

ダンストレーニングが立位姿勢保持および 歩行に関わる筋機能に及ぼす影響

お茶の水女子大学大学院
(共同研究者) お茶の水女子大学
東京学芸大学

水村(久埜)真由美
小室 有子
吉田 康行

The Effect of Dance Training on Muscle Functions Related to Postural Control and Walking Ability

by

Mayumi Kuno-Mizumura,
Graduate school of Ochanomizu University
Yuko Komuro
Ochanomizu University
Yasuyuki Yoshida
Tokyo Gakugei University

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of 12-weeks dance training on muscle functions related to postural control and walking ability for middle aged sedentary women. Subjects were 45 healthy Japanese sedentary women and were divided into 2 groups; the training group (TG) and the control group (CG). TG had no dance experiences and underwent dance training by ballet teachers two time a week for twelve weeks in this study. CG had asked not to change their daily life style during twelve weeks. Variables were examined with a factorial two-way (factors: group and time) analysis of variance (ANOVA). As results, significant interactions between group and time were found in waist circumference, muscle thickness of posterior site of

lower leg, subcutaneous fat thickness of anterior thigh and abdomen. From the results of this study, 12-weeks ballet training would induce positive changes on anthropometric variables for middle-aged sedentary women, which would induce improvement of postural control and walking ability.

要 旨

本研究の目的は、中年女性を対象に姿勢保持および歩行に関わる筋機能にダンストレーニングが及ぼす影響を検討することであった。対象は健康な中年女性 45 名であり、うち 25 名が介入群、20 名が対照群であった。介入群は、ダンス経験のない者で、週 2 回のバレエ教師によって行われたダンストレーニングに 12 週間参加した。対照群は、12 週間の間、生活習慣を変えないよう口頭で指示した。測定項目は、二元配置の分散分析によって比較・検討された。その結果、トレーニング期間および群間に、体脂肪率、ウエスト周囲径、下腿後部の筋厚、腹部および大腿前面の皮下脂肪厚に有意な変化が認められた。本研究の結果から、12 週間のダンストレーニングは、中年女性の身体組成に改善が示され、特に姿勢保持および歩行に関わる下腿筋量の増加が期待できることが明らかとなった。

緒 言

ダンスは、音楽にあわせて四肢をさまざまな時間空間的特性をもって動かすとともに、表現性を伴うところが特徴的な運動である。プロのダンサーを対象とした研究によれば、筋断面積、筋量、筋力、筋持久力^{5, 7, 10, 14)}といった筋機能へのトレーニング効果が期待できる運動形態であることが示されている。しかしながら、健康保持・増進のための運動としてダンスを行った運動効果については未だ報告は少ない。中高年を対象とした先行研究では、社交ダンスを行うことが姿勢の安定

性向上や認知機能や体力水準の改善が期待できることが報告されている^{3, 15)}。また高齢者を対象とした研究で、認知症の危険率軽減に、歩行や筋力トレーニングといった運動形態よりもダンスが効果的であることが示されている¹³⁾。しかしながら、これらの研究は、横断的調査や高齢者を対象としたコホート研究からの結果であり、ダンストレーニングの介入研究の結果を報告するものはほとんどない。またダンスの中でも、バレエは、その審美性や使用する古典音楽が醸し出す雰囲気から女性に人気が高く、近年成人および中高年でバレエを愛好する者が増加している。またダンスの中では、基礎練習が定型化されていることから、トレーニング効果を検証する意義の高い運動種目とも考えられる。しかしながら、バレエについては、プロやプロをめざす若年者を対象とした研究報告のみであり、中高年者が実践した運動効果を介入研究から言及するものはない。

そこで本研究は、中年女性を対象に、ダンストレーニング、特にバレエを基本としたダンストレーニングを一定期間行った際の運動効果を、筋機能、特に立位姿勢保持と歩行に関わる筋機能への効果を調査し、ダンストレーニングの健康保持・増進の運動形態としての可能性を検証することを目的とした。

1. 研究方法

1.1 対 象

対象は、整形外科的疾患がなく、現在定期的なトレーニングを行っておらず、過去にダンスの経験をもたない 35 歳から 60 歳の女性 45 名であっ

た (平均年齢 44 ± 7 歳)。うち 25 名をダンス介入群、20 名がコントロール群であった (平均年齢 43.8 ± 6.3 歳)。介入群は、バレエを基本としたダンストレーニングを 12 週間、週に 2 回、1 回につき 90 分間行った。ダンストレーニングは、専門のバレエ指導者によって行われ、最初に座位でのストレッチングを約 15 分行った後、バーレッスンと呼ばれる横木につかまって同じ動きを支持脚が右と左の 2 回繰り返す練習を約 50 分、センターレッスンと呼ばれる鏡の前で動く練習を約 25 分行った。トレーニングはすべて市販のバレエレッスン用の CD に録音されている音楽にあわせて行った。対照群には、12 週間のトレーニング期間中に、大きく生活習慣や運動習慣を変えないよう口頭で指示した。

対象には、本研究の目的、内容など詳細を口頭および書面で説明し、研究参加への承諾を得た後、同意書への署名を得た。本研究は、国立大学法人お茶の水女子大学生物医学的研究の倫理特別委員会の承認を得て行われた。

1.2 測定方法

形態的特性として、トレーニング前後に、身長および体重、大腿長、下腿長、大腿周径、下腿周径、腹部周径を計測した。

身体組成指標として、超音波 B モード法 (ALOKA SSD900) により、右脚大腿近位 50%、右脚下腿近位 30% のそれぞれ前面と後面と臍右横の筋厚および皮下脂肪厚を測定した。また安静時血圧および心拍数を、血圧計 (オムロン デジタル自動血圧計 HEM-762) を用いて記録した。姿勢の安定性すなわち平衡性を評価するため、立位姿勢を 1 分間保持した際の地面反力を、床半力計 (9281B, キスラー社製, スイス) を用いて 100Hz で導出した。被験者は、両足の間隔を 10cm とり、手は自然に下におろし、目線をまっすぐ前にし、目印を見るように指示して、両脚立

ち、片脚立ちを閉眼および開眼で実施した。導出した地面反力の鉛直方向の成分から足圧中心総軌跡長を算出するとともに、足圧中心の変位を前後および左右方向について、最大変位、平均変位およびその標準偏差を求めた。加えて、体幹の筋持久性指標として、上体起こしの回数も記録した。

1.3 解析方法

測定項目は、SPSS version 14.0 を使用して二元配置の分散分析を行った後、交互作用が確認された項目について、Post-hoc テストを用いて多重比較を行った。有意水準は 5% 未満とした。

2. 研究結果

介入群の被験者のうち、トレーニングへの出席率が 75% 未満の場合は、解析のデータから除外した結果、介入群の解析対象者は 21 人となった。介入群と対照群の年齢、身長、体重、体脂肪率には有意差はなかった。

2.1 形態特性

体重は、測定時期と群間に有意な変化は認められなかった。ウエスト周囲径は、測定時期と群間に有意な交互作用が確認された ($p < 0.05$)。また、介入期間前後の腹部周囲径の測定値は、介入群では有意に減少したが ($p < 0.001$)、対照群では有意な変化は確認されなかった。大腿および下腿周囲径には、有意な変化が確認されなかった。

2.2 身体組成

超音波画像より求めた身体各部位の筋および皮下脂肪厚については、下腿後面の筋厚で、測定と群の間に有意な交互作用が確認された ($p < 0.05$)。また、下腿後面筋厚は、介入群で有意に増加したが ($p < 0.01$)、対照群では有意な変化は確認されなかった。その他の部位の筋には、有意な変化はみられなかった。

表1 ダンストレーニング前後の形態および身体組成の変化

項目	介入群 (21 名)				対照群 (20 名)			
	pre		post		Pre		post	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
身長 (cm)	159.3	4.1	159.3	4.1	159.5	4.3	159.5	4.3
体重 (kg)	50.4	6.9	50.2	6.4	52.8	9.5	53.0	9.1
周囲径 (cm)								
下腿	34.2	2.9	34.5	3.0	35.4	2.5	35.4	2.3
大腿	47.3	4.7	46.9	4.0	48.2	4.2	48.2	4.0
腹部	76.7	6.1	74.3	5.7***	76.8	9.6	76.1	8.7 #
筋厚 (cm)								
下腿前面	2.6	0.3	2.7	0.3	2.6	0.2	2.6	0.2
下腿後面	5.7	0.6	5.9	0.5**	6.0	0.5	6.1	0.5 #
大腿前面	4.3	0.8	4.4	0.7	4.4	0.7	4.4	0.6
大腿後面	5.0	0.5	5.3	0.5	5.1	0.6	5.2	0.6
腹部	0.8	0.1	0.8	0.2	0.9	0.2	0.9	0.2
脂肪厚 (cm)								
下腿前面	0.3	0.1	0.3	0.1	0.4	0.2	0.4	0.2
下腿後面	0.7	0.3	0.7	0.2	0.7	0.2	0.8	0.2
大腿前面	1.0	0.3	1.1	0.3	1.1	0.4	1.2	0.4** #
大腿後面	1.2	0.5	1.2	0.5	1.3	0.5	1.3	0.4
腹部	1.7	0.8	1.7	0.7	1.8	0.9	2.0	0.9** ##

pre vs post : ** p<0.01, *** p<0.001, 測定時期と群の間の交互作用 : #p<0.05, ## p<0.01

皮下脂肪厚については、大腿前面および腹部で有意な変化が確認された。大腿前面の皮下脂肪厚は、介入群では有意な変化はみられなかったが、対照群ではトレーニング後に有意な増加が確認された (p<0.01)。腹部の脂肪厚でも同様に、介入群では有意な変化は確認されなかったが、対照群ではトレーニング後に有意な増加が確認された (p<0.01)。その他の部位の皮下脂肪厚には、トレーニング前後での有意な変化はみられなかった。

2.3 安静時生理指標

安静時の心拍数および収縮期・拡張期血圧には、有意な変化はみられなかった。

2.4 平衡性

立位姿勢保持中の足圧中心総軌跡長は、両脚開眼、両脚閉眼、右片脚および左片脚位姿勢の全ての試行で有意な変化は確認されなかった。また、足圧中心変位の最大左右振幅、最大前後振幅も有

表2 ダンストレーニング前後の平衡性指標の変化

項目	介入群 (21 名)				対照群 (20 名)			
	pre		post		Pre		post	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
総軌跡長 (cm)								
開眼両脚立ち	219.7	33.7	272.0	46.5	215.9	31.0	260.9	43.5
閉眼両脚立ち	227.0	33.3	273.7	46.2	220.3	27.1	265.5	41.8
開眼右脚立ち	330.6	63.6	364.5	68.7	311.1	37.0	345.7	43.8
開眼左脚立ち	322.8	63.1	358.1	64.9	311.7	37.3	348.8	48.5
左右最大振幅 (cm)								
開眼両脚立ち	1.4	0.5	1.4	0.6	1.5	0.4	1.5	0.4
閉眼両脚立ち	1.4	0.5	1.5	0.5	1.5	0.6	1.5	0.5
開眼右脚立ち	2.7	0.4	3.0	1.0	2.9	0.8	2.9	0.4
開眼左脚立ち	2.8	0.6	2.8	0.5	2.8	0.5	2.8	0.4
前後最大振幅 (cm)								
開眼両脚立ち	2.5	0.8	2.5	0.8	2.4	0.7	2.5	0.7
閉眼両脚立ち	2.9	1.0	2.9	0.8	3.0	0.9	2.8	0.9
開眼右脚立ち	4.5	1.6	4.6	0.7	4.0	0.9	4.1	0.8
開眼左脚立ち	4.6	1.0	4.5	1.3	4.3	1.1	4.1	0.8

pre vs post * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001, 測定時期と群の間の交互作用 #p<0.05, ## p<0.01

意な変化は確認されなかった。

3. 考 察

本研究の結果、下腿後面の筋厚にダンストレーニングによる有意な増加が認められた。下腿後面に位置する下腿三頭筋は、足関節底屈筋であり、その筋活動は姿勢保持機能に関与するといわれている^{4,9)}。先行研究によれば、若年男性では姿勢の安定性と下腿三頭筋の筋厚との間に有意な関連があることが報告されている¹¹⁾。ダンス、特にバレエは、足指先が床から離れた状態では、常に足関節底屈位を保たなければならないことから、バレエで足関節底屈動作を繰り返すことが、下腿後面の筋厚に増加をもたらしたと考えられる。また、こうした身体組成の変化は、姿勢の安定性に貢献する可能性が示唆された。

下腿三頭筋の筋持久性の指標とされるヒールライズテスト（一定リズムで行う踵拳上動作の最高実施回数）は、バレエの動作で頻繁にみられる踵拳上動作であり、先行研究では、歩行能力との関わりから中高年者の標準値⁶⁾や加齢に伴う変化²⁾を報告する研究もある。また歩行中の足関節底屈モーメントは、足関節の発揮トルクや可動域に関連し、歩行中の運動力学的指標の低下は歩行速度の減少にも関連していると報告されている⁸⁾。これらを考慮すると、下腿後面の筋肥大は、姿勢保持の安定性のみならず、中年女性の歩行能力改善にも貢献する可能性が示唆される。

一方、足圧中心動揺軌跡から求めた平衡性指標には、トレーニング前後で有意な変化はみられなかった。プロダンサーを対象とし姿勢保持に関わる機能を調査した研究では、通常の両足での立位姿勢の動揺には、プロダンサーと一般人に大きな差がないことを報告するもの¹²⁾もあることから、ダンストレーニングによる姿勢保持機能については、今後更に検討する必要があると考える。また本研究は、12週間という短期間のトレーニング

であったこと、また対象の年齢も高齢者がいなかったことなども結果に影響したことと思われる。

身体組成に関しては、トレーニング後に、介入群で有意にウエスト周囲径が減少、大腿前面および腹部の皮下脂肪厚も有意に減少した。先行研究によれば、バレエの基礎練習は、舞台の演技に比べると低強度であることが報告されている¹⁾。本研究はいずれもダンス経験のない中年女性がバレエを実施したことから、同じバレエトレーニングとはいえ、動作効率の悪さが予想される。本研究の結果は、初心者のバレエトレーニングにおいては、有酸素性運動としてのトレーニング効果も生じる可能性を示唆するものと考えられた。

結 語

12週間のバレエを基本としたダンストレーニングを中年女性が行った結果、下腿後面の筋厚に有意な増加と大腿前部および腹部の皮下脂肪厚に有意な減少が確認された。下腿後面の筋厚の増加は、中年女性の姿勢の安定性向上や歩行能力改善に貢献するものと推察された。

謝 辞

本研究の遂行に当たり、助成を賜りました公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚く御礼申し上げます。また被験者として12週間のトレーニングに参加くださったすべての方に深く御礼申し上げますと共に、指導者としてご協力下さり、現在、ドイツとメキシコにてプロダンサーとしてご活躍されている清水美由紀様、児玉アリス様にも御礼申し上げます。また実験補助として協力頂いたお茶の水女子大学動作学研究室の皆さんにも深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) Cohen J.L., Segal K.R., Witriol I., McArdle W.D., Cardiorespiratory responses to ballet exercise and the VO_2 max of elite ballet dancers. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 14(3) :212-7, (1982)
- 2) Fujiwara K., Toyama H., Asai H., Maeda K., Yaguchi C., Regular heel-raise training focused on the soleus for the elderly: evaluation of muscle thickness by ultrasound. *J. Physiol. Anthropol.*, 29(1) :23-8 (2010)
- 3) Kattenstroth J.C., Kalisch T., Holt S., Tegenthoff M., Dinse H.R., Six months of dance intervention enhances postural, sensorimotor, and cognitive performance in elderly without affecting cardio-respiratory functions. *Front. Aging Neurosci.*, 26;5:5. e collection(2013)
- 4) Kouzaki M., Masani K., Postural sway during quiet standing is related to physiological tremor and muscle volume in young and elderly adults. *Gait. Posture.*, 35(1) :11-7(2012)
- 5) Kuno M., Fukunaga T., Hirano Y., Miyashita M. Anthropometric variables and muscle properties of Japanese female ballet dancers. *Int. J. Sports Med.*, 17(2) :100-5 (1996)
- 6) Lunsford B.R., Perry J., The standing heel-rise test for ankle plantar flexion: criterion for normal. *Phys. Ther.*, 75(8) :694-8 (1995)
- 7) Micheli L.J., Gillespie W.J., Walaszek A., Physiologic profiles of female professional ballerinas. *Clin. Sports Med.*, 3(1) :199-209 (1984)
- 8) Mueller M.J., Minor S.D., Schaaf J.A., Strube M.J., Sahrman S.A., Relationship of plantar-flexor peak torque and dorsiflexion range of motion to kinetic variables during walking. *Phys. Ther.*, 75(8) :684-93 (1995)
- 9) Oshita K., Yano S., Low-frequency force steadiness practice in plantar flexor muscle reduces postural sway during quiet standing. *J. Physiol. Anthropol.*, 30(6) :233-9 (2011)
- 10) Schmitt H., Kuni B., Sabo D., Influence of professional dance training on peak torque and proprioception at the ankle. *Clin. J. Sport Med.*, 15(5) :331-9 (2005)
- 11) Ushiyama J., Masani K., Relation between postural stability and plantar flexors muscle volume in young males. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 43(11) :2089-94 (2011)
- 12) Simmons R.W., Sensory organization determinants of postural stability in trained ballet dancers. *Int. J. Neurosci.*, 115(1) :87-97 (2005)
- 13) Verghese J., Lipton R.B., Katz M.J., Hall C.B., Derby C.A., Kuslansky G., Ambrose A.F., Sliwinski M., Buschke H., Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *N. Engl. J. Med.*, 19;348(25) :2508-16 (2003)
- 14) Westblad P., Tsai-Fell.nder L., Johansson C., Eccentric and concentric knee extensor muscle performance in professional ballet dancers. *Clin. J. Sport Med.*, 5(1) :48-52 (1995)
- 15) Zhang J.G., Ishikawa-Takata K., Yamazaki H., Morita T., Ohta T., Postural stability and physical performance in social dancers. *Gait. Posture.*, 27(4) :697-701 (2008)