

心拍変動スペクトル解析を用いた着衣時困難性評価における 着衣順序の検討

雙田珠己・鳴海多恵子*

A Discussion of Evaluations Regarding Difficulty During Dressing According to Dressing Order with the Use of Power Spectral Analysis of Heart Rate Variability

Tamami SODA, Taeko NARUMI *

(Received October 1, 2009)

The present study was designed to investigate evaluations concerning difficulty by the order of clothes during dressing tryout, using power spectral analysis of heart rate variability (HRV). The subjects were 25 healthy women (20-23 yrs.) The subjects put on two long sleeve T-shirts of different types (One was a long-sleeved knitted T-shirt, and the other was a long-sleeved woven fabric T-shirt. The knitted T-shirt was considered soft and easy to dress). Autonomic nervous activity was evaluated before and 3 minutes after putting on each type of T-shirt, using power spectral analysis of HRV. The results were as follows: 1) Both T-shirts: 1 minute after putting on a T-shirt, the LF/HF ratio was significantly increased, whereas the HF/TP value was remarkably decreased. At this time, The LF/HF ratio and the HF/TP were effective as the index that evaluated the difficulty of during dressing. 2) The influence by the order of clothes appeared in both the sensory evaluation and the HRV: When the knitted shirt was put on after the woven fabric shirt, it was evaluated as being easy to dress. However, the HF/TP value decreased while the LF/HF ratio increased, indicating that the sympathetic nervous system was dominant.

Key words : dressing order, power spectral analysis of heart rate variability, autonomic nervous system, sensory evaluation, physiological tension, mental loads

1. はじめに

衣服の快適性の評価に関しては、すでに多くの研究報告があるが、官能検査による定性的評価が中心である。快適性の客観評価は、筋電図、脳波などの測定によって生理学的な負荷としてとらえられてきたが(石垣と猪又 2007; 加藤 2006), 医学や人間工学の分野では、心拍変動スペクトル解析を用いて快適感を評価する研究が進められてきた(片岡等 2000; 佐藤 2006; 清水等 2001; 本岡等 2002)。

心拍は安静時に規則正しく打つようにみえるが、実際は一拍一拍がゆらいでいる。この心拍のゆらぎのスペクトルを分析すると、一定の周波数のところにピークのあることがわかる(谷 等 1992)。これは、生体には一定のリズムをもった変動成分があることを示し

ており、交感神経・副交感神経系の働きにより上下するこの変動成分を、心拍変動(以下、HRVと表記する)と呼ぶ。HRVスペクトル解析は、交感神経と副交感神経が反応する周波数特性の違いを利用し、心電図波形より振動間隔、または代替指標としてR波の間隔(R-R間隔)を算出し、その時系列データについてパワースペクトルを導出する方法である(金井 等 2007)。

心拍変動スペクトル解析では、低周波数領域(0.04~0.15Hz)と高周波数領域(0.15~0.5Hz)にピークが認められ、前者は交感神経および副交感神経活動を示すLF成分、後者は副交感神経活動を示すHF成分と呼ばれ、交感神経活動のみの指標としてはLF/HFを用いることが多い(吉武 2003)。また、LF成分とHF成分は、標準化した値としてLF/TP、HF/TP(全パ

* 東京学芸大学 教育学部

ワーに占める個々の値の割合)で示されることもある。これらの指標は、被服学の分野でも生理的負担を定量化する有効な方法と考えられており、被服圧が心拍変動におよぼす影響(長山等 1995; Miyatsuji et al. 2002)や、快適感の客観的指標としての研究がある(松平等 1999)。

著者らもすでに、着やすい服と着にくい服を用い、健常者と脳性マヒ患者の着衣時の身体的・精神的負担の評価に HRV スペクトル解析を用いた実験を行った。その結果、着衣動作終了後1分で LF/HF の増加と HF/TP の減少を確認し、官能評価で着にくいとされた服ほどその傾向が顕著であることを確認し、着衣時困難性の客観的評価においても、HRV を指標とすることが有効であることを示唆した(雙田と鳴海 2007)。心拍測定は被験者に対する負荷も少なく、測定技術も簡便であるため快適性評価の指標としての期待は大きい。これまで着衣実験の方法に関する基礎的な研究は少ない。そこで、本研究では、複数の試験着を用いた実験における着衣順序の影響を確認するため、着衣困難性の差異を HRV スペクトル解析によって明らかにし、今後の着用実験への活用をめざした。

2. 方法

着やすさの異なる2種類の試験着を用意し、被験者を2グループに分け、グループごとに着衣順序を変えて試験着を着衣したときの HRV スペクトル解析結果を比較した。

(1) 試験着

試験着はかぶり型丸首長袖Tシャツとし、成人女子用 JIS 衣料サイズ 9AR に対応した編布上衣製図法(佐藤 2003)を参考に、図1のように製作した。なお、出来上がり寸法は、胸囲 96cm、首まわり 62.7cm である。材料は編布と織布の2種類を用い(表1)、編布試験着をやわらかく着やすい服、織布試験着をかたく着にくい服として位置づけた。以下、編布試験着を S (Soft 略)、織布試験着を H (Hard 略)と表記する。

(2) 被験者

被験者は20代の健康な女性とし、実験当日は開始1時間前から飲食と激しい運動を禁止した。被験者は、日ごろより 9AR を着用している人とした。また、被験者の健康状態を確認するため、最近不規則な生活をしているか、運動不足か、睡眠時間が短い、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体調が悪くなる時があるか、月経

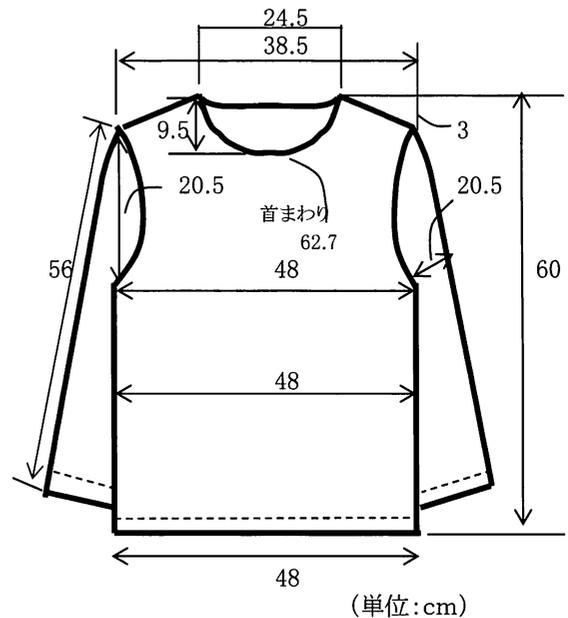


図1 試験着

表1 試験着の素材の特徴

測定条件: 20°C, 65%			
		編布試験着 (メリヤス生地)	織布試験着 (シーチング生地)
素材		綿95%, ポリウレタン 5%	綿100%
組織		ウレタンカバーリン グ糸と綿糸を交編 した平編	平織
密度 (本/cm)	たて	13.0	11.8
	よこ	16.4	13.2
重量	g/m ²	136.8	138.3
伸長力	たて N	0.5	212.1
	*1 よこ N	0.5	6.7
厚さ	mm	0.59	0.31

*1 1分間あたりつかみ間隔の50%の引張速度で試験片を5%伸ばし、そのときの荷重(N)を求めた。

中か(予定日が近い)、実験にあたって緊張しているか、の13項目の間診票を作成し、実験当日の健康状態を確認した。さらに、実験終了後、自律神経の働きが正常であることを確認するため、安静時の HRV スペクトル解析結果から、心拍数と LF/HF が標準偏差 2σ の範囲外の人を除外した。その結果、実験は編布試験着から織布試験着を着衣する(以下 S → H と表記する)12人グループと、織布試験着から編布試験着を着衣する(以下 H → S と表記する)13人グループの被験者数合計25人2グループで行った。なお、本実験では、2種類の試験着の着用感が大きく異なるため、

被験者が試験着の特徴を記憶しやすく、被験者の記憶が着衣動作および着衣時の緊張感と官能評価に影響すると考えられた。よって、着衣実験は1グループ1方向のみ行った。

表2に被験者の胸囲、背肩幅、表3に安静時のHRVスペクトル解析結果を示す。被験者の胸囲、背肩幅および安静時のHRVスペクトル解析について、被験者のグループ間で平均値を比較しt検定を行った。その結果、すべての項目に有意な差はなく、体型と自律神経活動については、グループ間に違いはないことが確認された。

表2 被験者の身体寸法

	着衣パターン	n	平均値 (cm)	標準偏差 (cm)
胸囲	S→H	12	85.4	5.47
	H→S	13	81.9	4.06
背肩幅	S→H	12	38.5	1.51
	H→S	13	38.3	1.41

被験者のグループ間でt検定を実施した結果、有意な差はみられなかった。

表3 安静時のHRVスペクトル解析結果

	着衣パターン	n	平均値	標準偏差
HR (bpm)	S→H	12	73.2	8.2
	H→S	13	72.8	9.6
LF (ms)	S→H	12	661.8	584.8
	H→S	13	590.4	597.7
HF (ms)	S→H	12	481.0	451.4
	H→S	13	434.9	454.2
LF/TP	S→H	12	0.57	0.19
	H→S	13	0.59	0.19
HF/TP	S→H	12	0.43	0.19
	H→S	13	0.41	0.19
LF/HF	S→H	12	1.99	1.62
	H→S	13	2.07	1.62

t検定の結果、被験者のグループ間に有意な差は認められなかった。

(3) 実験方法

① 心拍測定の手順

実験は25℃ 65%RHの恒温恒湿室内において行った。被験者は、心拍計（Polar Heart Rate Monitor S810TM, Polar社）を、被験者の下胸囲の位置に直接装着し、その上半袖Tシャツ（アクリル38%、ポリエステル34%、レーヨン20%、ポリウレタン8%）を着用した。

実験方法を図2に示す。被験者は、入室後椅座安静状態で10分間待機した。待機終了直後から、R-R間隔（ECGシグナルからRポイントだけを抽出し、RポイントとRポイントの間隔をmsで表示）を測定開始し、測定開始後10分経過した時点で椅座のまま、S→Hの場合はSの着衣動作を開始した。着衣動作終了後、再び椅座安静状態を保ち10分経過した時点で椅座のまま脱衣動作を行った。脱衣終了後、5分間椅座安静状態を保ちSに関する心拍数の測定を終了した。5分間休憩をとり、同様の方法でHについて着衣と脱衣動作をし、R-R間隔を測定し、すべての実験を終了した。H→Sの場合も同様に測定した。

なお、スペクトルを明確に分離するためには呼吸数を制限する必要があるが、被験者への心理的な影響を考慮し（吉武2003）、心拍測定時に呼吸統制は行わず、自分のペースで呼吸を行うよう指示した。

② 官能評価

試験着の着衣のしやすさについて、身体的負担の評価項目（かたい、やわらか、つっぱる、ゆったり、窮屈、楽だ）と、精神的負担の評価項目（圧迫感、簡単、嫌である、落ち着く、せまい、安心）および普段着用している衣服との比較の合計13項目を官能検査の評価項目として設定した。被験者は、心拍計測終了後に衣服の着やすさについて、日常生活で着用している同種の衣服の着やすさを基準に、4そうである、3まあそうである、2あまりそうでない、1そうでない、の4段階尺度で評価した。

③ 着衣パターンと着衣順序に関する実験データの表記

被験者は編布試験着と織布試験着の2枚を着衣する。着衣パターンはS→H、H→Sの2パターンである。着衣順序に関する実験データを示すため着衣順序を番号で付記し、先に着衣した試験着をそれぞれS1,H1、次に着衣した試験着をS2,H2とし、S→Hの順に着衣した場合のデータはS1とH2、H→Sの順に着衣した場合のデータは、H1とS2とした。

(4) 解析

本実験では、椅座安静状態の測定開始から着衣動作終了後10分（脱衣動作直前）までを解析対象とした。

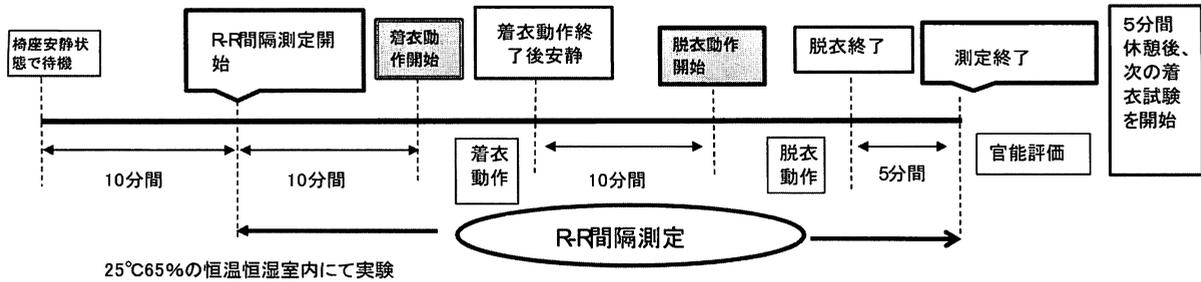


図2 実験の流れ

HRV スペクトル解析には高速フーリエ変換 (FFT), 自己回帰法 (AR), 最大エントロピー法 (MEM) などがあるが, 本実験では有限長データを取り扱うことができる最大エントロピー法を選択し, HRV スペクトル解析ソフト MemCalc/Tarawa (株)GMS, 東京) を用いた. 着衣前安静時の値 (以下, 着衣前とする) は, 心拍数が安定する測定開始後 2~8 分の 6 分間を対象に, セグメント長 30 秒, セグメント間隔 10 秒に設定し, HRV スペクトル解析を行った. また, 着衣終了後の値については, セグメント長を 30 秒, セグメント間隔を 2 秒と設定し, 着衣動作終了後安静時点から 1 分ごとに HRV スペクトル解析を行った. なお, 着衣開始から被験者の動きが止まった時点までを, 着衣所要時間として測定した.

解析方法は, 先行研究を参考に (Kawaguchi et al. 2001; Yang et al. 2002; 清水等 2001; 稲光等 2000) スペクトル区分を設定し, 心拍数 (HR), LF, HF, LF/TP, HF/TP, LF/HF を求めた. なお, 交感神経に関する指標として LF/HF, 副交感神経の指標としては HF/TP を用いた.

① HRV スペクトル解析による編布試験着と織布試験着の着衣困難性の比較

S1, S2, H1, H2 について, 着衣前から着衣後 10 分までの HR の変化を求め (後掲図 3), 心拍数が安定する着衣後 3 分までを解析対象時間とした. 編布試験着と織布試験着の比較は, 先に着用し着衣順序が影響しない S1 と H1 を対象に, HR と HRV スペクトル解析から求めた HF/TP, LF/HF について, それぞれの着衣前の値を基準に着衣後 1 分, 2 分, 3 分の値を比較し, Wilcoxon の符号付順位検定を行った. また, S1 と H1 の心拍変動を比較し t 検定を行った.

② HRV スペクトル解析による着衣順序と生理的負担の関係

S1, S2, H1, H2 について HRV スペクトル解析を行い, HF/TP, LF/HF の 2 項目を対象に, 着衣前の値と着衣後 1 分, 2 分, 3 分の値をそれぞれ比較し, Wilcoxon の符号付順位検定を行った. 着衣順序の影響をみるため, S1 と S2, H1 と H2 について, HF/TP,

LF/HF を比較した.

③ 着衣順序の違いによる着衣所要時間および官能評価の差異

S1 と S2, H1 と H2 で官能評価および着衣所要時間を比較し, Wilcoxon の順位和検定を行い着衣順序による違いを求めた. さらに, HF/TP, LF/HF の傾向と官能評価の結果を照合した.

3. 結果と考察

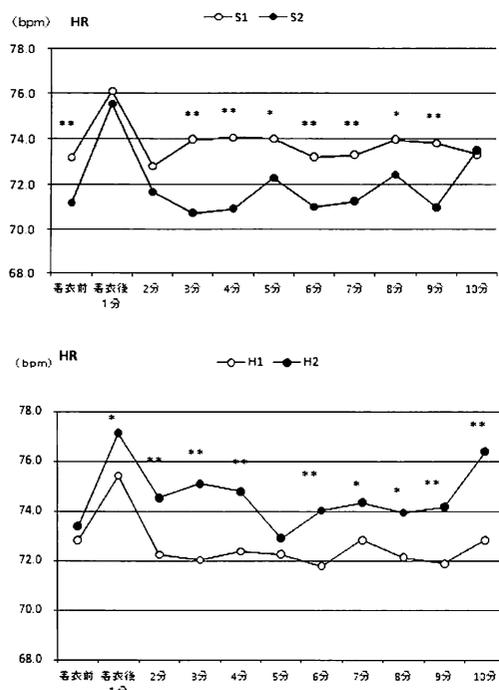
(1) HRV スペクトル解析による編布試験着と織布試験着の着衣困難性の比較

図 3 は, S1, S2, H1, H2 について, 10 分間の HR の変化を示したものである. S1, S2, H1, H2 のすべてについて, 着衣後 1 分で HR は増加し, 着衣後 2 分で急速に減少し, 着衣後 3 分以降は若干の変動はあるがほぼ安定することが確認された.

図 4 は S1 と H1 を対象に, HR, HF/TP, LF/HF の 3 項目について, 着衣前の値を基準とし着衣後の変化を示したものである. また, S1 と H1 の値を比較し, t 検定により有意差を判定して示した.

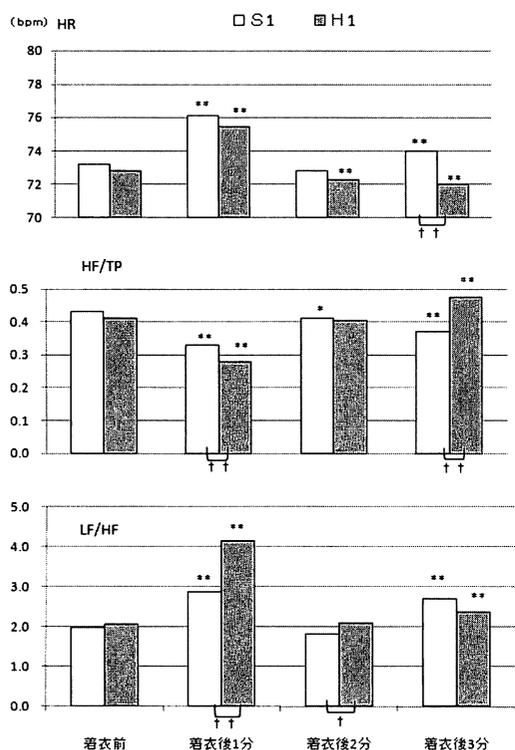
HR は S1, H1 とともに着衣前に比べ着衣後 1 分で有意な増加がみられ着衣後 2 分で減少した. 着衣後 3 分では, S1 は上昇し, H1 は減少した (いずれも $p < 0.01$). さらに S1 と H1 で比較すると, 着衣前, 着衣後 1 分, 2 分において S1 と H1 に有意な差はなく, 着衣後 3 分で H1 は有意に減少した ($p < 0.01$). 次に副交感神経の指標となる HF/TP は, 着衣後 1 分で S1, H1 とともに着衣前よりも減少したが ($p < 0.01$), 着衣後 2 分以降で増加した. S1 と H1 を比較すると, 着衣後 1 分で S1 の値が高く ($p < 0.01$), 着衣後 3 分では H1 が高かった ($p < 0.01$). また, 交感神経の指標となる LF/HF は, 着衣後 1 分と 3 分で S1, H1 とともに増加し ($p < 0.01$), 着衣後 1 分の S1 の LF/HF は, 着衣前の約 1.5 倍, H1 は約 1.8 倍であった. さらに, S1 と H1 を比較すると, 着衣後 1 分と 2 分で H1 は S1 に比べ高い値を示した ($p < 0.01$, $p < 0.05$).

以上の結果より, いずれの試験着も着衣後 1 分にお



S1とS2, H1とH2でt検定を実施した。* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

図3 S1, S2, H1, H2の心拍数の変化



** $p < 0.01$, * $p < 0.05$: S1, H1それぞれ着衣前の値と着衣後1分, 2分, 3分の値を比較しWilcoxonの符号付き順位検定を行った。

† $p < 0.01$, †† $p < 0.05$: S1とH1でt検定を行った。

図4 S1とH1の比較

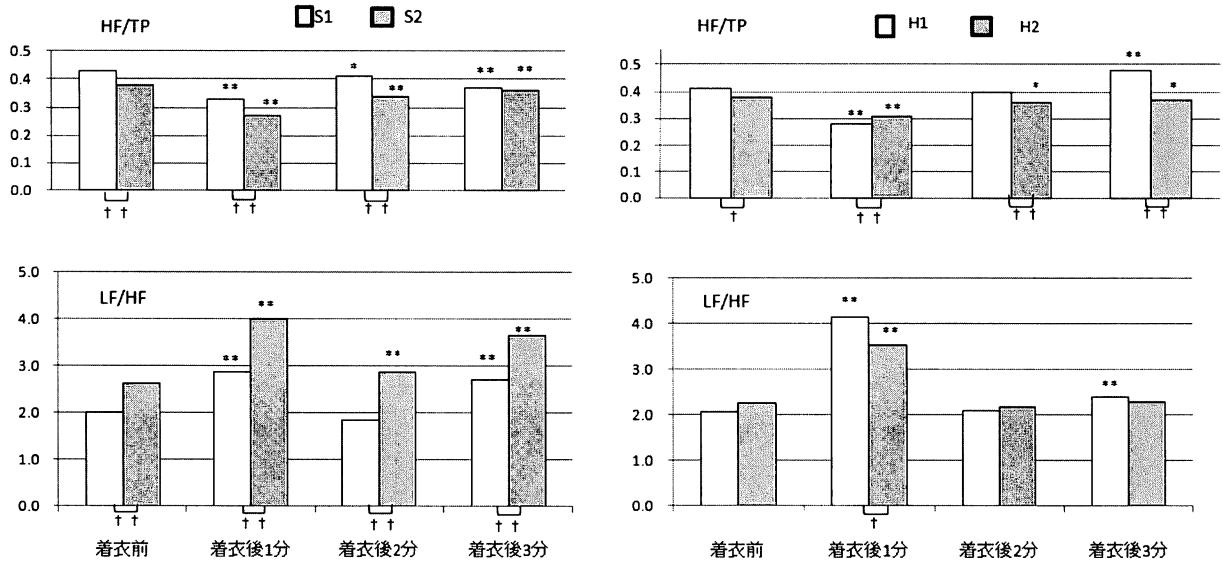
いて、LF/HFは顕著に高く、反対にHF/TPは低くなったことから、交感神経系が優位な状態にあるといえた。

同様に、試験着間で着衣困難性を比較すると、織布試験着は、編布試験着に比べ着衣後1分のLF/HFは高く、HF/TPは低く(いずれも $p < 0.01$)、交感神経系が優位な状態であった。これは、着衣時の動作に伴う緊張が残存しているためと考えられ、織布試験着の方が着衣時の生理的負担が大きいと考察された。なお、HRと心拍変動の関係をみると、着衣後3分のとき編布試験着のHRの値が有意に高くなり、反対にHF/TPは有意に低くなることから、相反する関係にあると考えられた。HRと自律神経の関係について、山元等(2001)は14の文献のメタ解析と被験者116名による安静時の心拍変動の測定、さらにトレーニングによるHRの変化と心拍変動の関係についての分析から、HRは副交感神経と負の相関関係にあるが、交感神経とは相関しないことを報告している。また、HRはエネルギー消費量と相関が高く(大森等2008)、活動量を示す指標として有効と考えられている。しかし、本実験の着衣動作のような小さな動きでは、HR増加率は2~3%と小さく、試験着間の違いを分析するには困難な点も多いため、HRVスペクトル解析とあわせて傾向を把握することが有効といえた。

(2) HRVスペクトル解析による着衣順序の生理的負担の比較

図5にS1, S2, H1, H2を着衣したときのHF/TP, LF/HFの結果を示す。まず、S1, S2のHF/TPでは、着衣前から着衣後2分までは、S2の値が有意に低くなったが($p < 0.01$)、着衣後3分では、S1とS2に有意な差はみられなかった。一方、LF/HFは、着衣前から着衣後3分までS2がS1よりも有意に高い値を示し、HF/TPと反対の関係を示した。したがって、S2はS1よりも生理的負担が大きと考えられ、着衣による緊張の残存が大きいと考察された。

次に、H1, H2についてみると、H2はH1に比べ着衣前のHF/TPが低かったが、LF/HFに差はなかった。その後、着衣後1分のHF/TPにおいては、H1がH2よりも有意に低くなったが($p < 0.01$)、着衣後2分以降は再びH2がH1より有意に低くなった。一方、LF/HFでは、着衣後1分のときH1はH2に比べ有意に高く($p < 0.05$)、着衣後1分のLF/HF値を着衣前と比較するとH1は2.0倍、H2は1.6倍に増加したが、着衣後2分以降では、H1とH2の値に有意な違いは認められなかった。したがって、着衣後1分のLF/HFとHF/TPの変動から、H1はH2よりも着衣時の緊張感が着衣後に残存していると考えられたが、着衣後2分以降はH1とH2における生理的負担の違いは明らかではなかつ



** $p < 0.01$, * $p < 0.05$: S1, S2, H1, H2それぞれ着衣前の値と着衣後1分, 2分, 3分の値を比較しwilcoxonの符号付き順位検定を行った.
 †† $p < 0.01$, † $p < 0.05$: S1とS2, H1とH2でt検定を行った.

図5 着衣順序の比較

た。

以上の結果より、S2の値に注目すると、着衣後1分のS2のLF/HF値は4.0と高く、同じグループで1回目に着用したH1のLF/HF値4.14と同じ程度の高い値を示していた。同時に、S2のHF/TP値はH1と同様に低い値を示しており、これらの値から考え、S2は着衣後1分のとき着衣時の緊張がH1と同じくらい強く残存しており、交感神経が優位な状態にあったと考察された。なお、S2の実験はH1の実験の後に行ったが、図3に示すように着衣前のHRはH1が72.8、S2が71.2で、実験は安静状態を確認して行われている。しかし、HRVスペクトル解析の結果では、着用前のLF/HF値はS2が2.63、H1が2.07、HF/TP値はS2が0.38、H1が0.41で、S2は交感神経が優位の状態にあると考えられた。したがって、S2のHRVスペクトル解析の結果を観察すると、着用前から着衣後を通じて交感神経が優位の傾向がみられ、その理由の一つとして、事前に実施したH1の着衣テストの影響が緊張を残したことも考えられた。

以上より、本実験のように続けて衣服を着衣する場合には、事前に着衣した衣服による生理的負担、特に緊張が残存する場合があると考えられ、H2よりもS2にその傾向がみられた。すなわち、着衣時の生理的負担は着衣順序と関係のあることが示唆され、たとえば、先にかたく伸びにくい服を着脱した場合には、後にやわらかく伸びやすい服を着衣した場合よりも、生理的に緊張感が生じやすいことが推察された。

(3) 着衣順序の違いによる官能評価の差異および着衣所要時間

表4は着衣時の困難性についての官能評価を、S1とH1、S1とS2、H1とH2について比較した結果である。S1とH1についてはすべての項目で有意な違いが認められ（いずれも $p < 0.01$ ）、H1は身体的負担および精神的負担の強いことが明らかになった。次に、着衣順序の影響をみると、同一の編布試験着でありながら、S2はS1に比べ、かたい、つっぱる、窮屈といった項目の得点が低く（ $p < 0.05$ ）、反対にやわらかさの得点が高い結果となった（ $p < 0.05$ ）。違いが明らかであったのはいずれも身体的負担に関する項目で、精神的負担に関する項目の評価は、すべて問題は感じられておらず差はみられなかった。また、各試験着の着衣所要時間を比較すると（表5）、S1とS2の所要時間に有意な違いは認められなかった。

一方、H1とH2の官能評価は、すべての項目に違いが認められなかった。また、H1とH2の着衣所要時間を比較したが、差は認められなかった。さらに、官能評価では違いがみられたS1とH1について着衣所要時間を比較したが、有意な違いはみられなかった。

以上より、着衣順序が着やすさの官能評価に影響したのは、編布試験着の身体的負担の項目のみであり、織布試験着の項目に影響はみられなかった。また、編布試験着の着衣所要時間と官能評価の結果には、関連がみられなかった。

着やすさに関する官能評価は、着衣後1分のLF/HF値と関係が深い（雙田と鳴海2007）、官能評価と

表4 着衣時の困難性についての官能評価

		S1中	H1中		中央値		中央値		
		中央値	中央値		S1	S2	H1	H2	
身体的負担	かたい	1.5	4.0	**	1.5	1.0	*	4.0	4.0
	やわらか	3.5	1.0	**	3.5	4.0	*	1.0	1.0
	つっぱる	2.0	4.0	**	2.0	1.0	*	4.0	4.0
	ゆったり	3.0	1.0	**	3.0	4.0		1.0	1.0
	窮屈	1.5	3.0	**	1.5	1.0	*	3.0	4.0
	楽だ	3.0	1.0	**	3.0	4.0		1.0	1.0
精神的負担	圧迫感	1.0	3.0	**	1.0	1.0		3.0	3.0
	簡単	3.5	2.0	**	3.5	4.0		2.0	2.0
	嫌である	1.0	3.0	**	1.0	1.0		3.0	3.0
	落ち着く	3.0	2.0	**	3.0	3.0		2.0	1.0
	せまい	1.0	4.0	**	1.0	1.0		4.0	3.0
	安心	3.0	2.0	**	3.0	3.0		2.0	1.5

S1とH1, S1とS2, H1とH2の中央値を比較し, wilcoxonの順位和検定を実施した. * $p < 0.05$, ** $P < 0.01$

表5 着衣所要時間

	中央値 (秒)	標準偏差	wilcoxonの順位和検定
S1	21.3	5.99	n. s.
S2	18.7	4.98	
H1	26.0	6.16	n. s.
H2	24.0	4.51	

S1とH1, S1とS2, H1とH2でwilcoxonの順位和検定を実施した.

LF/HFの結果を照合した。まず、身体的負担の評価が低かったH1, H2のLF/HFは、H1が4.14, H2が3.53と高い値であった。反対に着やすいと評価されたS1, S2のLF/HFは、S1は2.87と低かったが、S2は4.0と高い値で、官能評価の結果とは一致しなかった。S2の官能評価結果とHRVスペクトル解析結果が、一致しなかった原因は複数考えられたが、その1つとして、S2の官能評価には事前に着衣したH1の着にくさが影響し、よりやわらかさを感じる回答になったことが考えられた。しかし、S2の着衣後1分のLF/HF値が、H1, H2と同等に高かったこと、しかもその緊張の残存が着にくさとして評価されなかったことについては、今回の実験結果からは明らかにならなかった。その原

因の1つとして、事前に着用したH1による緊張の影響が考えられたが、この点の解明については、実験方法の検討も含めた今後の課題である。

着衣実験は被験者の疲労を考慮するため、実験方法や繰り返し回数に制約を受けることが多い。実際には、試験着の着衣の順序が官能評価とHRVスペクトル解析の両方に影響することが考えられるため、実験結果には、着衣順序を明記する必要がある。また、続けて着衣を行う実験の場合は、HRが平常に戻ったことを確認し次の実験を行うが、実験後HRV解析結果をみると、緊張が高い状態にありLF/HF値が平常より高い場合もある。特に、着衣が困難な衣服を着衣した後は緊張が残ることが考えられるため、生理的・精神的負担の影響がなくなるよう十分な実験間隔をあける配慮が必要といえる。

4. まとめ

伸縮力が大きく着やすい編布試験着と着にくい織布試験着を用いて、着衣順序の影響を確認する実験を行い、HRVスペクトル解析により困難性評価における差異を検討した。その結果、以下のような結果が得られた。

(1) HRVスペクトル解析は、着衣困難性の客観的指標として用いることが有効であった。着衣時の負担は着衣後にも残存し、特に着衣後1分のLF/HFとHF/TPの値に影響した。これらの値のバランスから交感神経系が優位な場合は、着衣時の生理的な負担が大きく着にくい服と判断された。したがって、織布試験着は、編布試験着より交感神経系が優位な状態であったため、着にくい服といえた。

(2) 着衣順序の影響は、官能評価とHRVスペクトル解析の双方にみられた。かたく着にくい織布試験着の次にやわらかく着やすい編布試験着を着衣した場合、官能評価ではよりやわらかく着やすいと感じられ、その評価は先に編布試験着を着衣したときよりも高くなる傾向がみられた。一方、着衣前の心拍変動には事前に着衣した服の影響がみられた。かたく伸びにくい服を着脱し次の服を着衣するとき、かたい衣服の影響が残り、交感神経が優位な状態になる場合があると考えられた。しかし、このような場合でも、官能検査ではよりやわらかく着やすいと評価され、心理的な評価と生理的な負担は一致しなかった。この結果より、着衣実験においては着衣順序を明記することが重要であり、着衣順序を考慮した実験を行う必要性が確認された。

本研究実施にあたり、実験等にご助力いただいた元

東京学芸大学大学院生 畑山真知子さんに感謝申し上げます。

引用文献

- 稲光哲明, 呉 越, 三宅夕美, 久保千春 (2000) 慢性疲労症候群にみられる自律神経機能異常-起立試験と心拍変動スペクトル解析による検討-, 米子医学雑誌, 51(6), 244-250.
- 石垣理子, 猪又美栄子 (2007) 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, 569-577.
- 金井博幸, 石澤広明, 西松豊典, 宮坂広夫 (2007), 嗜好性と自律神経活動に及ぼす家庭用柔軟仕上げ剤の香りの影響, *Journal of Textile Engineering*, 53(1), 37-41.
- 片岡秋子, 北川裕子, 渡邊憲子, 榊原久孝 (2000) 足部マッサージと腹式呼吸併用の生理的効果, 日本看護医療学会雑誌, 2(1), 17-24.
- 加藤雪枝 (2006) 衣服の模様が及ぼす心理的・生理的影響-SD法, 脳波, 心電による解析- 日本家政学会誌, 57, 543-553.
- Kawaguchi, T., Uyama, O., Konishi, M., Nishiyama, T., and Iida T. (2001) Orthostatic hypotension in elderly persons during passive standing: A comparison with young persons, *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES*, 56(5), 273-280.
- 松平光男, 高野成子, 麻生典雄 (1999) 心拍変動スペクトル解析によるパジャマの着用快適感に関する検討, 織消誌, 40(2), 115-119.
- Miyatsuji, A., Matsumoto, T., Mitarai, S., Kotabe, T., Takeshima, T., and Watanuki, S. (2002) Effects of clothing pressure caused by different types of brassieres on autonomic nervous system activity evaluated by heart rate variability power spectral analysis, *J. Physiol. Anthropol.*, 21(1), 67-74.
- 本岡正彦, 小池弘人, 南出正樹, 鈴木忠, 小坂橋喜久代 (2002) 犬による動物介在療法の生理的効果と運動療法への応用の可能性, 看護学雑誌, 第66巻(4), 360-367.
- 長山芳子, 中村正, 林田嘉朗, 大村実, 井上尚英 (1995) 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, 68-73.
- 大森桂, 古泉佳代, 鈴木智恵美, 金子佳代子 (2008) 3次元加速度と心拍数による日常生活のエネルギー消費量の推定, 日本家政学会誌, 59, 221-229.
- 佐藤貴美枝 (2003) やさしいベーシックスタイルニットソーイング, (株)雄鶏社, 18-21.
- 佐藤都也子 (2006), 健康な成人女性におけるハンドマッサージの自律神経活動および気分への影響, *Yamanashi Nursing Journal*, 第4巻(2), 25-32.
- 清水祐子, 佐藤みつ子, 永澤悦伸, 小森貞嘉 (2001) 仰臥位足浴による心臓自律神経活動の変化-若年健康女性を対象に-, 山梨医大紀要, 第18巻, 31-34.
- 雙田珠己, 鳴海多恵子 (2007) 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, 91-98.
- 谷 明博, 鍵谷俊文, 堀 正二 (1992) 心拍変動のスペクトル解析による自律神経機能評価, *CLINICIAN*, No.416, 1071-1077.
- 山元健太, 高橋康輝, 吉岡 哲, 小野寺 昇, 宮地元彦 (2001) 持久的トレーニングに伴う安静時徐脈と自律神経系調節との関係, 体力科学, 50, 613-624.
- Yang, T.F., Chan, R.C., Kao, C.L., Chiu, J.W., Liu, T.J., Kao, N.T., and Kuo, T.B.J. (2002) Power spectrum analysis of heart rate variability for Cerebral Palsy patients, *Am.J.Phys.Med.Rehabit.*, 81(5), 350-354.
- 吉武康栄 (2003) 生体信号処理のレシピ, 大分看護科学研究, 4(1), 27-32.