

呼吸法の相違がバランス能力に与える影響

瀬口 千晶・中島 史理

本研究の目的は、呼吸法の相違が動的バランス能力に与える影響について検討することである。若年健常者 20 名を対象に、自然呼吸、口すぼめ呼吸、腹式呼吸、胸式呼吸の 4 条件にて、中央・前・後・左・右の重心移動を行い、重心動揺計を用いて動的バランス能力を測定した。その際に得られた動的バランス能力の指標とされる Index of Postural Stability (IPS), 重心動揺面積, 安定域面積について呼吸法の 4 条件で比較検討した。結果、IPS は中央値で自然呼吸 2.07, 口すぼめ呼吸 2.07, 腹式呼吸 2.05, 胸式呼吸 2.07 と 4 群間で有意な差は認められなかった。同様に、重心動揺面積, 安定域面積についても 4 群間で有意差は認められなかった。以上より、呼吸法の相違は動的バランス能力へ直接的に介入しないことが示唆された。

はじめに

高齢者に多い慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease; COPD) 患者において、転倒に関する報告が散見される^{1,2)}。1 年間における 1000 人当たりの転倒発生率を調査した先行研究では、非 COPD 患者の 24.1 と比べ、COPD 患者は 44.9 と非常に高い¹⁾。さらに、転倒により骨折を受傷した慢性呼吸不全患者 (chronic respiratory failure; CRF) 群と非 CRF 群の 2 群間で入院期間、ならびに入院時と退院時の日常生活動作 (activities of daily living; ADL) の変化について比較した先行研究によると、入院期間は CRF 群が 89.0 日、非 CRF 群が 49.4 日と有意に長く、CRF 群は ADL の改善が有意に小さいことが報告されている²⁾。以上のことから、CRF 患者の転倒は入院期間の延長などによる医療費増大という経済的問題に悪影響を及ぼすため、転倒の原因追及、予防介入は重要である。

転倒の要因には、筋力、バランス能力、歩行能力などの低下といった内的要因と、段差、障害物、照明などの外的要因がある。CRF 患者の転倒場所を調査した先行研究では寝室や居間など外的要因の影響が少ない場所が多く、内的要因の方が転倒要因として大きいことが推察されている²⁾。内的要因のなかでも、COPD 患者のバランス能力に着目した先行研究において、重症度

が高い患者ほどバランス能力が低下していたと述べられている³⁾。横隔膜は呼吸筋としての働きに加え、腹腔内圧を維持することでの体幹の安定化としての作用を持つことが指摘されている^{4,5)}。ことから、COPD 患者のバランス能力低下には、横隔膜の平坦化という COPD の病態の関与が推察されている³⁾。また、横隔膜は四肢を動かす際、体幹の姿勢制御など他の機能と協調して働いているが、換気需要が増加するにつれ、姿勢制御機能が低下したとの報告がある⁶⁾。これらのことから、呼吸パターンの相違がバランス能力に影響を与え、転倒リスクを高めている一要因でないかと推察されている。

これまでに、バランス能力と呼吸法との関連を示す先行研究がいくつかある。20 代の健常成人 (男性 8 名, 女性 5 名) を対象に、努力性呼気実施前後で片脚立位を 30 秒実施した際の重心動揺計を用いた総軌跡長を計測した実験では、努力性呼気実施後は実施前より総軌跡長が低値を示し、努力性呼気のバランス能力への即時的影響が報告されている⁷⁾。さらに、呼吸法とバランスが崩れた際の全身反応時間に着目した研究では、努力性呼吸を行った方が行わなかった場合と比較し、全身反応時間が有意に短縮し、努力性呼吸によりバランスを崩しそうになった時の反応性は高まり、転倒リスクが低くなると考察してい

る⁸⁾。一方で、若年健常成人男性 3 名に東洋的呼吸法の身体動揺への影響を調査した研究では、動揺面積に有意差は認められず、呼吸法のバランス能力への影響は少ないと結論づけられており⁹⁾、これまでのバランス能力と呼吸法との関連においては一定の見解が得られていない。さらに、先行研究は全て静的バランスを評価しており、呼吸法が様々で、動作中における呼吸法との関連を検討した研究は皆無である。また、サンプルサイズが少ないこと、性別の偏りなどの課題がある。

そこで本研究では、動作中に行う呼吸法の相違がバランス能力に影響を与えると仮説をたて、重心移動中に行う呼吸法の相違がバランス能力に対する即時効果について検討することを目的とした。本研究によって、これらのことが明らかになれば、CRF 患者の転倒予防に対する日常生活指導の一助になると思われる。

対象

若年健常者 20 名(男性, 女性それぞれ 10 名)を対象とした。除外基準は、運動器疾患によって立位保持が困難な者、呼吸器疾患(気管支喘息など)がある者、喫煙歴(過去・現喫煙)がある者、外傷等により足底に絆創膏やテーピングの貼付がある者とした。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実施した。本研究は、長崎大学大学院医歯薬総合研究科倫理委員会の承認を得て実施した(許可番号 22051201)。

方法

1. 研究デザインと実施手順(図 1)

初日に事前評価と重心動揺を測定し、14 日以上の間隔をあけて 2 回目の重心動揺を測定した。重心動揺の測定は 2 回とも、自然呼吸、口すぼめ呼吸、腹式呼吸、胸式呼吸の 4 種類の呼吸法で行い、その順序は封筒法にて決定した。

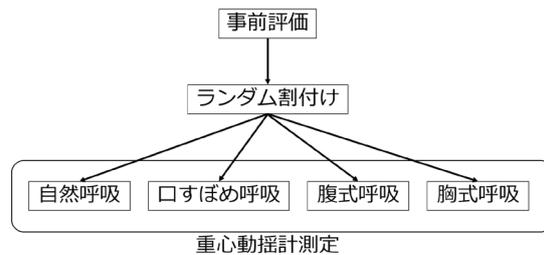


図 1 研究プロトコル

2. 事前評価

長崎大学医学部保健学科キャンパス内にて、研究説明書を用いて測定の手順、目的、リスク等について十分なオリエンテーションを行った。その後、以下の項目を評価した。

- ① 身長、体重
- ② 呼吸数、呼吸パターン:呼吸パターンは腹部隆起と斜角筋の収縮のタイミングによって 5 段階で判定した¹⁰⁾。
- ③ 下肢筋力:ハンドヘルドダイナモメーター(アニマ社製, μ -Tus)を用い、利き脚の等尺性膝伸展筋力を測定する。測定は 2 回行い、最大値を採用する¹¹⁾。

3. バランス能力

重心動揺計(アニマ社製, MA2000)を用い測定した。被験者は裸足で足底内側を平行に 10cm 離れた軽度開脚立位、両上肢は下垂位をとり、測定台上で被験者自身に前・後・左・右への重心移動を行ってもらい、測定の要領を理解できたと判断した後に測定を開始した。(図 2)

- ① 支持基底面内中央での重心動揺を初期の過渡的な身体動揺がおさまった後、10 秒間測定する¹²⁾。
- ② 安定して立位を保てる範囲内で重心を前方に移動させ、10 秒間の重心動揺を測定する。同様に後方、右方、左方の順に重心を移動し、合計 50 秒の重心動揺を測定する。
- ③ ①と②を 4 種類の呼吸法でランダムに実施し、各呼吸法の間は十分な休息を設けた。
- ④ 重心動揺の測定より、以下の項目を算出する。
 - i) 重心動揺面積:重心動揺軌跡の前後

の最大径と左右の最大径を乗じた矩形面積とする。重心動揺面積の代表値として中央および、前方、後方、右方、左方重心移動位置の 5 測定の平均値を採用する。

重心動揺面積の代表値

$$= (\text{中央} + \text{前方} + \text{後方} + \text{右方} + \text{左方}) / 5$$

ii) 安定域面積: 前方への重心移動位置と後方への重心移動位置における 10 秒間の重心動揺中心の距離に、右方への重心動揺位置と左方への重心動揺位置における 10 秒間の重心動揺中心の距離を乗じた矩形面積とする。

安定域面積

$$= (\text{安定域の左右径}) \times (\text{安定域の前後径})$$

iii) 姿勢安定度評価指標 (Index of Postural Stability; IPS): 重心動揺面積と安定域面積の値を用いて、以下の式にて算出される。

$$\log[(\text{安定域面積} + \text{重心動揺面積}) / \text{重心動揺面積}]$$

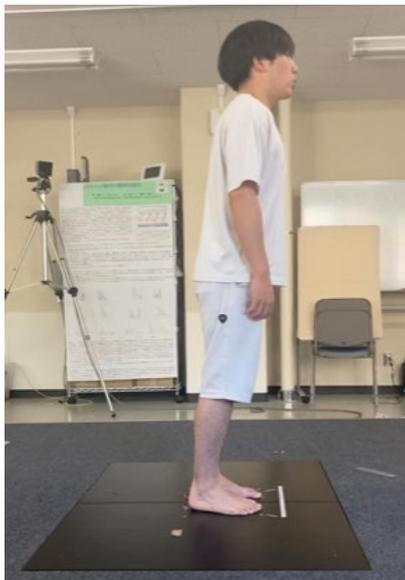


図 2 動的バランス能力測定

4. 呼吸法の指導

呼吸法は全て同一人物が立位にて指導し、被検者の上部胸郭、上部腹部に手を置き、各呼吸法ができていることを確認後、実験を行った¹²⁾。

・自然呼吸: 「普段通りに呼吸してください。」

・口すぼめ呼吸: 「はじめは呼気に意識を集中して、軽く口をすぼめて息を吐きます。次に鼻から息を吸います。吸気時間が1に対して呼気時間が2倍になるようにしてください¹³⁾。」

・腹式呼吸: 「①鼻から息を吸い込み、お腹が膨らむのを確認します。②お腹の力を抜いて、ゆっくりと鼻から息を吐きます¹⁴⁾。」

・胸式呼吸: 「腹部を膨らませず胸郭のみを広げるように意識して呼吸します。」

5. 統計学的解析方法

測定項目における呼吸法の群間比較を一般線形モデルの反復測定分散分析を用い、共変量に性別を投入して検定した。また、下肢筋力と各測定項目との関連は Pearson の相関係数を用い、有意水準は 5%とした。解析には、統計解析ソフトウェア IBM SPSS Statistics 25 (IBM 社製)を使用した。

結果

1. 対象者背景, 実施状況

事前評価の結果を表 1 に示す。なお、事前評価と重心動揺計での測定の実施において有害事象等の発生は認められなかった。

2. IPS, 重心動揺面積, 安定域面積の各呼吸法での比較

IPS の結果は、中央値【四分位範囲】で自然呼吸 2.07【1.8-2.2】、口すぼめ呼吸 2.07【1.9-2.2】、腹式呼吸 2.05【1.9-2.3】、胸式呼吸 2.07【1.9-2.2】であり、4 群間で有意差は認められなかった(図 3)。重心動揺面積では、自然呼吸 2.27【1.6-3.4】、口すぼめ呼吸 2.29【1.5-3.0】、腹式呼吸 2.10【1.5-3.4】、胸式呼吸 2.30【1.7-3.4】、安定域面積は、自然呼吸で 270.2【201.1-307.7】と最も高かったものの 4 群間で有意差は認められなかった(図 4, 5)。

3. 各呼吸法での下肢筋力体重比と IPS, 重心動揺面積, 安定域面積の関連

自然呼吸以外の口すぼめ呼吸、腹式呼吸、胸式呼吸において下肢筋力体重比と安定域面積に相関を認めた(図 6)。

表 1 対象者背景

	全体(n=20)	男性(n=10)	女性(n=10)
年齢 (歳)	21.3±1.1	21.7±0.9	20.8±1.0
身長 (cm)	162.1±7.6	168.2±4.6	156.0±4.4
体重 (kg)	54.7±9.7	61.1±7.1	48.3±7.5
下肢筋力 (kgf)	36.2±11.3	42.7±10.1	29.6±8.1
呼吸数 (回/分)	17.3±3.1	17.0±3.0	17.6±3.1
呼吸パターン (人) Grade1/2/3/4/5	0/2/10/8/0	0/1/4/5/0	0/1/6/3/0

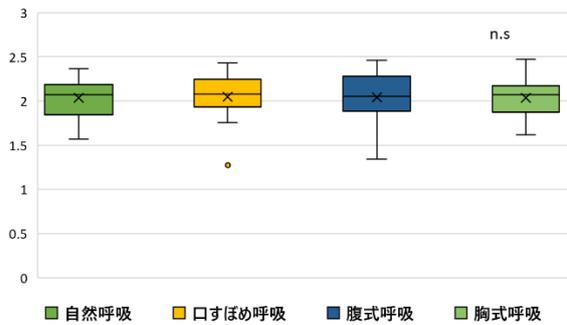


図 3 IPS

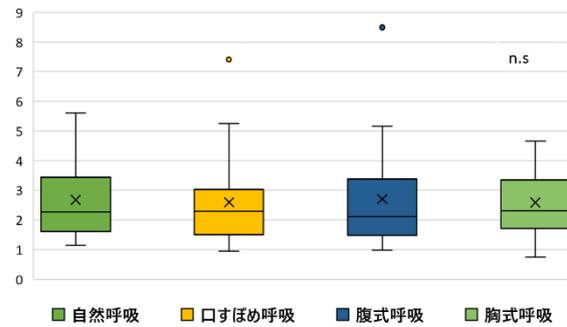


図 4 重心動揺面積

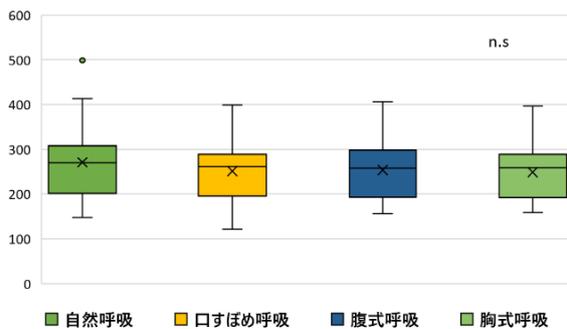


図 5 安定域面積

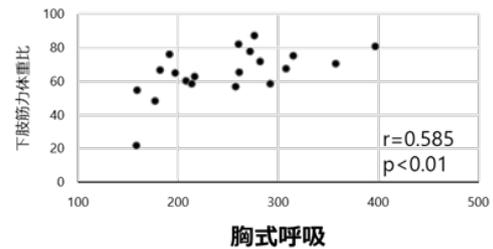
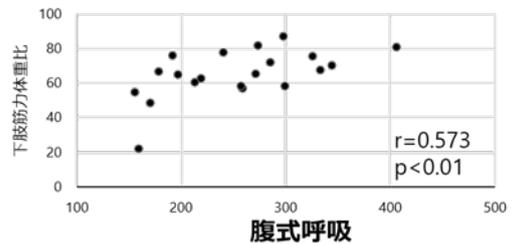
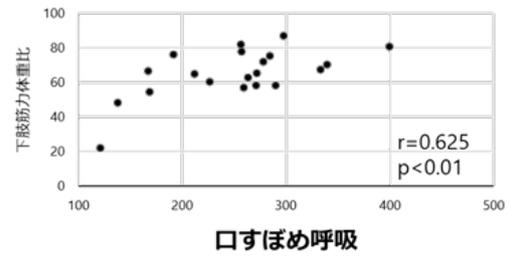
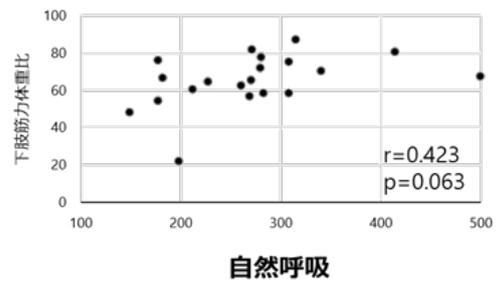


図 6 下肢筋力体重比と安定域面積

考察

今回、健常成人を対象に呼吸法の相違が動的バランス能力に与える影響について検討した。その結果、自然呼吸、口すぼめ呼吸、腹式呼吸、胸式呼吸の4つの呼吸法で動的バランス能力に相違は認められなかった。

その原因の一つとして、本研究は重心移動に加え、呼吸法を実施するといった二重課題になっていることが考えられる。健常成人を対象に、運動課題と認知課題の二重課題を同時に遂行した先行研究では、二重課題干渉効果により認知課題パフォーマンスが低下したことが報告されている¹⁵⁾。これは、二重課題時には認知課題に向ける注意資源容量が減少し、認知課題の要求する注意資源容量を満たさないためであると考えられている。このことから、本研究においても、日常的に使用しない呼吸法と重心移動の二重課題を遂行したことにより、二重課題干渉効果が大きくなり、呼吸法といった認知課題が不十分であったことが考えられ、重心動揺に差が生じなかったと推察した。

また、動的バランス能力には下肢筋力が影響していると報告されている^{16,17)}。藤原らは20歳から79歳までの健常成人を対象に、立位での最前傾位で重心動揺と下肢筋力との関連性について検討し、最前傾位のような筋活動量の多い立位姿勢では安定性の規定要因としての筋力の重要性が増大すると報告している¹⁶⁾。さらに、平瀬らの高齢男性15名、女性54名を対象とした研究では、下肢筋力は活動レベルが高い対象者はFunctional Reach Test(以下FRT)と、活動レベルが低い対象者は静止立位時の重心動揺に影響を及ぼすことを報告した¹⁷⁾。つまり、若年成人など身体機能が高い対象者では下肢筋力とFRTのようなバランス能力に関連があることが予想される。本研究でも下肢筋力と自然呼吸以外の呼吸法での安定域面積には相関関係を認めたように、身体機能の高い健常者が重心移動して最大限体を傾けた姿勢では下肢筋力が優位に働き、呼吸法の影響が得られなかったと推察した。

さらに、静的バランスに即時効果があった先行研究では、呼吸法を10回行っていたことに対し、本研究では各方向の測定が10秒間のみのため

呼吸数が2~3回にとどまり、効果が得られるほどの呼吸回数が実施できていなかった可能性が考えられる。

以上より、健常成人を対象とした今回の研究では、動的バランス能力に呼吸法の影響は直接的には介在しないことが明らかとなった。

本研究の限界として、重心移動中の呼吸法が確実にできているかどうか確認が十分にできていないこと、十分な呼吸回数を得られていない可能性があること、呼吸数を統一していなかったことが考えられた。今後は、下肢筋力や体幹深層筋力が低下した高齢者やCRF患者を対象に研究を行うことで異なる結果が得られるかどうか検討したい。

まとめ

今回、若年健常者を対象に呼吸法の相違が動的バランス能力に与える影響について検討した。その結果、動的バランス能力に自然呼吸、口すぼめ呼吸、腹式呼吸、胸式呼吸の4つの呼吸法の影響は介在しないことが明らかとなった。このことから、転倒が多いCRF患者の動的バランス能力については、呼吸法よりもその他の内的要因について評価する必要性があると考えられた。

謝辞

本研究を進めるにあたり、研究の実施にご協力いただいた被検者の皆様、ご指導を賜りました内部障害理学療法学研究室の方々ならびに関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Hakamy A, Bolton EC, et al: Risk of falling in patients with COPD. *Thorax*. 2018; 73: 1079-1080.
- 2) 筒井 宏益, 藤田美紀男, 他: 慢性呼吸不全患者における転倒リスクについて. *日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌*. 2010; 20: 255-258.
- 3) 山口真奈美, 大野航輝, 他: 男性慢性閉塞性肺疾患患者のバランス能力に関する研究.

- 第 50 回日本理学療法大会 抄録集. 2015; 42.
- 4) Skladal J. Branice cloveka ve svetle normalni a klinicke fysiologie (The Human Diaphragm in Normal and Clinical Physiology). Prague: Academia; 1976 [In Czech].
 - 5) Kolar P, Sulc J, et al: Stabilizing function of the diaphragm. Dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. J Appl Physiol. 2010; 109: 1064-1071.
 - 6) Hodges PW, Heijnen I, et al: Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. J Physiol. 2001; 537: 999-1008.
 - 7) 木村尚道, 益川眞一, 他: 努力性呼吸がバランスに与える即時効果について. 第 33 回九州理学療法士・作業療法士合同学会. 2011; 33: 256.
 - 8) 宮崎大地, 田鍋拓也, 他: 努力性呼吸運動による内腹斜筋の活性化と全身反応時間の短縮効果理学療法科学. 2012; 27: 525-527.
 - 9) 板谷厚, 木塚朝博, 他: 簡単な東洋的呼吸法が静止立位中の身体動揺に及ぼす影響. 北海道教育大学紀要. 2016; 67: 33-40.
 - 10) 川保幹雄, 吉田一正, 他: 呼気ガス分析から見た呼吸パターンの 5 段階評価法の検討. 理学療法学. 1997; 24: 377-383.
 - 11) 山崎裕司, 長谷川輝美: 固定用ベルトを装着したダイナモメーターによる等尺性膝伸展筋力の測定. 高知リハビリテーション学院紀要. 2001; 3: 7-11.
 - 12) 望月 久, 峯島孝雄: 重心動揺計を用いた姿勢安定度評価指標の信頼性および妥当性. 理学療法学. 2000; 27: 199-203.
 - 13) 独立行政法人 環境再生保全機構 喘息などの情報館 <https://www.erca.go.jp/yobou/zensoku/copd/effective/04.html> (2021 年 3 月 26 日引用)
 - 14) 秋山典隆, 飯塚牧人, 他: 呼吸パターンの違いが分時酸素摂取量に及ぼす影響. 運動障害. 2008; 18: 1-6.
 - 15) 城野靖朋, 金井秀作, 他: 運動課題と認知課題の二重課題干渉効果. ヘルスプロモーション理学療法研究. 2013; 3: 47-51.
 - 16) 城野靖朋, 金井秀作, 他: 運動課題と認知課題の二重課題干渉効果. ヘルスプロモーション理学療法研究. 2013; 3: 47-51.
 - 17) 加藤秀典, 鈴木康裕, 他: 年代別にみた健康者における動的バランス能力と下肢筋力との関係. 理学療法学. 2015; 37: 139-142.
 - 18) 平瀬達哉, 井口茂, 他: 高齢者におけるバランス能力と下肢筋力との関連性について. 理学療法科学. 2008; 23: 641-646.

(指導教員 田中貴子)