

ズボンの着衣動作が身体的負担におよぼす影響

雙 田 珠 己

Effects of Trouser-donning Motion on Physical Load

Tamami SODA

(Received October 1, 2014)

The present study was designed to assess physical loads during the act of donning trousers using power spectral analysis of heart rate variability (HRV). The subjects donned trousers in a standing posture, and maintained a rest standing posture for 10 minutes after dressing. The subjects donned trousers of two different types (one pair had normal trouser leg width, while the other had reduced trouser leg width). The subjects were sixteen healthy women (20.3 ± 1.6 yrs.). The results were as follows: (1) At the time of donning the normal trousers, HR increased by 24.7%, motion time was 23.7 (s), and acceleration was 66.7mG. All values for the narrow trousers were larger than for the normal trousers. (2) One minute after donning trousers, the parasympathetic nervous system (PNS) was dominant in the case of the HRV for the normal trousers. In the case of the narrow trousers, sympathetic nervous activity remained, and the PNS did not become predominant. It was suggested that the motion of donning trousers influences autonomic nervous activity just after dressing. (3) In the case of the narrow trousers, post-dressing blood pressure was significantly increased compared with before donning the trousers.

Key words : trousers, donning, heart rate variability, autonomic nervous system activity, physical loads

はじめに

ズボンは年齢性別を問わず、全ての人に着用される服種である。ズボンの原型は立位姿勢の寸法を基準に作られており、座った時や着脱動作に必要なゆとり量を加えてパターンを製作する。また、ズボンの着衣動作は通常立位姿勢で行われ、前屈や片足立ちなどの姿勢変化を伴う全身運動であり、同時に指先の力と細やかな動きを必要とする複雑なものと考えられている。筆者は、肢体不自由がある人のズボンの着脱動作に注目し、身体的負担を軽減するズボンの修正方法を研究してきた。その中で、ズボンの着脱動作は個人差が大きく、立位姿勢がとれない人や上肢にマヒのある人にとって、著しく負担の大きい動作であることを確認している。

着脱動作の研究は、被服学の分野において健常者や高齢者を対象とした着衣順序や所要時間に関する研究¹⁾が行われ、近年では重心移動、肩関節域、筋電図、心拍変動等の分析から着脱動作と生理的負担の関係を明らかにする研究が報告されている²⁻⁵⁾。しかし、着脱動作研究のほとんどは上衣を対象としており、下衣の着脱動作に注目した研究はまだ少ない^{1,6)}。特に、

ズボンのゆとり量の違いが、着脱時の身体的負担におよぼす影響は大きいと予測されるが、現在までのところ健常者を対象とした基礎的研究は、ほとんど報告されていない。一方、リハビリテーション医療の分野では、ズボンの着脱動作は更衣動作の中でも難しい作業と考えられており、個々の障害状態に合わせた更衣動作の検討が進められてきた。しかし、指導効果を確認する方法は、更衣時間の短縮や重心移動等に基づくことが多く^{7,8)}、更衣による身体的負担を心拍数や血圧等の数値から評価する方法は、あまり報告されてこなかった。

心拍数の測定は、測定時の被験者の負担が少なく簡便な方法であるため、脳性マヒ患者や高齢者の自律神経活動の解析に用いられ、その有効性が確認されている⁹⁻¹⁰⁾。筆者は、すでに脳性まひ児3例と二分脊椎児1例を対象に、ズボンの着脱動作時の心拍数の測定を行い、ズボンに足を通す動作と腰まではき上げる動作において心拍数が増加することを確認し、着衣時の負担が着衣後の自律神経活動に影響を与えることを示唆した¹¹⁻¹²⁾。しかし、肢体不自由者の心拍数や自律神経活動の変化は個人差が大きく、数値を評価し考察するためには、着衣動作による身体的負担を示す心拍数と自律神経活動の基準値が必要であり、まず、健常

者の通常の着衣動作が身体に与える影響を把握する必要があると考えた。

そこで、本研究では、健常者が標準的なパターンで製作したズボンを着衣し、ズボンの着衣動作が身体に与える負担を所要時間、加速度、心拍数、血圧の変化から求め、心拍変動スペクトル解析を用いて自律神経活動の分析を行う。さらに、下腿部のゆとり量を無くし、はき上げ動作に大きな力を必要とするズボンを製作し、着衣動作の違いが身体に与える影響を比較する。筋力が低下した高齢者人口が増える中で、着脱しやすい服の設計と更衣方法の指導は今後一層必要であり、更衣動作が身体に与える生理的負担を数値化することは、動作の評価を行う上で重要性が増すと考えられる。本研究はインクルーシブなズボン設計のための基礎データを提供するものである。

方法

1. 実験方法

(1) 被験者

被験者は、心拍数（以下 HR と表記する）60~80 拍/分、最高血圧 130mmHg、最低血圧 85mmHg 未満の条件を満たした女性 16 名（平均年齢 20.3 ± 1.6 歳）である。被験者の身体サイズの平均を Tab.1 に示す。実験当日は、開始 2 時間前からの飲食と激しい運動を禁止した。被験者の健康状態を確認するため、13 項目の問診票（最近不規則な生活をしているか、運動不足か、睡眠時間は短いか、疲れやすいか、だるいか、何もしたくないと思うか、ストレスや悩みがあるか、静かにしていても動悸がするか、最近風邪をひいたか、前夜帰宅が遅かったか、天気が悪い日やその前日に体調が悪くなるときがあるか、月経中か（予定日が近い）、実験にあたって緊張しているか）にそって質問した。ただし、月経中および体調が悪い場合は実験日を変更した。なお、被験者には事前に研究の趣旨を説明し、研究協力の同意を得て実験を行った。

(2) 試験着

試験着は着衣の困難さが異なる 2 種類である。試験着は全て被験者の身体寸法に合わせて製図し、1 人あたり 2 種類 2 枚を製作した。試験着 A（以下 A と表記する）は、個々の身体サイズに標準的ゆとり量（胴囲は 4cm、腰囲は 8cm、大腿部囲は 2cm、膝囲は 6cm、裾囲は膝回りの出来上がり寸法と同じ）を加え¹³⁾、綿 100% の織布（普通地）で製作した。Fig.1 に A のパターンを示す。それに対し試験着 B（以下 B と表記する）は、足を通しにくくし着衣困難性を増すように設計した（Fig.2）。具体的には、B は A よりも糸密度が 1.3 倍大きく、伸長率が小さい（縦方向 72%、横

表 1. 被験者の身体サイズ

Tab.1 Subjects' physical proportions

	Mean \pm S.D.	Min	Max
年齢 (歳)	20.3 \pm 1.6	18.0	23.0
身長 (cm)	158.6 \pm 3.1	152.0	163.0
体重 (kg)	50.5 \pm 6.1	38.0	66.0
胸囲 (cm)	82.4 \pm 3.8	77.5	91.5
胴囲 (cm)	65.0 \pm 4.3	58.9	74.0
腹囲 (腸骨稜位) (cm)	80.6 \pm 6.8	68.0	90.7
腰囲 (cm)	92.9 \pm 5.1	79.1	101.0
股上前後の長さ (cm)	71.8 \pm 4.8	63.3	79.8
股下 (cm)	71.6 \pm 2.3	68.0	76.6
前ウエスト高 (cm)	94.3 \pm 2.7	89.2	99.0
大腿囲 (cm)	51.2 \pm 4.1	43.0	58.5
立位膝囲 (cm)	34.1 \pm 2.0	29.8	38.0
BMI ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	20.1 \pm 2.3	16.4	25.8

方向 89%) ポリエステル 65%、綿 35% の織布を用い、大腿部と膝囲にゆとり量を加えず、腰囲のゆとり量を A よりも 5.2cm 減らして製作した。また、裾囲は膝囲に関わらず 34cm に固定した。ただし、胴囲のゆとり量は A と同じ 4cm とした。

被験者は着衣順を変えた 2 グループに分けた。実験は 1 回に 1 種類の試験着について行い、実験間隔は 10 日間とし、全員が 2 種類のズボンを着衣した。

(3) 実験期間と場所

2011 年 8 月~2012 年 3 月。熊本大学教育学部被服実習室。室内環境は 25℃ 65%。

(4) 測定手順

被験者は、下衣に五分丈のスパッツ（ポリエステル 95%、ポリウレタン 5%）を着用し、心拍計（AC-

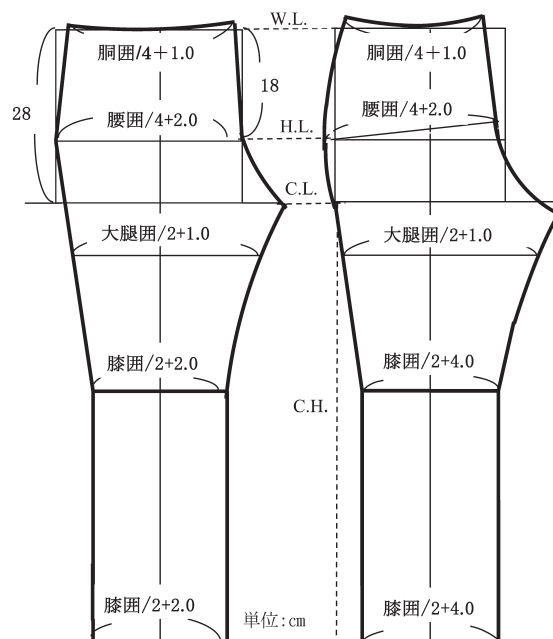
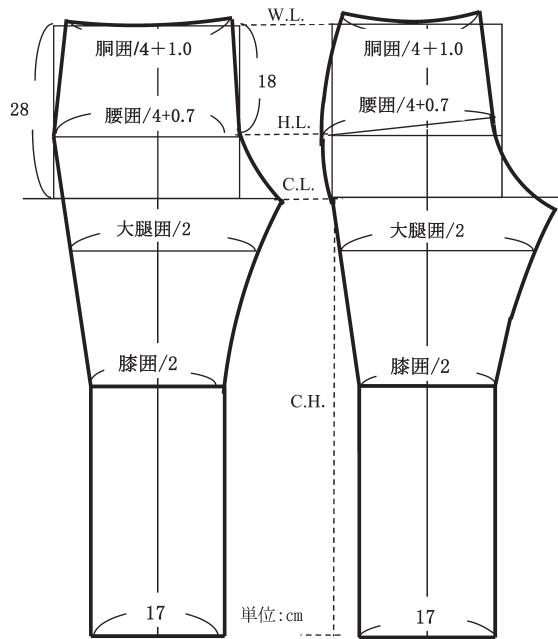


図 1. 試験着 A のパターン

Fig.1 Pattern for sample A



試験着 A は標準的なゆとり量のズボンとした。試験着 B は大腿部と膝回りにゆとりを加えず、試験着 B の腰囲は試験着 A よりも 5.2cm 狭くした。裾幅は 17cm とした。

図 2. 試験着 B のパターン

Fig.2 Pattern for sample B

301A アクティブトレーサー, (株)GMS) を胸部に装着した。着衣動作前後の安静姿勢における呼吸統制は、被験者にとって精神的な負担になることも考えられたため¹⁴⁾, 呼吸数の制限は行わなかった。しかし、実験中は 1 分間に 30 拍のリズムにメトロノームを設定して使用し、被験者にはそのリズムを参考に自分のペースで呼吸を行うよう指示した。ただし、着衣動作中の呼吸は各自のペースで行った。

測定項目は、HR、血圧、加速度、着衣所要時間、着衣のしやすさに関する官能評価である。HR は R-R 間隔で測定し、着衣前安静時のデータは座位姿勢と立位姿勢で求めた。HR の測定は、最初に椅子に座った座位姿勢 (13 分間) の測定を行い、次に立位姿勢 (7 分間) の測定を行った。その後、立位姿勢のままズボン着衣動作を行い、着衣後は立位姿勢 (10 分間) を保持し HR 測定を終了した。血圧の測定は、血圧計 (TM-2431, (株)エー・アンド・デイ) を用い、HR 測定開始前と HR 測定終了後に座位姿勢で行った。また、着衣時の身体の動きを加速度によって測定し (AC-301A アクティブトレーサー, (株)GMS), 同時に着衣所要時間を計測した。さらに、着衣のしやすさに関する官能評価は、HR 測定終了後に行い、ゆとりの適切さ、伸びやすさ、はきやすさ、はき心地の 4 項目について 1: あてはまらない、から 5: あてはまる、の 5 段階評価で行った。

2. 分析方法

HR は、着衣前、着衣中、着衣後の時系列変化を求め、さらに着衣前と着衣後については、心拍変動スペクトル解析 (以下 HRV スペクトル解析と表記する) を行った。HRV スペクトル解析は、最大エントロピー法による解析ソフト (MemCalc/Win (株)GMS) を用い、セグメント長 30 秒、セグメント間隔を 2 秒で行った。得られたパワースペクトルのうち、0.04~0.15Hz を低周波成分 (LF), 0.15~0.4Hz を高周波成分 (HF) とした¹⁰⁾。なお、HRV スペクトル解析のパワー値は、自然対数変換を行い正規化し、副交感神経の指標として LnHF、交感神経の指標として LnLF/HF を用いた¹⁵⁾。

着衣前座位姿勢の基準値は、HR が安定する座位開始後 10 分を起点とする 2 分間の平均値とした。また、着衣前立位姿勢の基準値は、立位姿勢保持後 5 分を起点とする 2 分間の平均値とした。さらに、着衣後の HR と HRV スペクトル解析は、立位姿勢を保持してから 10 分間を解析対象とした。

着衣動作が生理的負担に与える影響は、着衣動作中と着衣動作後の場合に分け、着衣前立位姿勢を基準に分析した。まず、着衣動作中の場合は、HR と加速度を活動量の指標¹⁶⁾、着衣動作時間を着衣困難さの指標^{2,17)}と設定し、試験着別に HR、加速度、着衣動作時間について平均値を求め試験着間で比較した (paired t-test)。なお、被験者が感じる試験着の着衣困難さを官能評価によって得点化し、試験着別に各項目の平均値を求め、試験着間で得点を比較した (Wilcoxon signed rank test)。次に、着衣動作後の場合は、試験着別に HR、LnHF、LnLF/HF について 1 分ごとの平均値を算出し時系列変化を求めた。さらに、着衣動作が着衣後の心拍変動に与える影響を分析するため、着衣前後の心拍変動の差を Δ HR, Δ LnHF, Δ LnLF/HF で表し、着衣後 1 分ごとの心拍変動の平均値と着衣前立位姿勢の平均値を比較した (paired t-test)。また、血圧は、試験着ごとに着衣前の平均値と着衣後の平均値を比較し (paired t-test)、着衣動作の影響を分析した。なお、統計処理は全て SPSS (ver.20 IBM (株)) を用いた。

結果

1. 着衣前安静状態の心拍変動

着衣前安静状態の心拍変動は、座位姿勢と立位姿勢で測定した。Tab.2 は、着衣前安静時の HR、LnHF、LnLF/HF を試験着別・姿勢別に示したものである。各試験着を着衣する前の心拍変動は、座位、立位とも実験日による差はなく、安定していたことが確認され

表2. 着衣前の座位姿勢と立位姿勢における HR, LnHF, LnLF/HF の中央値と S.D.

Tab.2 Mean value and S.D. of HR, LnHF, LnLF/HF, at sitting position and standing position before dressing

		sitting mean \pm S.D.	standing mean \pm S.D.
HR (bpm)	A	71.17 \pm 13.32	79.70 \pm 13.25
	B	69.61 \pm 11.99	78.21 \pm 12.55
LnHF	A	5.64 \pm 0.93	4.43 \pm 1.00
	B	5.77 \pm 0.95	4.68 \pm 0.99
LnLF/HF	A	1.00 \pm 0.14	1.28 \pm 0.26
	B	1.00 \pm 0.17	1.19 \pm 0.18

Mann-Whitney U test, 全てのケースで A と B に有意差なし

た。本実験では、姿勢変換が循環動態に与える影響を除くため、着衣動作中、着衣後の測定は全て立位姿勢で行った。よって、基準となる着衣前安静状態の心拍変動には、立位姿勢の値を用いた。

2. 着衣動作中の身体的負担と着衣のしやすさ

着衣動作中の平均 HR は、A が 98.3bpm、B が 104.1bpm であった。Tab.3 に着衣動作中の HR 増加量、動作時間、加速度、着衣のしやすさに関する官能評価結果を示す。

まず、A の着衣動作中 HR 増加量 (Δ HR: 着衣動作中の平均値 - 着衣前立位姿勢の平均値) は 18.5bpm、着衣に要した時間は平均 23.7 秒であった。また、身体の動きの指標とした加速度は平均 66.7mG であった。一方、B は着衣動作中の平均 HR が 100bpm 以上と高く、HR 増加量は 25.9bpm であった。各項目の A と B の平均値を比較すると (paired t-test), Δ HR ($p < .05$), 動作時間 ($p < .01$), 加速度 ($p < .05$) 全てに有意差があり、着脱動作の負担は B の方が大きかった。

次に、着衣のしやすさに関する官能評価では、4 項目全てと総合評価において A と B の平均点に 1% 水準の有意差がみられ (Wilcoxon signed rank test), B はゆとりのなさ、伸びにくさ、はきにくさ、着心地の悪さがあげられた。大腿部と膝囲にゆとり量を加えず、足を入れにくく設計した B の着衣動作は、標準的なゆとり量で設計された A の着衣動作よりも身体的負担が大きく、はきにくさに関する官能評価結果とよく一致した。

3. 着衣動作後の心拍変動変化量 (Δ HR, Δ LnHF, Δ LnLF/HF)

着衣後の立位姿勢における HR, LnHF, LnLF/HF の時系列変化を Fig.3 に示す。着衣後 10 分間については、3 項目とも各時点での A と B の平均値に、有意な差は認められなかった (paired t-test)。さらに、

表3. 着衣動作中の Δ HR, 動作時間, 加速度および官能評価Tab.3 Δ HR, motion time, acceleration, and subjective evaluation, during donning

		mean ± S.D.	
ΔHR (bpm)	A	18.5 ± 9.48	*
	B	25.9 ± 11.52	
動作時間 (S)	A	23.7 ± 8.57	**
	B	35.9 ± 10.86	
加速度 (mG)	A	66.7 ± 28.83	*
	B	78.1 ± 29.22	
< 官能評価 >			
下肢のゆとりの適切さ	A	4.1 ± 0.81	**
	B	2.0 ± 1.03	
伸びやすさ	A	2.8 ± 1.33	**
	B	1.6 ± 0.81	
ズボンのはきやすさ	A	4.1 ± 0.85	**
	B	2.1 ± 1.18	
着心地のよさ	A	4.1 ± 0.89	**
	B	2.2 ± 1.17	
官能評価の合計得点	A	15.2 ± 3.28	**
	B	7.8 ± 3.56	

官能評価 (5 段階評価)

5: あてはまる, 4: ややあてはまる, 3: どちらともいえない, 2: あまりあてはまらない, 1: あてはまらない

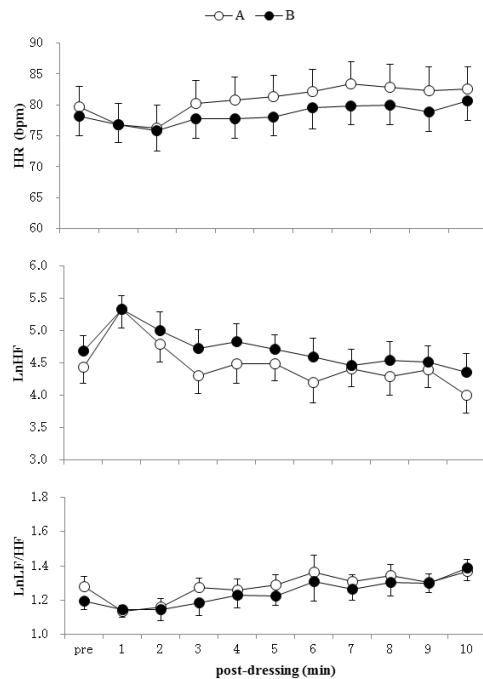
*, **: A と B の平均値の有意差。

 Δ HR, 動作時間, 加速度: paired t-test,官能評価: Wilcoxon signed rank test. * $p < .05$, ** $p < .01$

Fig.4 に心拍変動変化量と、着衣前後における平均値の差の検定結果を示す (paired t-test)。まず、A の場合、HR は着衣後 1, 2 分で有意に減少し ($p < .05$, $p < .01$)、その後増加傾向を示し、着衣後 6 分以降は有意に増加した。また、LnHF は着衣後 2 分まで有意に増加し ($p < .01$)、その後徐々に減少し 10 分で有意に減少したが ($p < .05$)、その後着衣前安静値に近似した。

一方、B の HR は着衣後 1 分で有意な減少はなく、着衣後 2 分で着衣前よりも有意に減少した ($p < .05$)。その後 5 分まで減少傾向を示したが、着衣後 6 分以降増加傾向を示し、着衣後 7 分, 8 分, 10 分で有意に増加した (いずれも $p < .05$)。また、LnHF は着衣後 1 分で有意に増加したが ($p < .01$)、その後減少傾向を示し、着衣後 10 分で有意に減少した ($p < .05$)。LnLF/HF は、着衣直後から着衣前の値と近似し有意な差は認められなかったが、着衣後 10 分で有意に増加した ($p < .05$)。

以上の結果より、両試験着の Δ HR は、着衣後 2 分まではいずれも着衣前より減少し、試験着による違いはなかった。しかし、 Δ LnHF と Δ LnLF/HF について試験着別に比較すると、A は着衣後 1 分で Δ LnHF が有意に増加し、 Δ LnLF/HF が有意に減少した。HR の

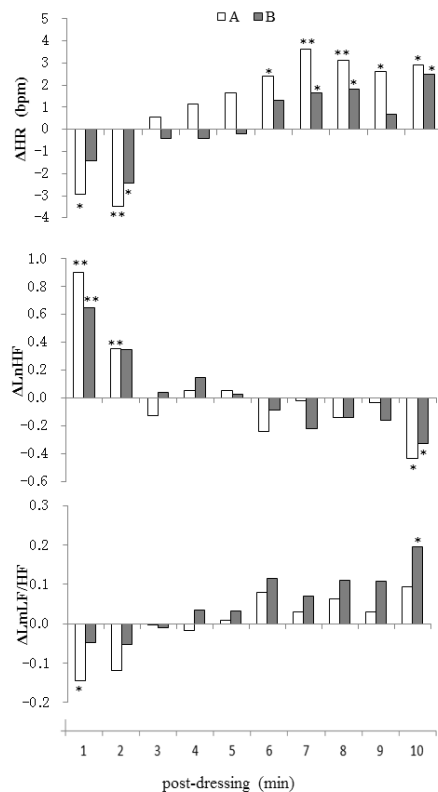


pre: 着衣前立位姿勢の平均値

post-dressing: 着衣後立位姿勢を保持している間の1分ごとの平均値

図3. 着衣動作後のHR, LnHF, LnLF/HFの平均値と標準誤差

Fig.3 Mean and standard error of post-dressing HR, LnHF, LnLF/HF



着衣後の心拍変動を着衣前の心拍変動との差として示す paired t-test. *: $p < .05$, **: $p < .01$

図4. 着衣動作が心拍変動に与える影響

Fig.4 Effects of trouser-donning on Heart Rate Variability

減少に交感神経の影響はみられず, 副交感神経優位の状態といえた. 一方Bは, 着衣後1分で ΔLnHF が有意に増加したが, $\Delta \text{LnLF/HF}$ に有意な減少はみられなかった.

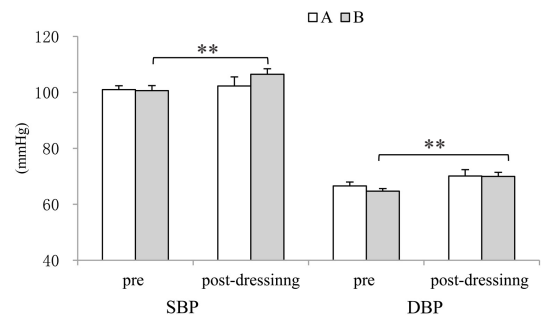
4. 着衣前後の血圧の変化

着衣前および着衣後の収縮期血圧 (SBP) と拡張期血圧 (DBP) の平均値を Fig5 に示す. 着衣後の血圧は立位姿勢を10分保持した後, 着衣前と同様に座位姿勢で測定した. AはSBP, DBPとも着衣前後の有意差はなかった. それに対し, BはSBP, DBPとも着衣前よりも有意に増加した ($p < .01$).

考察

1. 着衣動作中の負荷

健常者が標準的なゆとり量のズボンを着衣する場合, 立位姿勢からズボンをもち上げ, はき上げるまでに要する時間は23.7秒であった. 観察上無理な身体の動きは認められず, 官能評価でもはきにくさが感じられることはなかったが, 立位で行う動作であるためHRは98bpmまで上昇し, HRは24.7%増加した. 上衣の着衣実験では, 20代の健常な女性が一般的なパターンで製作されたジャケットを平均5.96秒で着衣する結果が報告されている¹⁷⁾. それに比べズボンの着衣は約4倍の時間を必要とし, 健常者にとってもズボンは着衣に時間のかかる服種といえた. さらに, 下肢を通しにくく設計したBの着衣時間は35.9秒と長くなり, ズボンをはき上げるためのいきみ, 呼吸の乱れが観察された. また, 布を強く引き上げ足を通そうとするため, 身体の大きな揺れが観察された. 活動量の指標として用いた加速度を比較すると, Bの方が有意に大きい結果となった ($p < .05$). 官能評価項目にあげた下肢のゆとりの適切さ, 伸びやすさ, ズボンのはきや



着衣前と着衣後10分の血圧の比較 (平均値と標準誤差)

SBP: 収縮期血圧, DBP: 拡張期血圧 paired t-test, * $p < .05$, ** $p < .01$

図5. 着衣前と着衣後の血圧の変化

Fig.5 Variability of Blood Pressure after dressing and before dressing

すさは、体動と関係が深いいため、はきやすさの評価に加速度を指標として加える有効性が確認された。また、加速度は、HR および運動消費エネルギーとも相関の高いことが報告されている¹⁶⁾。本実験でも A と B の運動消費エネルギーを算出し比較したところ、B の運動消費エネルギーは A よりも大きい傾向がみられた。しかし、有意な差は認められず、運動消費エネルギーに違いはなかった。

2. 着衣動作後の心拍変動

Ogata et.al は起立性実験を行い、健常者に立位安静姿勢を 25 分間保持させると、2~6 分で HR と LF/HF が有意に増加し、その後も増加傾向を示すことを報告している¹⁸⁾。これは立位姿勢を保持することによって静脈環流量が減少し、それを増加させるため HR の増加を促したと考察されている。今回の着衣後立位姿勢の測定でも、立位安静姿勢の経過時間が長くなるにしたがい、HR の測定値には立位姿勢の影響が含まれると考えられる。

試験着別に着衣後の自律神経活動を考察すると、まず、一般的なズボンである A の着衣動作は、短く軽微な運動であるにもかかわらず、動作終了後立位姿勢を保持したことにより、迷走神経支配となり静脈環流量が一時的に減少し、着衣後 1~2 分の HR は着衣前よりも有意に減少したといえる。この時、反応の早い副交感神経は、着衣後 1 分で有意に増加し、交感神経を抑制して有意に減少させ、副交感神経優位となったと考えられる。一方、下肢部分のゆとり量を無くした B の HR は、着衣後 1 分では有意に減少せず、着衣後 2 分で有意に減少した。着衣後 1 分では副交感神経が有意に増加したが、交感神経には有意な減少がみられず、着衣後も交感神経の活動が活発であることが考えられた。これは直前に終了した着衣動作による運動負荷が大きく、着衣後 1 分では副交感神経優位にならず HR の減少を遅らせたためと考えられる。

一般に、運動終了直後には、副交感神経と交感神経の両方の活動がみられ、副交感神経の出現が遅延するのは、160bpm 以上の運動を 20 分間継続するような運動量の多い場合とされている¹⁹⁾。そのため、着衣動作のような軽微な動作では、動作終了直後に交感神経が残存することは考えにくい。Kawagutchi et al. は、健常者が座位から立ち上がる動作が心拍変動に与える影響を分析し、LF/HF は姿勢変換直後の 2 分間の値が高かったことを報告している¹⁰⁾。また、白土らは、体幹回旋運動を 5 秒実施した時（平均 HR は 98.5bpm）と 10 秒行った時（平均 HR は 111.2bpm）の HR の回復時間を比較し、運動時間と運動量の大きいほうが HR の回復は遅れることを報告している²⁰⁾。

これらのことから、軽微な運動であっても、運動直後の循環動態に交感神経の影響が残ることは考えられる。

さらに、B については被験者がはきにくさを強く感じており（Tab.3）、動作中にはいきみ等が確認された。桑原らと吉田らは Valsalva 実験を行い、いきみ圧が高くなると筋活動や息止めの影響により交感神経活動が増し、HR は負荷時と負荷解除直後に増加し、負荷解除後 1 分で急激に低下し安静時に近づくことを報告している^{21,22)}。心拍変動から自律神経活動レベルを推定することには限界もあるが²³⁾、B の着衣動作中にいきみと筋活動が繰り返されたとすれば、着衣後 1 分に Valsalva の影響が残り、交感神経の活動が残存して、副交感神経の増加を抑制したことも考えられる。

また、B の圧迫の強さは着衣を困難にするだけでなく、着衣後の心拍変動にも影響を与えたことが考えられる。下肢の圧迫が HR を有意に減少させることは既に報告されている^{24,25)}。Watanuki et al. は、ハイサポートパンティストッキングを着用し立位姿勢を保持した実験を行い、HR の減少、1 回排出量と心拍出量の増加を確認し、静脈環流量の増大を示唆している²⁴⁾。本実験でも Fig.3 にみられるように、着衣後 3 分以降の B の HR は、A に比べ低い値となる傾向を示しており、下肢の圧迫の影響が考えられた。さらに、HR と関係の深い血圧の影響をみると、A の SBP と DBP では、着衣前と着衣後の平均値に有意な差が認められず、通常のゆとり量のズボンを着衣し立位姿勢を保持する動作は、血圧に影響をおよぼさなかった。しかし、大腿部と腹部を圧迫する B を着衣し立位姿勢を保持すると、SBP と DBP は着衣前よりも有意に増加した。これは長山等²⁵⁾の報告と同じ傾向を示しており、腹部と大腿部の圧迫が静脈環流量を増大させるためと考えられた。

ズボンの着衣動作は短い時間で行う軽微な動作であるが、立位姿勢で行う全身運動のため、健常者が標準的なズボンを着衣する場合でも、着衣動作中の HR は 100bpm 以上に増加した。しかし、着衣終了後に安静姿勢を保持すると、着衣後 1 分で副交感神経優位な状態となり HR は有意に減少し、着衣後 3 分には着衣前安静時の HR に回復することがわかった。また、血圧は、着衣後に立位姿勢を 10 分間保持しても、血圧の上昇は認められなかった。一方、下腿部のゆとり量をなくし圧迫を強めたズボンの着衣動作は、はきにくさのため体動が大きく、唸りやいきみによる呼吸の乱れが観察された。はきにくさに関する官能評価は、着衣時間の長さ、HR の増加、加速度の数値とよく一致しており、体動を示す加速度ははきにくさを分析する指標として有効性が認められた。圧迫感を強めたズボンは、着衣後 1 分でも交感神経が有意に減少せず、HR

の減少を抑制したことが考察された。また、着衣後 10 分の血圧は着衣前よりも有意に上昇し、その原因として下腿部の強い圧迫が考えられた。これより、着衣動作による運動量が大きくなると、着衣動作終了直後の自律神経活動に影響が残り、HR の回復が遅くなることが示唆された。HR の測定は被験者の負担が少なく簡便であるため、高齢者や障害がある人にも適している。心拍変動スペクトル解析を用いた自律神経活動の分析は、HR の増減を裏付ける指標として有効といえた。

ズボンにおけるゆとり量と身体的負担の関係は、今後段階的に進めていく必要があり、その指標として、HR、血圧、加速度、所要時間、心拍変動スペクトル解析の有効性が確認された。本実験で得られた健常者が標準的なズボンを着衣するときの身体的負担を示すデータは、運動機能が低下した高齢者や肢体不自由がある人のズボンをはきやすく修正する際に、修正効果を評価する基準値として活用が期待できる。

まとめ

標準的なゆとり量のズボン A と、腰囲のゆとり量を減らし、大腿部と膝囲にゆとりを加えず足を通しにくく設計したズボン B を着用し、ズボンの着衣動作が身体に与える負担を分析した。

(1) A を立位で着衣した場合、着衣動作中の HR は平均 98bpm、着衣前立位姿勢を基準とした HR 増加率は 24.7%、着衣に要した時間は平均 23.7 秒であった。また、身体の動きの指標とした加速度は平均 66.7mG であった。B の着衣動作は、HR、加速度、動作時間が A よりも大きく身体的負担は増加した。また、身体的負担の大きさは、官能評価の得点の低さとよく一致した。

(2) 着衣動作終了後に立位姿勢を保持すると、A と B の HR は着衣動作終了直後から 2 分までは急激に減少し、その後徐々に増加した。さらに、HRV スペクトル解析を行うと、A は着衣後 1 分で ΔLnHF が有意に増加し、 $\Delta \text{LnLF/HF}$ が有意に減少した。HR の減少に交感神経の影響はみられず、副交感神経優位の状態といえた。一方 B は、着衣後 1 分で ΔLnHF が有意に増加したが、 $\Delta \text{LnLF/HF}$ に有意な減少はみられなかった。着衣動作の身体的負担の違いは、着衣動作直後の自律神経活動に影響を与えたと考えられた。

(3) 着衣前と着衣後の血圧を比較すると、A は SBP、DBP とも着衣前後の有意差はなかった。しかし、下肢の圧迫が強い B は、着衣後の SBP、DBP が着衣前よりも有意に増加した。

本研究をまとめるにあたりご指導いただきました熊本大学教育学部生涯スポーツ福祉課程教授井裕裕俊先生に、心から感謝申し上げます。また、本研究にご協力いただいた緒方優さん、澤田晶さん、西山智美さん、豊重明里さんと、被験者として協力いただいた家政教育学科の学生の皆さんに心から感謝いたします。

本研究は、科学研究費補助金基盤研究 (C) (課題番号 23500909) によって行われた研究の一部である。なお、本研究の一部は日本繊維製品消費科学会 2012 年年次大会において口頭で発表した。

引用文献

- 1) 佐藤悦子, 小林茂雄: スカートの明き部分が着脱動作と感覚評価に及ぼす影響, 日本家政学会誌, 47 (7), 693-700, (1996)
- 2) 岡田宣子: 高齢者服設計のための基礎的研究 - 高齢者の脱ぎ着しやすい衣服ゆとり量 - 日本家政学会誌, 55 (1), 31-40, (2004)
- 3) 谷水香奈美, 村木里志: 肩関節最大運動角の年齢による相違が 3 種類のかぶり式半袖上衣の更衣動作パターンに及ぼす影響, 日本衣服学会誌, 55 (2), 93-102, (2012)
- 4) 石垣理子, 猪又美栄子: 筋電図による着脱時の動作適応性評価 - 重ね着における素材間摩擦を要因として -, 日本家政学会誌, 58 (9), 569-577, (2007)
- 5) 雙田珠己, 鳴海多恵子: 心拍変動スペクトル解析を用いた着衣動作における身体的・精神的負担の評価 - 脳性マヒによる運動障害がある人の事例 - 日本家政学会誌, 58 (2), 91-98, (2007)
- 6) 佐藤悦子, 梅澤絹子, 小林茂雄: 各種ジーンズの着脱における動作特性と着用感について, 日本家政学会誌, 49 (1), 59-68, (1998)
- 7) 前田真弘, 北出一平, 水上保孝, 亀井絵里奈, 安竹正樹, 嶋田誠一郎, 竹野建一, 小林 茂, 馬場久敏: 頸椎症術後患者の更衣動作時間と上肢機能の関連性, 国立大学法人リハビリテーションコ・メディカル学術大会誌, 32, 30-32, (2011)
- 8) 大堀具視: 片麻痺者の着衣動作時間と座位バランスの関係について, 北海道作業療法, 23 (2), 132-135, (2006)
- 9) Yang, T.F., Chan, R.C., Kao, C.L., Chiu, J.W., Liu, T.J., Kao, N.T., and Kuo, T.B.J. Power spectrum analysis of heart rate variability for Cerebral Palsy patients, Am.J.Phys. Med.Rehabit., 81 (5), 350-354, (2002)
- 10) Kawaguchi, T., Uyama, O., Konishi, M., Nishiyama, T., and Iida, T.: Orthostatic hypotension in elderly persons during passive standing: A comparison with young persons, Journal of Gerontology, MEDICAL SCIENCES, 56, 273-280, (2001)
- 11) 雙田珠己, 富原早都実, 鳴海多恵子: ズボンの着脱動作の分析と修正方法の検討 - 脳性マヒの子どもと二分脊椎の子どもの事例研究 -, 熊本大学教育学部紀要, 人文科学, 59, 75-83, (2010)

- 12) 雙田珠己：肢体不自由児の着脱動作を考慮した既製ズボンの修正－装具を使用する脳性マヒの子どもの事例－，日本特殊教育学会第48回大会，発表論文集，736，(2010)
- 13) 文化服装学院編：文化ファッション大系服飾造形講座2 スカート・パンツ，132-135，文化出版局，東京，(2007)
- 14) 吉武康栄：生体信号処理のレシピ，大分看護科学研究，4 (1)，27-32，(2003)
- 15) 奥田忠行，佐藤 啓，大角誠治，関根道和，北島 勲：健常成人における男女別の血圧・心拍変動スペクトル解析の加齢の検討，臨床病理，50，186-190，(2002)
- 16) 大森 桂，古泉佳代，金子佳代子：3次元加速度と心拍数による子どもの日常生活におけるエネルギー消費量の推定，日本家政学会誌，61 (11)，707-715，(2010)
- 17) 渡邊敬子，中井梨恵，岡村政明，大村知子，矢井田修：高齢女性の前あき上衣の構造と着衣動作および着やすさとの関係，日本家政学会誌，60 (2)，111-121，(2009)
- 18) Hisayosi Ogata, Ikuyo Fujimaru, Keiko Yamada and Takaharu Kondo : Suppression of cardiocirculatory responses to orthostatic stress by passive walking-like leg movement in healthy young men, Journal of Physiological Anthropology, 31, 24-31, 2012
- 19) 林 直亨，中村好男，村岡 功：一過性の運動中および運動後の自律神経系活動に及ぼす運動強度の影響，体力科学，44，279-286，(1995)
- 20) 白土瑞穂，田中正一，榎原貴雄，明日 徹：等尺性体幹回旋運動時の循環動態変動，理学療法学，21 (5)，326-330，(1994)
- 21) 桑原裕子，今井美香，吉田豊，清水祐樹，西村直記，横山清子，岩瀬 敏，平井眞理，菅屋潤壹：Valsalva 負荷が循環動態と直腸内圧に及ぼす影響－仰臥位と座位における比較－，自律神経，48 (1)，48～55，(2011)
- 22) 吉田豊，今井美香，桑原裕子，清水祐樹，西村直記，岩瀬 敏，菅屋潤壹，横山清子，平井眞理：排泄姿勢を想定した Valsalva 負荷における心拍変動のパワースペクトル解析，自律神経，48 (1)，44～47，(2011)
- 23) 早野順一郎：循環系指標のスペクトル解析，自律神経，35 (2)，110-117，(1998)
- 24) Shigeki Watanuki and Hiroko Murata : Effects of wearing compression stockings on cardiovascular responses, Ann.Physiol. Anthpop. 13 (3)，121-127，(1994)
- 25) 長山芳子，中村 正，林田嘉朗，大村 実，井上尚英：心血管機能に及ぼすガードル着用の影響－心拍変動のパワースペクトル解析－，繊維製品消費科学会誌，36 (1)，68-73，(1995)