

|         |   |
|---------|---|
| 氏名（本籍）  | でんぼうや あやの<br>傳法谷 郁乃（北海道）                                  |
| 学位の種類   | 博士（被服環境学）   |
| 学位記番号   | 博甲第49号  |
| 学位授与年月日 | 平成28年3月11日  |
| 学位授与の要件 | 学位規程第5条第1項該当  |
| 論文題目    | 下肢の局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響<br>—圧利用のアパレル設計に向けた基礎研究—      |
| 論文審査委員  | （主査） 教授 田村 照子<br>教授 小柴 朋子<br>准教授 柚本 玲<br>教授 平田 耕造（神戸女子大学） |

## 論文内容の要旨

本研究は、快適な圧利用アパレル設計のための基礎研究として、下肢への局所圧迫の、圧迫部位及び圧迫強度が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響を、姿勢・運動変化の伴う静水圧及び下肢筋ポンプ作用との関係において明らかにするとともに、市販圧利用アパレル設計の現状を着用用途別に捉え、圧力設計上の課題を抽出し、圧力設計の指標を確立することを目的とするものである。

本論文は7章より構成され、各章の概要は以下の通りである。

第1章「序論」では、本研究の目的、本研究に関する文献的背景及び本論文の構成について記述した。近年、弾性ストッキングやタイツなど、衣服を着用することによって生じる圧力（衣服圧）を利用し、身体機能の向上をうたったアパレル製品（以下、圧利用アパレルと略す）が市場に出回っている。圧利用アパレルは、血流促進、疲労やむくみの軽減、運動効果の向上や筋活動の低減、振動抑制などの着用効果が期待され、日常用や運動用、睡眠用など、様々な場面で着用されている。機能的かつ快適性をもたらす圧利用アパレルを設計するためには、圧を加える部位や強度、圧迫面積それぞれが生体へ与える影響を詳細に捉える必要があり、これについては数多くの報告がなされている。しかし、局所圧迫が生体へ及ぼす影響について、姿勢の違いによる静水圧の変化、及び運動に伴う筋ポンプ作用との関係性に着目し、筋血流動態を指標として調査した研究は見当たらない。

そこで本研究では、圧迫面積を統一し、圧迫部位及び圧迫強度が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響を検討すると共に、仰臥位、仰臥位から体位変換後の立位（以下、立位1と略す）、軽運動時（以下、運動と略す）、及び運動後の立位（以下、立位2と略す）における下肢への局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響を明らかにし、圧影響に及ぼす姿勢・運動の効果を検討しようと考えた。また、市販されている下肢用アパレルの衣服圧の現状を調査することで、圧利用アパレル設計上の課題を抽出し、圧力の設計指標を確立しようとした。

第2章「仰臥位における下肢への局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響」では、仰臥位安静時における下肢局所圧迫の影響を明らかにするため、仰臥位安静を保持させた健康な成人女性5名に、カフなし、または幅13 cmの血圧計用カフを用いて、大腿最大囲、大腿中央囲、膝上囲、膝囲、下腿最大囲のいずれかの部位を10、15、20 mmHg各強度で15分間圧迫した。測定項目は、腓腹筋血流動態（組織酸素化血液量：OxyHb、組織脱酸素化血液量：DeoxyHb、組織全血液量：TotalHb、組織酸素飽和度：StO<sub>2</sub>）、下腿部・足母指の皮膚血流量及び皮膚温、圧迫感、むくみ感である。圧迫強度と圧迫部位を要因とする分散分析及び多重比較検定を行い以下の結果を得た。

仰臥位時、下肢への局所圧迫により、腓腹筋 DeoxyHb 及び TotalHb は増加、StO<sub>2</sub> は減少し、20 mmHg 圧迫でいずれも有意に変化した。DeoxyHb は、膝囲及び大腿最大囲圧迫時に最も影響が大きく、大腿中央囲及び下腿最大囲では中程度、膝上囲では影響は小さく、膝囲及び大腿最大囲を15、20 mmHg で圧迫すると有意に増加した。また、15、20 mmHg 圧迫で、下腿部皮膚血流量は減少、下腿部皮膚温は低下し、圧迫感は有意に増加した。むくみ感は膝囲圧迫時に最も大きく、大腿最大囲圧迫時に小さいことが示された。

これらの結果から、仰臥位においては15～20 mmHg以上の局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に影響を及ぼすことが明らかとなり、特に膝囲及び大腿最大囲への圧迫強度の設計には注意する必要があることが示唆された。

第3章「立位における下肢への局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響」では、仰臥位から立位へと体位変換を行った時の立位安静、並びに運動後の立位安静における下肢局所圧迫の影響を明らかにするため、健康な成人女性7名を対象に、仰臥位安静後、10分間の座位安静を保持させ、その後下肢に局所圧迫を加えて20分間の立位安静（立位1）、20分間の軽運動（運動）、再び10分間の立位安静（立位2）を保たせるという一連の体位・運動変換を行わせた。圧迫部位は、膝上囲（大腿）、膝囲（膝）、下腿最大囲（下腿）の3ヶ所、圧迫強度は、血圧計用のカフを下肢に巻いて圧を加えない状態0 mmHg、及びカフ内圧を20、40 mmHgに調整した3条件とした。測定項目は、腓腹筋血流動態（OxyHb、DeoxyHb、TotalHb、StO<sub>2</sub>）、大腿部・下腿部・足母指の皮膚血流量及び皮膚温、圧迫感、むくみ感である。

結果として立位1では、体位を仰臥位から座位、立位に変換することにより、時間経過と共に腓腹筋 OxyHb の減少、DeoxyHb 及び TotalHb の増加が引き起こされ、StO<sub>2</sub> は低下した。20分間の立位保持では静水圧の影響が大きく、圧迫部位及び圧迫強度の影響は認められなかった。静水圧により下肢の静脈内圧を高め、静脈血を貯留させたため、静脈還流量の低下が引き起こされ、腓腹筋 OxyHb は減少、DeoxyHb 及び TotalHb を増大させ、StO<sub>2</sub> は低下したと考えられる。皮膚血流量及び皮膚温は、大腿部・下腿部で低下、足母指では上昇傾向を示したが、圧迫強度及び圧迫部位各条件間で有意差は認められなかった。

一方、運動後の立位2では姿勢保持によって、腓腹筋 OxyHb、DeoxyHb 及び TotalHb いずれも増加し、StO<sub>2</sub> は低下した。圧迫強度の影響として、DeoxyHb は、20 mmHg と比較して40 mmHg 圧迫で有意に増加し、母指皮膚温は有意に低下した。このことから、立位2においては、運動中の下肢筋ポンプ作用によって下肢筋へ供給された酸素が、運動停止後も保持されて OxyHb は増加するが、筋ポンプ作用停止と共に再び静水圧の影響が優位となり、静脈還流量低下を引き起こしたため、DeoxyHb 及び TotalHb が増加し、StO<sub>2</sub> は低下したも

のと考えられる。立位 2 においても圧迫部位の違いによる筋・皮膚血流動態への影響は認められず、40 mmHg 以上の圧迫が筋・皮膚血流動態に影響を及ぼすことが示された。

圧迫感については、立位 1、立位 2、いずれにおいてもすべての圧迫強度条件間に有意差が認められ、圧迫強度が大きくなると共に圧迫感は増加した。むくみ感は、0 mmHg と比較して 40 mmHg 圧迫で有意に増加し、大腿圧迫時に大きく、膝・下腿圧迫時に小さい傾向が示され、圧力設計時の心理的快適性として配慮すべき結果と考えられる。

第 4 章「軽運動時における下肢への局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響」では、第 3 章で実施した実験結果のうち、20 分間の運動時の結果について検討を行い、以下の結果を得た。

立位 1 から運動に移行すると、OxyHb は増加、DeoxyHb 及び TotalHb は減少し、StO<sub>2</sub> は上昇した。立位 1 で下肢に貯留した静脈血が運動に伴う筋ポンプ作用により心臓へと戻り、DeoxyHb は大きく減少し、代謝が亢進したことで新たな動脈血の流入に伴い OxyHb は増加し、StO<sub>2</sub> は上昇したものと考えられる。この時圧迫部位及び圧迫強度の影響は認められなかった。皮膚血流量はいずれの測定部位においても運動により有意に増大し、皮膚温は、大腿部及び母指では低下、下腿部は下降から上昇に転じたが、ここでも圧迫強度及び圧迫部位各条件間の有意差は認められなかった。

運動時の圧迫感は、立位 1 及び立位 2 と同様に、いずれもすべての圧迫強度条件間に有意差が認められ、圧迫強度が大きくなると共に圧迫感は有意に増加した。むくみ感は、40 mmHg 圧迫で増加傾向を示したが、立位 1 及び立位 2 と比較して小さい傾向を示し、筋ポンプ作用による下肢の DeoxyHb 減少及び StO<sub>2</sub> 上昇が、むくみ解消に寄与したと考えられる。運動中は、いずれの部位・強度の下肢圧迫においても筋ポンプ作用が優位となることが示唆された。

第 5 章「膝への圧迫強度が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響」では、圧迫強度の影響を更に詳細に明らかにすることを目的として、圧迫対象を膝に限定し、第 2 章から第 4 章と同様のプロトコール実験を行い、筋・皮膚血流動態及び心理反応について調査した。被験者は健康な成人女性 8 名、圧迫強度は、第 3、4 章の条件 0、20、40 mmHg に 10、30 mmHg を加えた計 5 条件とし、立位 1、運動、立位 2、それぞれ最後の 5 分間の値を比較し、第 2 章から第 4 章で得られた結果を踏まえて考察を行った。

圧迫強度について分散分析及び多重比較検定を行った結果、膝圧迫時は、立位 1、運動、立位 2 いずれについても腓腹筋 DeoxyHb、圧迫感及びむくみ感に有意な影響が認められた。DeoxyHb は、0 mmHg と比較して 10、20 mmHg 圧迫で減少し、30、40 mmHg 圧迫で増加する結果となり、膝への圧迫は 30 mmHg 以上で筋血流動態に影響することが示唆された。DeoxyHb の増加の程度は、立位 1 が最も大きく、立位 2、運動、仰臥位の順で小さい結果となったが、仰臥位時の膝圧迫では、DeoxyHb が 15 mmHg 以上で有意に増加したことから、静水圧の影響の有無によって、下肢への圧に対する限界値は異なることが示された。

圧迫感は、20 mmHg 以上で有意に増加した。立位 1、運動、立位 2 それぞれの圧迫感は同程度であったが、仰臥位と比較して圧を弱く感じることを示され、このことは平田ら (1987) の報告と一致した。むくみ感は、運動及び立位 2 において、10 mmHg 圧迫時に最も小さく、圧迫強度が大きくなるにつれて増加し、DeoxyHb の変化と近似傾向であった。

これらの結果から、膝への圧迫強度の影響は、腓腹筋血流動態及び心理反応に影響を及ぼ

し、立位・運動時の膝への圧力設計を 10 mmHg 程度にすることで、生理・心理的快適性に寄与することが示唆された。

前章までの結果を総合すると、大腿及び下腿圧迫について、腓腹筋 DeoxyHb は、大腿圧迫時の立位 1、運動、立位 2 及び下腿圧迫時の立位 2 において、20 mmHg と比較して 40 mmHg 圧迫で増加傾向を示した。大腿及び下腿圧迫時の圧迫感は、立位 1、運動、立位 2 いずれも圧迫強度の増加と共に増加し、40 mmHg で有意に増加した。また、むくみ感は、立位 1、運動、立位 2 において圧迫強度の増加と共に増加傾向を示した。大腿圧迫時の圧迫感及びむくみ感は、膝・下腿圧迫時と比較して大きいことが示された。

これらの結果から、立位・運動時の大腿及び下腿の圧限界値は 40 mmHg 未満、膝では 30 mmHg 未満であり、大腿及び下腿の圧適正值は 20 mmHg 以下、膝では 10mmHg 程度であることが示唆された。特に圧に対して敏感とされる大腿部の圧力設計については、心理的快適性を考慮に入れる必要があると考える。

第 6 章「市販アパレルの圧力設計の現状と課題」では、市販下肢用アパレル計 25 着（レギンス・ストッキング類 16（内、普段用 12、医療用 4）、睡眠用トレンカ 3、膝下丈ソックス 5、膝サポーター 1）の衣服圧を、成人女性の骨格・筋内蔵可動型下半身ソフトボディマネキンを用いて測定し、アイテム・用途別に衣服圧の現状を把握した。また、市販下肢用アパレルの衣服圧と、第 5 章で得られた局所圧迫における筋・皮膚血流動態及び心理反応との関係性について考察を行った。

測定の結果、レギンス・ストッキング類では、製品それぞれ圧力設計は異なるが、いずれの製品も 20 mmHg 未満に設計されており、生理・心理的な影響においては許容範囲内の圧力設計であると考えられる。通常、医療用の下肢用アパレルは強めの圧力設計がなされているが、中には普段用でも医療用より下腿部や大腿部に局所的に強い圧がかけられる設計の製品も存在した。一方で、医療用だが普段用より弱い圧力設計の製品も販売されており、一部の製品では適した着用効果が期待されないことが示唆された。

睡眠用トレンカは、いずれの部位においても 15 mmHg 未満に設計されており、本研究で得られた仰臥位時の筋・皮膚血流動態に影響を及ぼした 15~20 mmHg より弱い圧力設計であることが確認された。膝下丈ソックス及び膝サポーターは、レギンス・ストッキング類に比べて強い圧力設計がなされていた。膝サポーターでは、膝に 15 mmHg 以上の圧がかけられており、着用したまま寝るなどの従来の用途から外れた着用方法は避けるべきであると考えられる。これらの結果から、現行の市販下肢用アパレルは、生理・心理的に許容範囲内の圧力設計ではあるが、着用用途を守り、適切な着用方法や注意喚起を促す必要があると考える。

第 7 章「総括」では、各章のまとめ及び本研究の結論を述べ、圧利用のアパレル設計における今後の課題及び展望を記述した。

本論文は、圧利用アパレルの着用効果や着用場面の多様化を背景とし、より快適な圧利用アパレル設計を行うための基礎研究と位置付け、下肢用の圧利用アパレルに焦点を絞り、圧迫部位及び圧迫強度、姿勢及び運動、筋・皮膚血流動態及び心理反応について、被験者実験を行った。また、市販の下肢用アパレルの衣服圧を測定し、圧利用アパレルの現状と今後の課題について検討した。その結果、圧迫強度及び圧迫部位の影響は、静水圧の有無、筋ポン

プ作用時、それぞれ異なることが明らかとなり、腓腹筋 DeoxyHb に影響することが示された。圧の限界値（適正值）としては、仰臥位では 15～20 mmHg（15 mmHg 未満）、立位時では 30～40 mmHg（10～20 mmHg）であると考えられ、運動時は筋ポンプ作用によって圧の影響が相殺されることが示唆された。現今の市販下肢用アパレルは、一部着用用途から外れた圧力設計がなされており、圧利用アパレルの設計における設計指針が早期に必要なものであると考える。今後は、本研究で得られた結果を基礎として、更に圧迫面積、圧迫部位の組み合わせ効果や衣服素材など他の要因について、衣服圧の影響を検討し、機能的かつ快適性を付与する圧利用のアパレル設計に向けた研究が求められる。

## 論文審査結果の要旨

本論文は、「下肢の局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響—圧利用のアパレル設計に向けた基礎研究—」と題するもので、全 6 章により構成されている。

第 1 章「序論」では、本研究の社会的背景と文献的背景が精査され、本論文の目的と構成について記述されている。すなわち、近年コンプレッションアパレルといわれる衣服圧利用のアパレル製品が市場に出回り、その着用効果として血流促進、疲労やむくみの軽減、運動効果の向上や筋活動の低減、振動抑制、自律神経系への影響などがうたわれているが、衣服圧を加える部位や強度、圧迫面積等が生体へ与える影響に基づく実証研究は少ないこと、さらに局所圧迫が皮膚・筋血流動態に及ぼす影響を姿勢・動作との関連について調査した研究は見当たらないことが指摘され、本研究では、衣服圧が皮膚・筋血流動態並びに心理反応に及ぼす影響を、姿勢、軽度運動別に検討し、その結果を踏まえた市販圧利用アパレルの指針と設計上の課題を抽出することが目的とされている。

第 2 章「仰臥位における下肢への局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響」では、下半身に静水圧がかからない姿勢、すなわち仰臥位安静時における下肢局所圧迫実験が、健康な成人女性 5 名を対象に実施されている。圧迫には血圧測定用のカフが使用され、大腿最大囲、大腿中央囲、膝上囲、膝囲、下腿最大囲のいずれかを、カフなし、カフ内圧 10、15、20 mmHg の各強度で 15 分間加圧、その間の腓腹筋血流動態（組織酸素化血液量：以下 OxyHb、組織脱酸素化血液量：以下 DeoxyHb、組織全血液量：以下 TotalHb、組織酸素飽和度：以下 StO<sub>2</sub>）、下腿部・足母指の皮膚血流量及び皮膚温、圧迫感並びにむくみ感が測定されている。圧迫部位と圧迫強度を要因とする分散分析の結果、いずれの要因においても有意性が認められ、加圧により腓腹筋 DeoxyHb 及び TotalHb は増加し、StO<sub>2</sub> は減少、その程度は、膝囲及び大腿最大囲圧迫時に最も増加し、大腿中央囲及び下腿最大囲では中程度、膝上囲では影響は少ないこと、また 15～20mmHg 以上の膝囲圧迫は、下腿部皮膚血流量、皮膚温を低下させ、圧迫感・むくみ感を増加させる等の結果が得られている。これにより就寝用など仰臥位で着用されるコンプレッションアパレルの設計では 15mmHg 以下の局所圧迫を許容限界とし、特に膝囲及び大腿最大囲への圧力設計には十分注意する必要があることが結論付けられている。

第 3 章「立位における下肢への局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響」では、2 つの立位条件における局所圧迫の影響が健康な成人女性 7 名を対象に検討されてい

る。すなわち、仰臥位から立位へと体位変換を行った時の立位安静時（立位 1）、並びに運動後の立位安静時（立位 2）で、以下の実験では、仰臥位安静後 10 分間の座位安静を保持させ、その後下肢に局所圧迫を加えて 20 分間の立位安静、20 分間の軽度運動、再び 10 分間の立位安静を保たせるという一連の体位・運動変換行わせている。この間の圧迫条件として、カフによる加圧強度は、0、20、40mmHg の 3 条件、圧迫部位は、大腿、膝、下腿の 3 部位とし。腓腹筋血流動態（OxyHb、DeoxyHb、TotalHb StO<sub>2</sub>）、大腿部・下腿部・足母指の皮膚血流量、皮膚温、圧迫感、むくみ感が測定されている。結果、立位 1 では、時間経過と共に腓腹筋 OxyHb の減少 DeoxyHb、及び TotalHb の増加、StO<sub>2</sub> の低下がみられ、これは下肢の静水圧増加により、静脈還流量が低下し、下肢への静脈血を貯留させたためと考察されているが、いずれの測定項目においても圧迫部位及び圧迫強度の有意な影響は認められていない。一方立位 2 では、姿勢保持によって、腓腹筋 OxyHb、DeoxyHb 及び TotalHb はいずれも増加、StO<sub>2</sub> は低下し、これは運動中下肢筋ポンプ作用による下肢への酸素供給で、運動後も OxyHb は腓腹筋内で保持されるが、筋ポンプ作用が停止すると再び静水圧の影響が有意となり、静脈還流量の低下を引き起こしたためと考察されている。圧迫強度の影響としては、40mmHg 圧迫により DeoxyHb が有意に増加、StO<sub>2</sub> が低下するとともに、大腿圧迫時、大腿部皮膚血流量及び皮膚温が、圧迫強度に伴い低下する傾向が示され、圧迫強度が筋・表在の血流動態に影響を及ぼすことが示唆されている。さらに圧迫感、むくみ感等心理的影響は圧迫強度と共に増加することもとらえられている。

第 4 章「軽運動時における下肢への局所圧迫が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響」では、第 3 章で実施した実験結果のうち、20 分間の軽度運動時の結果について検討されている。結果、立位から運動へ移行すると、OxyHb は有意に増加し、DeoxyHb 及び TotalHb は減少し、StO<sub>2</sub> は上昇した。立位 1 で静水圧の影響により下肢に貯留した DeoxyHb 及び TotalHb を、運動時は、下肢筋ポンプ作用によって心臓へと戻し、静脈還流量を上昇させ、その結果、新たな動脈血の流入に伴う OxyHb の増加を促したものと考えられる。これに伴い、皮膚の表在血流は有意に増加し皮膚温も上昇しているが、いずれも圧迫部位・強度の影響は認められていない。一方、圧迫感は強度の増大とともに増加、むくみ感は低下している。むくみ感が低値を示した理由としては、下肢の静脈還流量上昇及び StO<sub>2</sub> の増加が、むくみ解消に寄与したと考察されている。すなわち、運動中の圧迫は、いずれの部位・強度の圧迫においても筋ポンプ作用の影響が強く相対的に圧迫の影響が抑制されることが示唆されている。

第 5 章「膝への圧迫強度が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響」では、圧迫対象を膝に絞り、0、10、20、30、40 mmHg 計 5 条件の衣服圧が筋・皮膚血流動態及び心理反応に及ぼす影響が健康な成人女性 8 名を被験者として調査されている。立位 1、立位 2、運動時の各最後の 5 分間の値について、測定部位と圧迫強度を要因とする分散分析と多重比較を行った結果、筋血流中の DeoxyHb の増加は立位 1、立位 2、運動、仰臥位の順に大きいが、下肢圧迫の影響は姿勢によって異なること、したがって、衣服圧の適正值並びに許容限界値も姿勢によって異なり、仰臥位では適正值 15mmHg 以下、限界値 15~20mmHg、立位時は適正值 10~20mmHg、限界値 30~40mmHg と結論付けられている。

第 6 章「市販アパレルの圧力設計の現状と課題」では、市販アパレル計 25 種の衣服圧が、田村ら開発のソフトボディマネキンを用いて測定された結果、レギンス・ストッキング・タイツでは、大腿囲の衣服圧は 10 hPa 以内、膝囲は 15 hPa、下腿囲は 15~25 hPa と、下腿囲の圧力設計には製品によるばらつきが示されている。普段・運動用レギンスの中には、大

腿最大囲に 20 hPa 以上かかる製品が存在したが、睡眠用トレンカでは、いずれの測定部位も 20 hPa 未満と、本研究における仰臥位時の筋・皮膚血流動態に影響を及ぼした 15~20 mmHg (20~26.7 hPa) より弱い圧力設計が施されていることが確認されている。膝下丈ソックスは、下腿囲に 25 hPa、サッカーソックスでは 30 hPa 程度の圧力が加わり、強めの設計であった。膝サポーターの衣服圧は 25 hPa 程度であったが、自己調節型膝サポーターでは、立位時における膝への圧迫感が生じにくいという今回の結果から、許容値以上の強い圧が膝へかけられること等の課題が考察されている。

第 7 章「総括」では、各章のまとめ及び本研究の結論を述べ、圧利用のアパレル設計における今後の課題及び展望が記述されている。

以上、本研究では、ポリウレタン繊維の驚異的な伸長弾性を利用した各種コンプレッションアパレルが下着、日常着からスポーツウエア、レッグウエアなどに多用され、しかもその着用効果が血流促進、疲労やむくみの軽減、運動効果の向上、筋活動の低減、振動抑制、自律神経系の亢進など、健康との関連で謳われる現状に鑑み、その設計上もっとも重要な衣服圧が人体、特に直接的な影響が及ぶ皮膚および筋内の血流動態と心理反応に及ぼす影響を定量的に把握するための実験が実施された。圧迫面積を統一した際の、下肢の圧迫部位及び圧迫強度の影響が、仰臥位、仰臥位から体位変換後の立位、軽度運動時及び軽度運動後の立位の条件別に精査・分析・考察され、結果として、部位により圧迫の影響が特異的であること、圧迫強度の影響は姿勢すなわち生体内の静水圧分布と運動に伴う筋ポンプ作用の影響下であり、圧の許容限界、最適圧等の設定には姿勢や運動への配慮が不可欠であること、圧迫感やむくみ感は圧迫強度を反映するが、部位によっては心理的最適圧の存在があること、さらに市販コンプレッションアパレルの衣服圧分布の現状と課題の発見等、本研究を通して得られたコンプレッションアパレル設計上の知見・指針は極めて貴重であり、当該研究分野の論理的見地並びに実証的見地から見て十分な新規性・創造性が認められ、その被服環境学への貢献が大きい。よって本論文は博士(被服環境学)の学位に相当する論文であると判断された。