

## 段階的弾性タイツ着用が自転車運動中の末梢血行動態に及ぼす影響 —運動体位の相違による検討—

村瀬 訓生<sup>1</sup> 大澤 拓也<sup>1</sup> 藤岡 正子<sup>1</sup> 江崎 和希<sup>1</sup> 下村 浩祐<sup>1</sup> 木目良太郎<sup>1</sup>  
長田 卓也<sup>1</sup> 真田亜希子<sup>2</sup> 三浦 隆<sup>2</sup> 岩崙 徹治<sup>2</sup> 勝村 俊仁<sup>1</sup>

**要 旨**：段階的弾性タイツ (GCT) が筋酸素動態に及ぼす影響について検討した。成人男性 14 名に直立姿勢および座位姿勢による自転車エルゴメータ運動を GCT 着用, 非着用にて実施させた。外側広筋 (VL) および腓腹筋外側頭 (GL) の酸素飽和度 (TOI) を近赤外空間分解分光法にて測定した。直立姿勢では GL の TOI は中等度以下の運動にて GCT 着用時に有意に高値を示した。GCT 着用は中等度以下の運動時における下腿筋酸素飽和度を増加させることが示唆された。

(J Jpn Coll Angiol, 2010, 50: 467–473)

**Key words**: graded compression tights, near infrared spectroscopy, tissue oxygenation index, bicycle ergometer

### 序 言

従来, 下肢静脈瘤やリンパ浮腫の治療<sup>1)</sup>および術後の深部静脈血栓症予防<sup>2)</sup>などを目的として弾性ストッキングやタイツが使用されてきた。近年では, 健常者において下肢の静脈鬱滞の予防や運動中の静脈還流の促進を目的として, 弾性タイツやストッキングが利用され始めている。

下肢静脈瘤や下肢静脈血栓症などの静脈疾患患者を対象に, 安静時に弾性ストッキングを着用した場合の影響を検討した研究では, 弾性ストッキング着用により下肢における血液貯留を軽減させたと報告されている<sup>3,4)</sup>。また, 運動中に弾性ストッキングを着用した場合の影響を検討した研究では, 歩行中における下肢静脈の鬱滞が抑制されたと報告されており<sup>3,5)</sup>, 静脈疾患患者では, 安静時および運動中に静脈還流を促進することが示されている。一方, 健常者を対象とした研究では, 安静時に弾性ストッキングを着用することにより下肢における血液貯留を軽減させたと報告されている<sup>6,7)</sup>が, 低速度の走行中においてエネルギー消費量が減少したとする報告<sup>8)</sup>や, 回復期の乳酸濃度が低下したとする報告<sup>9)</sup>はあるもの

の, 最大酸素摂取量には有意差がなかったとする報告<sup>10)</sup>や走行後の酸素摂取量, 心拍数, 乳酸値に差がなかったとする報告<sup>11)</sup>があるなど, 健常者が運動中に弾性ストッキングを着用した場合の影響についての報告では一定の見解が得られていない。また, 健常者を対象として, 筋疲労の軽減<sup>12)</sup>や静脈コンプライアンスの向上などの報告はあるが, 運動中の筋酸素動態や運動中の体位の影響について検討したものはない。

そこで, 本研究では段階的弾性タイツ (GCT) 着用による下肢圧迫が自転車運動中の酸素摂取量や心拍数などの呼吸循環動態に及ぼす影響および活動筋における筋酸素動態に及ぼす影響について, 体位の影響を含めて検討することを目的とした。

### 対象と方法

対象は健康な成人男性 14 名であり, 年齢 33±7 歳, 身長 174.4±5.2 cm, 体重 67.5±9.6 kg (平均値±標準偏差)であった。研究内容に関しては, 事前に東京医科大学倫理委員会の承認 (承認番号 863) を得ており, 対象者に対しては書面および口頭にて研究の目的, 内容, 危険性などを十分に説明し同意を得た。GCT は, アルケア (株) 製の

<sup>1</sup>東京医科大学健康増進スポーツ医学講座

<sup>2</sup>アルケア株式会社医工学研究所

2009 年 4 月 14 日受付 2009 年 9 月 15 日受理

**Table 1** Compression pressure of tights at rest and during exercise

	Upright		Recumbent	
	rest	exercise	rest	exercise
Ankle (mmHg)	22.6 ± 8.0	21.6 ± 5.6	23.5 ± 5.7	23.4 ± 4.8
GL (mmHg)	24.0 ± 3.9	21.2 ± 3.7	21.2 ± 3.4	20.4 ± 4.4
GM (mmHg)	23.5 ± 9.8	21.3 ± 8.2	19.0 ± 4.0	19.5 ± 3.9
VL (mmHg)	9.4 ± 2.4 <sup>a,b,c</sup>	10.8 ± 2.0 <sup>a,b,c</sup>	8.9 ± 2.0 <sup>a,b,c</sup>	11.3 ± 2.3 <sup>a,b,c</sup>
VM (mmHg)	9.6 ± 3.7 <sup>a,b,c</sup>	9.8 ± 2.1 <sup>a,b,c</sup>	8.9 ± 2.3 <sup>a,b,c</sup>	11.7 ± 1.7 <sup>a,b,c</sup>

GL, gastrocnemius lateral head; GM, gastrocnemius medial head; VL, vastuslateralis; VM, vastusmedialis. Values are mean ± SD. <sup>a</sup> p<0.001 v.s Ankle, <sup>b</sup> p<0.001 v.s GM, <sup>c</sup> p<0.001 v.s VM.

CG TIGHTS EX 33 を使用した。このタイツの特徴は、足関節部の着圧が最も高く、下腿部、大腿部にかけて段階的に着圧が減少することである。使用するタイツのサイズは、身長、足首周径、ウエストより決定した。

### 1. 運動負荷試験

運動負荷試験は、自転車エルゴメータを使用して、直立姿勢にて疲労困憊に至るまで実施した(Ex1)。Ex1 の運動のプロトコールは安静(Rest)1分、0 W でのウォーミングアップ(WU)1分の後、毎分 20 W ずつ負荷強度(WR)が増加するランプ法を使用し、タイツ着用条件(T 条件)、およびタイツ非着用条件(C 条件)にて実施した。また、対象者のうち 11 名(年齢 33±7 歳、身長 170.4±5.2 cm、体重 65.6±7.6 kg)はリカンベント(座位)姿勢での多段階式自転車ペダリング運動を T 条件および C 条件にて実施した(Ex2)。Ex2 の運動のプロトコールは安静 1 分の後、3 分ごとに運動強度が増加する多段階式とし、運動強度は Ex1 の症候限界時の強度に対する 20%、40%、60% 強度の 3 段階とし、その後、0 W でのペダリングを 5 分間行った。運動時における上体の動揺を抑制するため、被験者の上体は約 60 度に傾けたベンチにベルトにて固定した。Ex1、Ex2 における T 条件、C 条件の 4 試験は、1 週間以上の間隔をあげ、対象者ごとに T 条件、C 条件の測定の間隔はランダムに行った。

### 2. 測定項目

代謝測定器(AE300S, ミナト医科学)を用いて breath-by-breath 法により分時換気量( $\dot{V}E$ )、酸素摂取量( $\dot{V}O_2$ )、二酸化炭素排出量( $\dot{V}CO_2$ )を連続的に測定し、V-slope 法により無酸素性作業閾値(AT; anaerobic threshold)を算出した。さらに、AT 時および Peak 時の酸素摂取量を計測した。心拍数(HR)は 12 誘導心電図の RR 間隔より算出した。

また、近赤外分光装置(NIRO-200, 浜松ホトニクス)を用いて、酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)、脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)、総ヘモグロビン(total-Hb)の変化および近赤外空間分解法(NIR<sub>SRS</sub>)により活動筋の組織酸素化指数(TOI; tissue oxygenation index)を連続的に測定した。空間分解法とは、反射光強度の空間分布を測定し、その傾きから吸収係数の絶対値を求める方式であり、百分率で表される<sup>13, 14)</sup>。本研究で使用した機器は、プローブの光源部より 3 波長の光(775, 810, 850 nm)を照射するものであり、測定後 2 Hz で平均化した。測定用プローブは右外側広筋(VL)、右腓腹筋外側頭(GL)の各筋腹に固定した。またプローブの光源部と受光部の間隔は 4 cm であり、理論上の測定深度は約 2 cm である。

さらに、T 条件では、圧力測定器(AMI3037-10, エイムアイ・テクノ)を用いてタイツが外部から脚部に与える圧力(着圧)を測定した。直径約 3 cm の円形のエアパックを左脚の外側広筋(VL)、内側広筋(VM)、腓腹筋外側頭(GL)、腓腹筋内側頭(GM)の各筋腹上および足関節外側(AK)に固定し、エアパックから押し出される空気圧を計測した。なお、VL および GL においては、圧力センサーと NIR<sub>SRS</sub> のプローブは左右対称の位置に装着した。

### 3. 統計解析

統計解析は SPSS Ver.16 を用いた。着圧の比較には分散分析を用いた。T 条件と C 条件の比較では二元配置分散分析を実施し、交互作用または主効果が認められた場合に、多重比較検定として Bonferroni 法を用いた。有意水準は 5%未満とし、測定値は平均値 ± 標準誤差で表した。

## 結 果

安静時および運動中におけるタイツの着圧を Table 1 に示す。Ex1(直立)および Ex2(座位)ともに、足関節部および

**Table 2** Work rate, heart rate, and respiratory gas parameters during upright bicycle ergometer exercise

		With GCT	Without GCT	p value
Work rate (watts)	AT	135.8 ± 9.9	135.0 ± 10.1	0.904
	Peak	234.6 ± 10.2	233.7 ± 8.9	
Heat rate (bpm)	AT	136.6 ± 5.6	136.1 ± 6.5	0.726
	Peak	185.7 ± 2.6	184.0 ± 3.4	
$\dot{V}O_2$ (ml/min)	AT	1557.6 ± 144.9	1452.0 ± 120.6	0.936
	Peak	3056.5 ± 133.4	3142.1 ± 187.0	
$\dot{V}CO_2$ (ml/min)	AT	1435.7 ± 137.8	1273.1 ± 110.5	0.526
	Peak	3602.8 ± 141.4	3582.1 ± 179.2	
VE (l/min)	AT	40.8 ± 3.4	34.2 ± 2.5	0.057
	Peak	122.4 ± 4.4	114.3 ± 7.2	

Values are mean ± SE.

GCT, graded compression tights; AT, anaerobic threshold;  $\dot{V}O_2$ , oxygen uptake;  $\dot{V}CO_2$ , carbon dioxide output; VE, ventilation.

**Table 3** Work rate, heart rate, and respiratory gas parameters during recumbent bicycle ergometer exercise

		With GCT	Without GCT	p value
Work rate (watts)	20%	46.7 ± 2.1	46.7 ± 2.1	—
	40%	93.5 ± 4.2	93.5 ± 4.2	
	60%	140.2 ± 6.3	140.2 ± 6.3	
Heat rate (bpm)	20%	98.8 ± 2.9	97.8 ± 3.2	0.690
	40%	120.5 ± 2.7	121.8 ± 4.0	
	60%	140.8 ± 3.0	145.4 ± 4.4	
$\dot{V}O_2$ (ml/min)	20%	966.8 ± 28.6	1044.1 ± 106.9	0.541
	40%	1556.5 ± 37.7	1653.2 ± 163.9	
	60%	2059.4 ± 69.9	2174.9 ± 211.4	
$\dot{V}CO_2$ (ml/min)	20%	802.1 ± 23.2	861.1 ± 82.7	0.434
	40%	1448.4 ± 27.1	1581.5 ± 145.2	
	60%	2100.7 ± 52.7	2236.1 ± 202.1	
VE (l/min)	20%	25.6 ± 1.1	25.4 ± 0.9	0.918
	40%	41.0 ± 1.8	42.0 ± 1.8	
	60%	57.1 ± 2.3	56.7 ± 2.6	

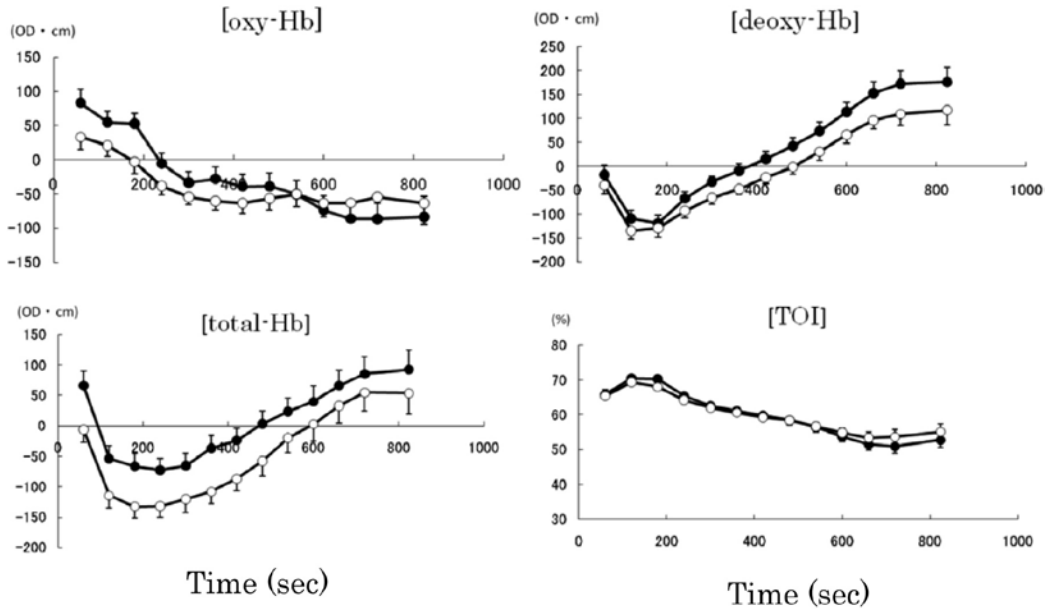
Values are mean ± SE.

GCT, graded compression tights;  $\dot{V}O_2$ , oxygen uptake;  $\dot{V}CO_2$ , carbon dioxide output; VE, ventilation.

下腿部に対し、大腿部は有意に低くなっており ( $p < 0.001$ )、運動中には着圧の変化がみられたが、変化量は軽度であり、末梢から中枢に向かってグラデーションは維持されていた。また、下腿部および大腿部では、内側と外側と

で着圧の有意差は認めなかった。

Ex1(直立)のAT時およびPeak時におけるWR, HR,  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ をTable 2に、Ex2(座位)の各強度におけるWR, HR,  $\dot{V}O_2$ ,  $\dot{V}CO_2$ ,  $\dot{V}E$ をTable 3に示す。い



**Figure 1** Changes in oxy-hemoglobin (oxy-Hb), deoxy-hemoglobin (deoxy-Hb), total-hemoglobin (total-Hb), and tissue oxygenation index (TOI) of vastus lateralis muscle during upright bicycle ergometer exercise. ●, with GCT (graded compression tights); ○, without GCT. Values are mean  $\pm$  SE. No significant difference was observed between with and without GCT.

ずれの指標も T 条件と C 条件では有意差を認めず、タイツの着用は自転車運動中の全身における呼吸循環動態には影響を及ぼしていなかった。

Ex1における oxy-Hb, deoxy-Hb, total-Hb および TOI の変化を Fig. 1 (VL) および Fig. 2 (GL) に示す。外側広筋においては、いずれの指標も T 条件と C 条件では有意差を認めなかったが、腓腹筋においては、すべての指標において有意な主効果 ( $p < 0.05$ ) が認められた。また、腓腹筋における TOI は、Rest, WU, AT 時および回復期では、T 条件が有意に高い値を示した ( $p < 0.05$ ) (Fig. 3)。

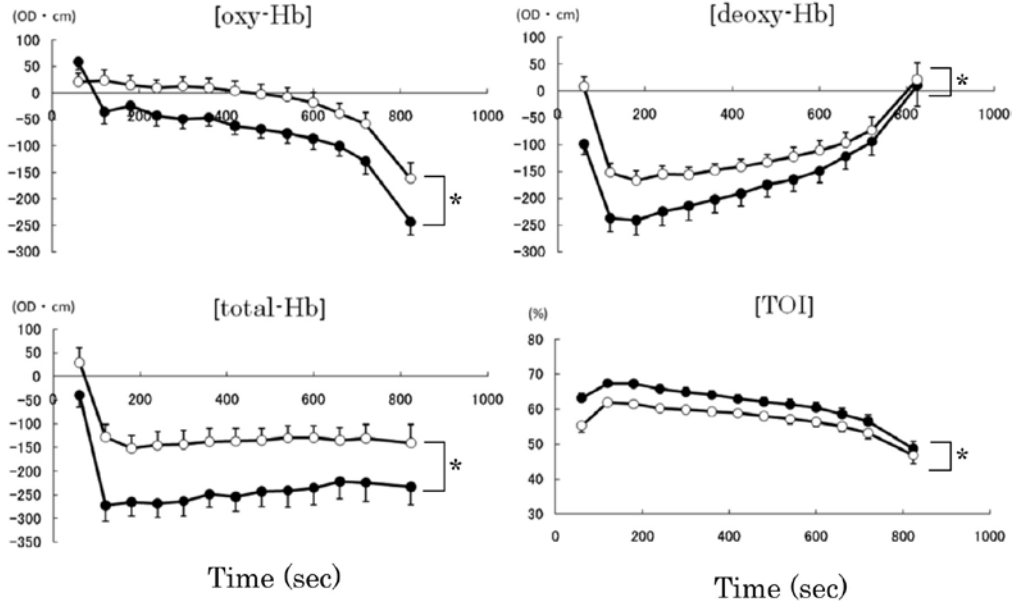
Ex2(座位)においては、運動中における TOI は、外側広筋および腓腹筋において、低強度運動時より T 条件と C 条件とで有意差を認めなかったが、安静時の腓腹筋では T 条件で有意に高い値を示した ( $p < 0.01$ ) (Fig. 4)。

## 考 察

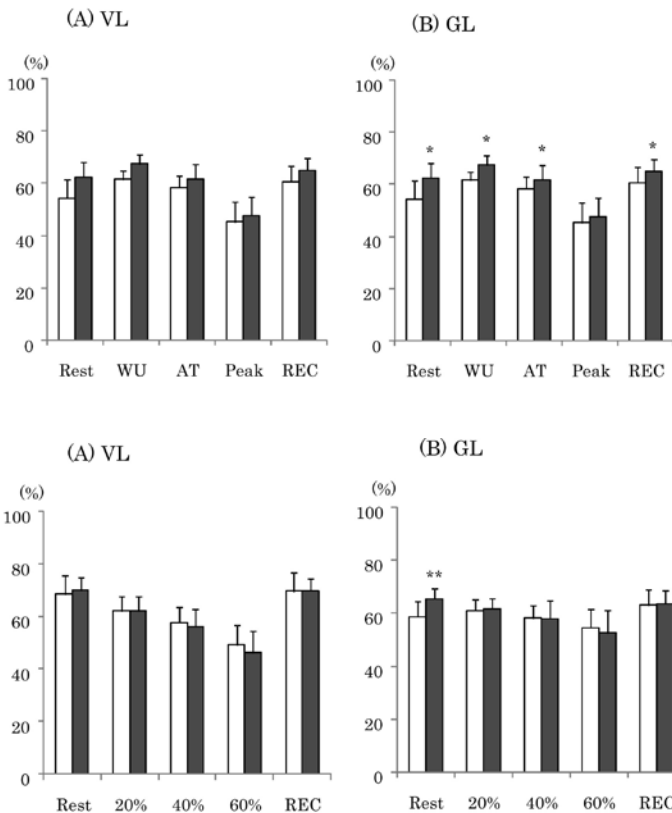
本研究にて使用した GCT は、末梢から中枢に向かって段階的に圧力が低下し、静脈還流を促進するように設計されている。弾性タイツの着圧は姿勢や関節角度の変化<sup>15)</sup>、筋活動<sup>16)</sup>により変化することが報告されている。

本研究において測定された着圧は、安静時と比較して運動中や回復期に減少や増加はみられるが、その変化は微量であり、足関節部および下腿部より大腿部の圧力が有意に低下していた。本研究で示したデータは、安静時および運動中の平均値にて解析を行っており、関節角度や筋活動に伴う着圧の変化は示されていない。実際の測定データにおいては、着圧が周期的に変化することが確認されており、関節角度や筋活動の影響を受けることが示唆されるが、下腿より大腿の圧力が常に低くなっており、安静時のみならず自転車運動中においても設計通りにグラデーションがかかっていることが示された。

弾性タイツを着用し、運動中の変化を検討した研究では、低速度の走行中において、エネルギー消費量が有意に減少することが示されている<sup>8)</sup>。しかしこの変化はより速い速度では認められていない。また、脊髄損傷者を対象に運動後の血中乳酸濃度の回復が促進されることが報告されているが<sup>17)</sup>、健常男性を対象にした研究では、最大酸素摂取量の 110% 強度の走行を 3 分間実施した後の回復期における酸素摂取量、心拍数および乳酸濃度には変化がなかったと報告されている<sup>11)</sup>。すなわち、これま



**Figure 2** Changes in oxy-hemoglobin (oxy-Hb), deoxy-hemoglobin (deoxy-Hb), total-hemoglobin (total-Hb), and tissue oxygenation index (TOI) of lateral head of gastrocnemius muscle during upright bicycle ergometer exercise. ●, with GCT (graded compression tights); ○, without GCT. Values are mean  $\pm$  SE. \*Significant interaction between with or without GCT and exercise time ( $p < 0.05$ ).



**Figure 3** Tissue oxygenation index of vastus lateralis muscle and lateral head of gastrocnemius muscle during upright bicycle ergometer exercise. ■, with GCT (graded compression tights); □, without GCT; VL, vastus lateralis muscle; GL, lateral head of gastrocnemius muscle; WU, warming up; AT, anaerobic threshold; REC, recovery. Values are mean  $\pm$  SE. \* $p < 0.05$  v.s. without GCT.

**Figure 4** Tissue oxygenation index of vastus lateralis muscle and lateral head of gastrocnemius muscle during recumbent bicycle ergometer exercise. ■, with GCT (graded compression tights); □, without GCT; VL, vastus lateralis muscle; GL, lateral head of gastrocnemius muscle; REC, recovery. Values are mean  $\pm$  SE. \*\* $p < 0.01$  v.s. without GCT.

での研究では、弾性タイツ着用の効果は、筋活動が小さい時には認められるが、筋活動が大きくなるとその効果が相殺されることが示唆されている。今回の研究結果においても安静時、運動中および回復期においてタイツの着用の有無により酸素摂取量や心拍数に有意差は認められていない。また、最大酸素摂取量や無酸素性作業閾値などの全身持久力の指標にも有意差を認めておらず、弾性タイツの着用は自転車運動のパフォーマンスを向上させるものではなかった。

従来、弾性タイツは静脈疾患患者の静脈還流の促進を主な目的として開発されており、静脈疾患患者を対象として、立位や歩行中の下肢静脈プーリングの抑制や静脈還流の促進が報告<sup>3-5)</sup>されている。また、近年では健康者を対象にした研究がなされており、立位時の腓腹筋における静脈プーリングの抑制や静脈コンプライアンスの向上<sup>7)</sup>などが報告されている。また、筋酸素飽和度は主に微小循環を反映していると考えられており<sup>13)</sup>、近赤外空間分解分光法<sup>14)</sup>を用いることにより測定することが可能である。運動選手を対象に近赤外線分光法を用いて、安静時の腓腹筋酸素動態を測定した研究では、弾性タイツ着用により総ヘモグロビンおよび脱酸素化ヘモグロビンが減少し、筋酸素飽和度が有意に上昇することが示されている<sup>6)</sup>。静脈還流が促進されれば、脱酸素化ヘモグロビンが減少し、筋内の酸素飽和度が上昇すると考えられ、酸素飽和度の上昇は静脈還流の促進を示唆しているものと考えられる。以上のように、安静時には、静脈疾患患者のみならず健康者や運動選手においても、弾性タイツの着用により静脈還流が促進されることが示されている。本研究では、外側広筋における安静時のTOIは、直立姿勢および座位姿勢においてGCT着用の有無により有意差を認めておらず、静脈還流の促進効果は、大腿筋群には及んでいないことが示唆された。しかし、腓腹筋における安静時のTOIはGCT着用により、直立姿勢でも座位姿勢においても上昇することが示されており、先行研究の結果と一致する結果となった。

一方、運動中の弾性タイツの着用の効果を評価した研究では、慢性静脈疾患患者の歩行中の腓腹筋酸素動態を評価し、脱酸素化ヘモグロビンや総ヘモグロビンが減少したと報告されている<sup>3)</sup>。本研究では座位姿勢における自転車ペダリング運動中の外側広筋および腓腹筋におけるTOIは、GCT着用の有無により有意差は認めなかった。しかし、直立姿勢での運動中における外側広筋の

TOIは、GCT着用の有無による差は認められなかったものの、腓腹筋のTOIは、低強度運動時ほどGCT着用と非着用の差が大きく、AT以下の強度においてはGCT着用時に有意に高い値を示した。立位姿勢は座位姿勢と比較して下肢静脈の鬱滞が生じやすい。また、慢性静脈疾患患者も下肢静脈の鬱滞が生じやすくなっており、弾性タイツが静脈還流を促進し、筋酸素飽和度を上昇させる効果は、静脈の鬱滞が生じやすい状況において、中等度以下の運動の際に現れやすいと考えられた。

## 結 論

自転車ペダリング運動中における段階的弾性タイツの着圧は足関節部および下腿部より大腿部の方が小さくなっており、運動中においてもグラデーションが維持されていることが明らかとなった。しかし、段階的弾性タイツの着用は、自転車運動中の心拍数や酸素摂取量には影響を及ぼすことはなかった。一方、下腿筋の酸素飽和度に関しては、筋ポンプ作用の大きい高強度運動時には影響を及ぼすことはなかったが、静脈鬱血の生じやすい直立姿勢での自転車運動では、中等度強度以下の運動において、腓腹筋における酸素飽和度は増加していた。したがって、段階的弾性タイツの着用は、筋弛緩期の多い間欠的な運動や立位姿勢での中等度以下の運動において、静脈還流を促進する効果がある可能性が示唆された。

## 文 献

- 1) 平井正文, 岩田博英, 早川直和 他: 浮腫と弾性ストッキング. 静脈学, 2005, **16**: 101-107.
- 2) 戸島雅宏, 西谷 泰: 下肢静脈瘤肢における仰臥位弾力ストッキングおよび間欠的空気圧迫装置使用時の深部静脈血行動態の検討. 静脈学, 2004, **15**: 217-223.
- 3) Agu O, Baker D, Seifalian AM: Effect of graduated compression stockings on limb oxygenation and venous function during exercise in patients with venous insufficiency. *Vascular*, 2004, **12**: 69-76.
- 4) 平井正文, 山本清人, 牧 篤彦: 静脈血栓後遺症における弾力ストッキングの効果. 静脈学, 1995, **6**: 53-57.
- 5) Ibegbuna V, Delis KT, Nicolaidis AN et al: Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *J Vasc Surg*, 2003, **37**: 420-425.
- 6) Bringard A, Denis R, Belluye N et al: Effects of compression tights on calf muscle oxygenation and venous pooling during quiet resting in supine and standing positions. *J Sports Med*

- Phys Fitness, 2006, **46**: 548–554.
- 7) 早田 剛, 三浦 隆, 岩崎徹治 他: 段階的弾性ストッキング着用による下腿圧増加が下肢静脈コンプライアンスを増加させる. 体力科学, 2006, **55**: 421–428.
  - 8) Bringard A, Perrey S, Belluye N: Aerobic energy cost and sensation responses during submaximal running exercise—positive effects of wearing compression tights. Int J Sports Med, 2006, **27**: 373–378.
  - 9) Chatard JC, Atlaoui D, Farjanel J et al: Elastic stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. Eur J Appl Physiol, 2004, **93**: 347–352.
  - 10) Kemmler W, von Stengel S, Köckritz C et al: Effect of compression stockings on running performance in men runners. J Strength Cond Res, 2009, **23**: 101–105.
  - 11) Berry MJ, Bailey SP, Simpkins LS et al: The effects of elastic tights on the post-exercise response. Can J Sport Sci, 1990, **15**: 244–248.
  - 12) 野坂美貴子, 諸岡晴美, 鳥海清司 他: 筋電位測定による筋疲労軽減タイプ弾力靴下の衣服圧設計. Journal of Textile Engineering, 2006, **52**: 205–210.
  - 13) Ferrari M, Mottola L, Quaresima V: Principle, techniques, limitations of near infrared spectroscopy. Can J Appl Physiol, 2004, **29**: 463–487.
  - 14) Kurihara K, Kikukawa A, Kobayashi A et al: Frontal cortical oxygenation changes during gravity-induced loss of consciousness in humans: a near-infrared spatially resolved spectroscopic study. J Appl Physiol, 2007, **103**: 1326–1331.
  - 15) Liu R, Kwok YL, Li Y et al: Skin pressure profiles and variations with body postural changes beneath medical elastic compression stockings. Int J Dermatol, 2007, **46**: 514–523.
  - 16) Hirai M, Iwata H, Ishibashi H et al: Interface pressure and stiffness of various elastic stockings during posture changes and exercise. Vascular, 2008, **16**: 95–100.
  - 17) Rimaud D, Calmels P, Roche F et al: Effects of graduated compression stockings on cardiovascular and metabolic responses to exercise and exercise recovery in persons with spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil, 2007, **88**: 703–709.

## Effects of Graded Compression Tights on Peripheral Circulation during Bicycle Ergometer Exercise: A Study of Two Different Exercise Postures

Norio Murase,<sup>1</sup> Takuya Osawa,<sup>1</sup> Masako Fujioka,<sup>1</sup> Kazuki Esaki,<sup>1</sup> Kosuke Shimomura,<sup>1</sup> Ryotaro Kime,<sup>1</sup> Takuya Osada,<sup>1</sup> Akiko Sanada,<sup>2</sup> Takashi Miura,<sup>2</sup> Tetsuji Iwasaki,<sup>2</sup> and Toshihito Katsumura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Sports Medicine for Health Promotion, Tokyo Medical University, Tokyo, Japan

<sup>2</sup>Medical Engineering Laboratory, Alcare Co., Ltd., Tokyo, Japan

**Key words:** graded compression tights, near infrared spectroscopy, tissue oxygenation index, bicycle ergometer

*Introduction:* The purpose of this study was to clarify the effects of graded compression tights (GCT) on muscle oxygenation in the lower limbs during bicycle ergometer exercise.

*Methods:* Fourteen healthy males (33 ± 7 years) participated in this study. They conducted bicycle ergometer exercise using a ramp method (20 W/min) in an upright posture (Ex1) and in a recumbent posture (Ex2), with and without GCT. Tissue oxygenation index (TOI) in the vastus lateralis (VL) and in the lateral head of the gastrocnemius (GL) muscles was measured by near infrared spectroscopy.

*Results:* During Ex1, no significant difference was observed in TOI in VL, either with or without GCT, although TOI in GL with GCT was significantly higher ( $p < 0.05$ ) than that without GCT at rest and at an intensity lower than that of anaerobic threshold. During Ex2, no significant difference was observed in TOI in VL and GL, either with or without GCT during exercise, although TOI in GL with GCT was significantly higher ( $p < 0.01$ ) than that without GCT at rest.

*Conclusion:* GCT was effective in increasing muscle oxygenation levels to inhibit venous pooling in the lower limbs at rest and during low intensity exercise in an upright posture. (J Jpn Coll Angiol, 2010, **50**: 467–473)