、円背の強い高齢者は呼吸筋力とPEFが低下しており、呼吸運動では腹部の動きが小さく、胸部優位の呼吸パターンを示した。

姿勢評価について、円背指数による円背姿勢の一般的な定義はないため、円背群と正常群との境界値の決め方によって呼吸機能の結果は当然異なってくる。我々は、正常群と円背群の境界値を円背指数15とした。これは、寺垣ら⁷⁾の報告では正常～軽度後彎と中等度～重度後彎との境界値に相当しており、この境界値は妥当性があると考えられる。

性別、年齢、BMI、介護認定のレベルについては、正常群と円背群とで有意な差は認められなかった。介護認定の要介護度から円背群で介護度が高い傾向がみられ、円背姿勢高齢者の身体能力の低下を反映していると考えられた。身長については円背群で有意に低かった。円背群では脊柱後彎変形により全身のアライメント不良を生じ、統計的にも正常群より身長が低いことが確認された。

表1 2群の属性と円背指数

		正常群 (n=48)	円背群 (n=17)	p 値	
性別	男性 [名]	15	5	0.573	n.s.
	女性 [名]	33	12		
介護認定				0.066	n.s.
	自立～要支援 [名]	20	3		
	要介護 I [名]	28	14		
χ^2 検定, $p < 0.05$					
		正常群 (n=48)	円背群 (n=17)	p 値	
年齢 [歳]		76.9 ± 8.2	78.9 ± 7.5	0.390	n.s.
身長 [cm]		151.7 ± 7.1	147.0 ± 8.1	0.026	*
体重 [kg]		52.6 ± 9.1	47.4 ± 9.5	0.079	n.s.
Body Mass Index		23.1 ± 3.4	22.3 ± 4.2	0.523	n.s.
右手握力 [kg]		21.3 ± 6.1	17.3 ± 4.6	0.024	*
左手握力 [kg]		19.8 ± 5.8	15.5 ± 4.1	0.008	**
円背指数		9.1 ± 3.1	17.9 ± 2.9	0.000	**

平均値 ± 標準偏差, t 検定, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

表2 呼吸機能

		正常群 (n=48)	円背群 (n=17)	p 値	
肺活量 [L]		2.02 ± 0.84	1.76 ± 0.70	0.249	n.s.
%肺活量 [%]		85.6 ± 35.1	80.0 ± 31.2	0.562	n.s.
FVC [L]		1.69 ± 0.82	1.37 ± 0.52	0.139	n.s.
1 秒量 [L]		1.06 ± 0.82	0.88 ± 0.48	0.404	n.s.
1 秒率 [%]		63.0 ± 31.8	67.3 ± 26.6	0.620	n.s.
PEF [L/sec]		4.01 ± 2.23	2.91 ± 0.97	0.008	**
%PEF [%]		96.6 ± 52.7	74.9 ± 23.9	0.028	*

平均値 ± 標準偏差, t 検定, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$

表3 換気様式

		正常群 (n=48)	円背群 (n=17)	p 値	
安静換気	角度 [degree]	40.3 ± 18.7	53.3 ± 20.5	0.021	*
肺活量測定時	角度 [degree]	40.5 ± 21.9	48.9 ± 19.7	0.176	n.s.
平均値 ± 標準偏差, t 検定, * : $p < 0.05$					
		正常群 (n=48)	円背群 (n=17)	p 値	
安静換気	腹部優位型 [名]	22	5	0.188	n.s.
	正常換気様式 [名]	15	6		
	胸部優位型 [名]	7	6		
	奇異換気様式 [名]	0	0		
肺活量測定時	腹部優位型 [名]	22	5	0.204	n.s.
	正常換気様式 [名]	9	7		
	胸部優位型 [名]	13	5		
	奇異換気様式 [名]	0	0		

χ^2 検定, $p < 0.05$

表4 胸部呼吸量と腹部呼吸量

		正常群 (n=48)	円背群 (n=17)	p 値	
安静換気	胸部呼吸量 [L]	0.28 ± 0.15	0.33 ± 0.16	0.257	n.s.
	腹部呼吸量 [L]	0.35 ± 0.18	0.22 ± 0.15	0.023	*
肺活量測定時	胸部呼吸量 [L]	0.83 ± 0.55	0.98 ± 0.66	0.340	n.s.
	腹部呼吸量 [L]	1.02 ± 0.74	0.72 ± 0.38	0.031	*

平均値±標準偏差, t検定, *: p<0.05

円背を有する高齢者の特徴として、本研究では握力と呼吸筋力の低下が著明であった。握力は上肢筋力を反映する¹¹⁾といわれており、円背群では上肢筋力全般の低下が予測される。呼吸筋力は最大吸気筋力、最大呼気筋力ともに円背群で有意に低下していた。脊柱の後彎が増大していると、体幹支持機構としての背筋群の筋力低下²⁾がみられることは広く知られているが、上肢筋力を表す握力、及び吸気・呼気筋力も低下していることが分かった。

呼吸機能ではPEFと%PEFで円背群の有意な低下がみられた。円背群のPEFと%PEFは平均2.9 L/sec, 74.9%と低値で、咳嗽能力も低下していると推測された。PEFは肺の大きさ、肺の弾性、気道の大きさとコンプライアンス、および呼気筋の強さと収縮速度によって定まる¹²⁾。本研究では対象から呼吸器疾患は除外したので、肺実質病変ではなく呼気筋力の低下がPEF低下の主たる要因といえる。加齢変化により肋間筋や横隔膜などの体幹筋は四肢の筋と異なり、白筋だけでなく赤筋の筋萎縮が著明であると報告されている¹³⁾。円背を有する高齢者では呼気筋力の低下により瞬間的に腹腔内圧を高めることができず、強制呼出能力が低下している一因となっていると思われる。

呼吸時の腹部の動きが小さくなるのは、横隔膜と腹筋群の姿勢異常による機能低下が関係すると考えられる。本来、吸気を担う横隔膜には2つの呼吸性の活動がある。1つは、横隔膜の下降が腹腔内圧を上昇させて、腹壁および下部胸壁を外方に広げる活動である。もう1つは、第7～12肋骨に付着している横隔膜肋骨部が収縮により下位肋骨を上方に持ち上げ、下部胸部の直径を広げる活動である¹⁴⁾。しかし、円背群では以下のように横隔膜のこの2つの活動が弱まっていることが考えられる。まず、腹部が胸部に圧迫されることで、横隔膜のピストン運動が阻害される。そして、体幹のアライメント不良により横隔膜肋骨部が下位肋骨を引き上げる運動が阻害され、吸気での下部胸部を含む腹部の外方への動きが

減少する。一方、呼気では主な呼気筋である腹筋群は、収縮により腹腔内圧を上昇させて横隔膜を押し上げ、呼出を促進する作用をもつ¹⁵⁾。しかし、脊柱後彎の増大により腹筋群の筋長が短縮し、筋の長さ-張力関係から収縮効率が低下する。これにより円背群では腹筋群の収縮が弱まり、横隔膜を押し上げられず、腹部を縮小する動きが減少していると考えられる。

このようなメカニズムから、吸気時に横隔膜が効率よく働き、呼気時に腹筋群が十分に収縮すれば、PEFのような強制呼出能力も発揮しやすくなると期待される。理学療法としては腹部優位の呼吸パターンの習得や姿勢制御筋と呼吸筋との協調性向上に着目したプログラムが、高齢者に多い誤嚥性肺炎を予防する咳嗽能力を高める方策と成り得るのではないかと考える。

引用文献

- 1) 高井逸史, 宮野道雄, 中井伸夫・他: 加齢による姿勢変化と姿勢制御. 日本生理人類学会誌, 2001, 6(2): 41-46.
- 2) 池田亀夫, 西尾篤人, 津山直一: 図説臨床整形外科講座第1巻 脊椎・脊髄. メジカルビュー社, 東京, 1984, pp128-151.
- 3) 木田厚端, 朝戸祐子: 老年者の後弯症. 呼吸, 1998, 7(12): 1339-1344.
- 4) 厚生統計協会: 国民衛生の動向 2006 年. 厚生統計協会, 東京, 2006, pp43-55.
- 5) 藤谷順子, 横塚百合子, 英 裕雄: 誤嚥性肺炎の基礎知識. コミュニティケア, 2004, 6(12): 16-19.
- 6) 會田信子, 廣澤正則, 吉野克樹: 高齢者の年齢および脊柱彎曲レベルによる呼吸機能の相違. 日本呼吸管理学会誌, 2005, 14(3): 458-462.
- 7) 寺垣康裕, 新谷和文, 末木恒治・他: 脊柱後彎評価を目的とした座位円背指数計測の信頼性と妥当性. 理学療法科学, 2004, 19(2): 137-140.
- 8) Milne JS, Lauder IJ: Age effects in kyphosis and lordosis in adult. Ann Hum Biol, 1974, 1(3): 327-337.
- 9) 川越康博: 僧帽弁狭窄症の肺高血圧により招来された異常換気様式—肺高血圧を反映する新しい臨床徴候の提唱—. 東京女子医科大学雑誌, 1987, 57(12): 1482-1491.
- 10) Leino K, Nunes S, Valta P, et al.: Validation of a new respiratory

- inductive plethysmograph. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2001, 45(1): 104-111.
- 11) 千住秀明, 平山ふみ: 慢性呼吸不全の理学療法のための検査・測定のポイントとその実際. *理学療法*, 2004, 21(1): 216-221.
- 12) Pride NB (著), 福地義之助 (監訳): 肺機能検査 呼吸生理から臨床応用まで. *メディカル・サイエンス・インターナショナル*, 東京, 2001, pp3-24.
- 13) 細田多穂, 柳澤 健: 理学療法ハンドブック第1巻 理学療法の基本と評価. 協同医書, 東京, 2001, pp67-88.
- 14) 山田拓実, 阿部 直: 呼吸筋と姿勢制御筋 呼吸リハビリテーションとの関係. *呼吸と循環*, 2000, 48(3): 231-239.
- 15) 石田 暉, 江藤文夫, 里宮明元: 別冊呼吸リハビリテーション. 医歯薬出版, 東京, 1990, pp20-33.