

下肢リンパ浮腫患者に対する平編み弾性着衣による圧迫療法の効果検証

岡道 綾¹ 吉澤 いづみ¹ 中山 恭秀¹ 安保 雅博²

¹ 東京慈恵会医科大学附属病院リハビリテーション科

² 東京慈恵会医科大学リハビリテーション医学講座

(受付 2019年12月12日)

VERIFICATION OF THE EFFECT OF COMPRESSION THERAPY WITH A FLAT KNITTED ELASTIC GARMENT ON PATIENTS WITH LOWER EXTREMITY LYMPHEDEMA

Aya OKAMICHI¹, Izumi YOSHIZAWA¹, Yasuhide NAKAYAMA¹, and Masahiro ABO²

¹Department of Rehabilitation, The Jikei University Hospital

²Department of Rehabilitation, The Jikei University School of Medicine

How the effectiveness of compression therapy for lower limb lymphedema differs owing to how the elastic garment is knitted is unclear. In 8 patients with secondary unilateral lower extremity lymphedema (International Society of Lymphology stage II) who had worn circular knitted stockings on a day-to-day basis for compression therapy but had shown no change in circumferential diameter, visually verified with a chart, for at least 3 months the stockings were changed to flat knitted stocking. For 3 months before and after flat knitted stockings had been used, the swelling rate (%) and the edema reduction rate (%) of the maximally swollen area for each patient were calculated on the basis of lower extremity circumference, and the average values were compared. An evaluation of effectiveness showed that circular stockings were ineffective for all patients but that flat stockings were effective for 6 patients. For 2 patients with obesity, the rate of Circumferential decline

decline did not change, but skin fibrosis improved. Even in patients for whom the therapeutic effect has long been stagnant, therapeutic effects, such as decreasing the circumference and improving the skin condition, can be expected when an appropriate elastic garment for the symptoms has been selected.

(Tokyo Jikeikai Medical Journal 2020;135:67-73)

Key words : lower limb lymphedema, flat knit elastic clothing, therapeutic effect

I. 緒 言

リンパ浮腫に対する基本的な治療は、圧迫、圧迫下の運動、用手的リンパドレナージ (manual lymph drainage ; MLD)、スキンケアなどに加え、リンパ浮腫の発症や増悪を抑止するための生活指導やセルフケア指導を包括的に行う複合的治療が推奨されている¹⁾。リンパ浮腫は一旦発症すれば殆どの場合生涯にわたって治療を要するが、維持

療法に最も影響する因子は圧迫療法のコンプライアンスであるという前向き試験の報告もあり²⁾、適正な圧迫が治療の第一選択である。圧迫療法には、主に弾性包帯による多層包帯法と、ストッキングなどの弾性着衣が用いられ、適切な効果を得るためには圧迫圧に加えて伸び硬度を考慮した選定が重要である。伸び硬度は弾性着衣や弾性包帯を横方向に1 cm伸ばした際に上昇する圧迫圧の増加分であり、概ね伸縮性と反比例し、逆に製品

の厚さとは正比例する³⁾。伸び硬度が高いほど、下肢の静脈血やリンパ液は強いミルキング作用を受け、筋ポンプ作用が増強され、静脈、リンパ還流は促進される。

伸び硬度は繊維の太さや編み方によって異なる。弾性包帯、弾性着衣ともに圧迫圧が大きいほど伸び硬度は高くなる。同じ圧迫圧であれば、伸び硬度は弾性包帯の方が圧倒的に高くなるが⁴⁾、効果的な多層包帯法には熟練された技術が必要となる。弾性着衣には、丸編みと平編みの製品がある。丸編みは、針数が一定なため周径の違いや各々の部分のループの大きさで調整しているのに対し、平編みはループの大きさは一定で周径の違いに合わせて針数を増減させて調整している。また、高圧かつ安定した着圧を出すためのinlay yarnが挿入されることが多いが、丸編みでは螺旋状に、平編みでは往復して1段ごとに上がっていくように挿入されている。これらにより、通常は丸編みの製品は柔らかく伸びやすい、つまり伸び硬度が低い。丸編みの製品は比較的ファッション性に富んでおり価格も幅広く用意されている。対して、平編みの製品は生地が厚く伸びにくい、つまり伸び硬度は高い。オーダーメイドで作製可能であるが、比較的価格は高価になっている (Fig. 1) (Fig. 2)。

リンパ浮腫治療先進国であるドイツでは、入院による集中治療で縮小した患肢を外来通院や自己管理によって維持する治療体系が一般的であり⁵⁾、入院中の圧迫療法は主に弾性包帯による多層包帯法が用いられ、維持期では主に平編みの弾性ス

トッキングが用いられる。

一方、本邦では入院治療ができる施設が限られており、外来通院が主となるため、圧迫療法は弾性着衣が用いられることが多い。平編みストッキングが適応であっても、オーダーメイドでの作成に技術を要することや、着脱の困難さ、ファッション性、価格といった面から敬遠され、丸編みストッキングを選択される場合も多い。

弾性包帯や弾性着衣には、基準が満たされれば療養費が支給される。ドイツをはじめとする海外では伸び硬度の高い製品でないと治療効果がないと当然のように考えられ、ドイツにおいては丸編みの製品に保険適応はない。しかしながら、リンパ浮腫が静脈瘤の浮腫と同じように考えられているためか、本邦では丸編みの製品も保険適応となっているため、当然のことながら容易に丸編みを選択されている状況がある。

また、伸び硬度の違いによる治療効果についての理論上の差異に関する報告はあるが⁵⁾、どれ程の期間でどの程度の浮腫の改善が見込まれるのか、臨床における成果を示した具体的な報告はない。

よって今回我々は、丸編みストッキングと平編

	Circular knitting	Flat knitting
Hardness	Soft	Hard
Thickness	Thin	Thick
Elasticity	High	Low
Cost	Inexpensive	Expensive

Fig. 2. Difference of circular knitting and flat knitting

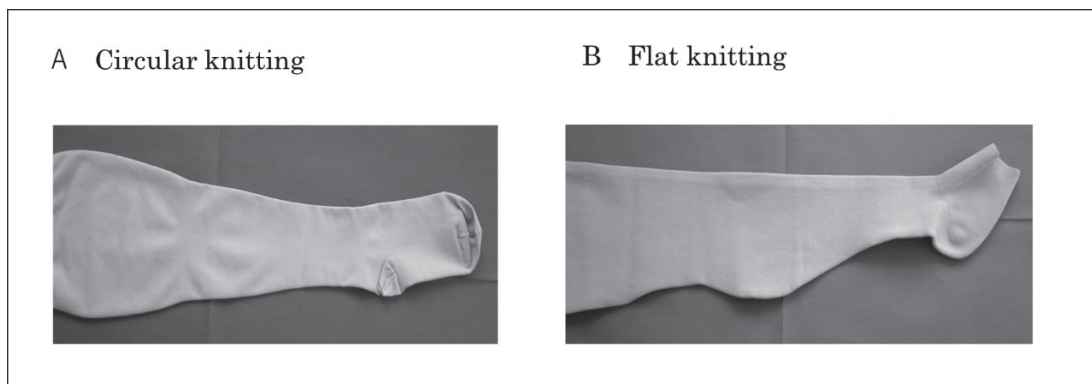


Fig. 1. Difference in how elastic garments are knitted.

A: Circular Knitting. Spiral insert of elastic thread to give a stable pressure drop between the front yarns. A seamless product is made and is relatively soft.

B: Flat knitting. As elastic yarn reciprocates between the front yarns, it goes up step by step. Although seams can be made in the product, it has a large elongation hardness.

みストッキングで治療効果の差を明らかにするため、丸編みストッキングを着用していたが、治療効果の停滞または増悪により平編みストッキングに移行した下肢リンパ浮腫症例について、カルテより後方視的に比較検討を行った。尚、本研究は東京慈恵会医科大学倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号28-305(8548)）。

II. 方 法

対象は、続発性下肢リンパ浮腫患者（国際リンパ学会分類Ⅱ期～Ⅱ期晩期、全例片側右4名、左4名）で、日中管理として丸編みを着用し、3ヵ月以上周径に変化が認められなかった8名（全例女性、平均年齢52歳）であった。いずれの症例も東京慈恵会医科大学附属病院（当院）外来において、1～2回/月のMLDと、多層包帯法による

夜間管理を実施していた。平編みストッキングは、患者の同意のもと、全例に対して理学療法士が採寸を行い、両脚パンティストッキングタイプをオーダーメイドで作成した（BSN medica社製ジョブストエルバレックス）。

平編みストッキングの導入を起点として、丸編みストッキングを使用していた3ヵ月間と、平編み導入後3ヵ月間における下肢周径（膝上20cm、膝下10cm、膝下10cm、足関節、合計4部位）の計測結果をもとに、各部位の腫脹率⁶⁾を求めた。また、最大腫脹部位における浮腫減退率⁶⁾を比較した（Fig. 3）。

治療効果判定は、報告されている効果判定基準に基づき浮腫減退率30%未満を無効、30～60%を有効、60%以上を著効とした。

さらに、QOLの評価は当院で作製した、JIKEI LYMPHEDEMA ASSESSMENT SCALE (JLA-Se)

$$\text{Swelling rate} = \frac{\text{Circumference of the affected limb} - \text{Circumference of healthy limb}}{\text{Circumference of healthy limb}} \times 100(\%)$$

$$\text{Edema Declining rate} = \frac{\text{Peripheral diameter difference at the start of treatment} - \text{Peripheral diameter difference after treatment}}{\text{Peripheral diameter difference at the start of treatment}} \times 100(\%)$$

Fig. 3. Calculation formula of swelling rate and edema reduction rate (from Ko et al⁸⁾)

浮腫みのある方の脚について質問します。

あなたの自覚症状がどれくらい良いか悪いかを表現してもらうため、目盛りのないものさしを書きました。あなたが想像できる最も悪い状態を0（左端）、あなたが想像できる最も良い状態を100（右端）とします。それぞれの時点でのあなた自身の症状がどれくらい良いか悪いか、ものさしの上に縦線（↓）で示して下さい。

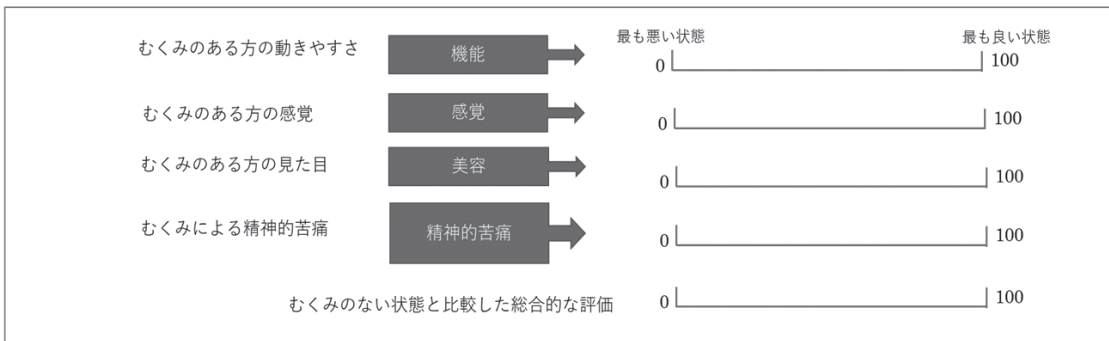


Fig. 4. JIKEI LYMPHEDEMA ASSESSMENT SCALE (JLA-Se)

(Fig. 4) を用いて、周径と同様に比較した。尚、圧迫圧は症例の症状により決定されるが、今回の検討では丸編みストッキングから平編みストッキングで圧迫圧を変更した症例はなかった。

III. 結 果

全例、継続して平編みストッキングを使用でき、治療期間中に有害事象は認めなかった。平編み導入前の最大腫脹部位における腫脹率は23.5 ± 9.3%であったが、平編みストッキング移行後3か月目では、14.3 ± 7.6%と改善を認めた。平均浮腫減退率は、丸編みストッキング使用3か月間では5.6 ± 10.3%で、治療効果判定はいずれの症例も無効であった (Table 1)。平編みストッキング使

用3か月間では、38.1 ± 20.0%で、治療効果判定は、著効が2例、有効が4例で有効以上の症例が75%であった。肥満傾向の高かった対象7、8の2例については、効果判定はいずれも無効であったが、浮腫減退率は改善傾向であり、皮膚の柔軟性など、線維化の改善が見られた (Fig. 5)。

また、JLA-Seの推移では、Table 2の如く、平編みストッキング移行後に周径のみならず機能や感覚、見た目、心理的苦痛といったQOLも大幅な改善を認めた。

IV. 考 察

自験例では平編みストッキング移行後3か月間で75%の症例に腫脹率の減少と、有効以上 (浮

Table 1. Targeted swelling site, swelling rate, rate of decline

Patients with secondary lower limb lymphedema Postoperative gynecological cancer	Age	Body mass index	Severity	Maximal swelling site	Circular knitting				Judgment	Flat knitting				Judgment
					Swelling rate (%) ^{*1}					Swelling rate (%) ^{*1}				
					1st month	2nd month	3rd month	Declining rate (%) ^{*2}		1st month	2nd month	3rd month	Declining rate (%) ^{*3}	
Patient 1	72	21.17	Stage II	20 cm on the knee	20.0%	19.4%	22.1%	-9.2%	Disabled	9.0%	7.7%	6.0%	66.3%	Remarkable
Patient 2	73	23.12	Stage II	20 cm on the knee	18.5%	18.8%	15.6%	15.6%	Disabled	8.0%	3.4%	4.8%	68.4%	Remarkable
Patient 3	62	19.74	Stage II	Ankle	40.9%	35.2%	33.3%	17.6%	Disabled	27.1%	20.3%	21.9%	34.4%	Effectiveness
Patient 4	49	24.77	Stage II	10 cm below the knee	14.0%	15.2%	13.2%	6.0%	Disabled	8.9%	8.9%	9.1%	31.0%	Effectiveness
Patient 5	53	24.52	Stage II	10 cm on the knee	35.9%	32.8%	39.1%	-9.6%	Disabled	31.7%	27.3%	24.1%	40.6%	Effectiveness
Patient 6	43	23.92	Stage II	10 cm on the knee	24.9%	20.6%	24.0%	3.8%	Disabled	16.5%	18.4%	16.5%	32.7%	Effectiveness
Patient 7	45	30.43	Stage II	10 cm on the knee	26.5%	22.2%	26.7%	10.3%	Disabled	24.7%	22.6%	21.0%	16.0%	Disabled
Patient 8	65	27.47	Stage II	10 cm below the knee	11.6%	12.0%	14.3%	10.2%	Disabled	10.6%	11.9%	10.7%	15.6%	Disabled
Mean ± standard deviation (%)					24 ± 10.2%	22.0 ± 8.1%	23.5 ± 9.3%	5.6 ± 10.3%		17.1 ± 9.5%	15.1 ± 8.3%	14.3 ± 7.6%	38.1 ± 20.0%	

*1: Swelling rate = (Circumference of affected limb - Circumference of healthy limb) / Circumference of healthy limb × 100 (%)

*2: Declining rate = (At the start circumference diameter difference - Circular knitting 3rd month Circumference diameter difference) / At the start Circumference diameter difference × 100 (%)

*3: Declining rate = (At the start circumference diameter difference - Flat knitting 3rd month Circumference diameter difference) / Circular knitting 3rd month Circumference diameter difference × 100 (%)

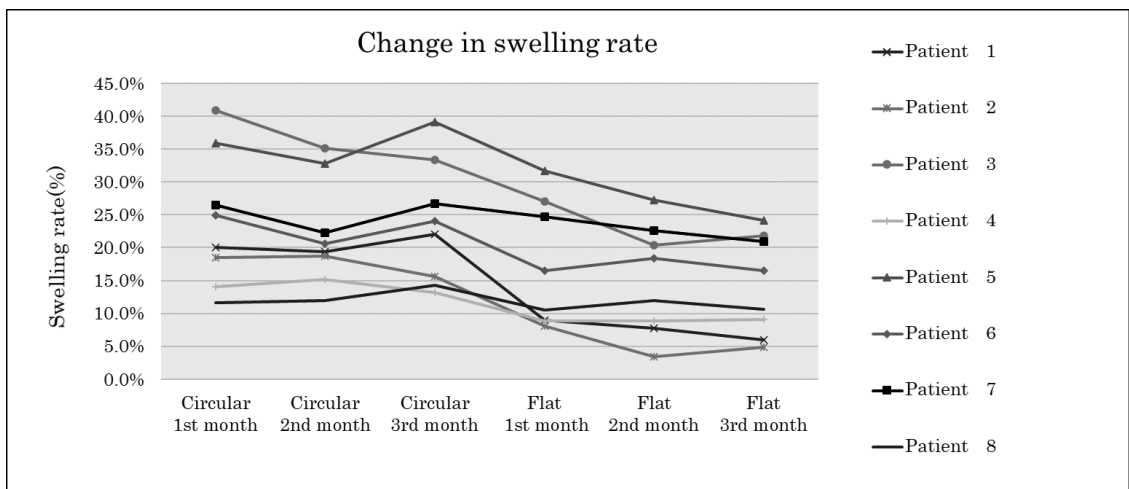


Fig. 5. Change in swelling rate

Table 2. Changes in QOL (JIKEI LYMPHEDEMA ASSESSMENT SCALE)

Evaluation item	Circler Knitting				Flat knitting			
	1st month	2nd month	3rd month	Improvement rate (%) ^{*1}	1st month	2nd month	3rd month	Improvement rate (%) ^{*2}
Function (mm)	23.8 ± 12.0	36.2 ± 10.4	29.6 ± 10.6	23%	53.6 ± 17.2	58.3 ± 16.6	63.3 ± 16.5	53%
Sense (mm)	27.1 ± 18.07	38.8 ± 18.70	31.9 ± 16.90	22%	57.4 ± 15.28	62.3 ± 15.66	65.9 ± 16.30	52%
Appearance (mm)	22.3 ± 25.15	36.8 ± 13.97	26.9 ± 14.39	2%	47.3 ± 25.15	52.5 ± 24.97	56.6 ± 26.72	51%
Mental pain (mm)	27.6 ± 16.33	44.2 ± 18.55	34.8 ± 22.77	9%	52.0 ± 23.68	44.2 ± 21.48	63.6 ± 22.57	49%
Synthesis (mm)	25.9 ± 10.92	36.4 ± 7.77	25.8 ± 14.22	-13%	48.6 ± 22.74	54.6 ± 23.36	58.4 ± 25.07	53%

*1 : Improvement rate = (Circler Knitting 3rd month - At the start) / Circler Knitting 3rd month × 100 (%)

*2 : Improvement rate = (Flat knitting 3rd month - At the start) / Flat knitting 3rd month × 100 (%)

腫減退率30%以上)の効果を得られた。リンパ浮腫治療専門施設での入院治療行った先行研究では、Yamamotoら⁷⁾は52例に対し、平均5日間で73.1%、Koら⁸⁾は150例に対し、平均16.3日間で67.7%の浮腫減退率があったと報告しており、今回の検討では、浮腫減退率は平均41.4 ± 27.1%であった。入院では一定期間、専門家の管理下で複合的治療を集中的に行うことで廃液を促すのに対し、我々の検討では外来通院であり、平編みストッキング導入前後で治療の頻度を月1回から変更してないことを考慮すると、十分な効果が得られたと言えると考え。

今回の検討により、長期に渡り治療効果が停滞していた症例であっても、外来通院による日中圧迫管理の変更のみで、周径減少や、線維化の改善効果が得られることが判った。圧迫療法の役割は、微小循環とリンパ還流の改善である。微小循環の改善は、毛細血管レベルにおける濾過と再吸収のアンバランスの是正によって行われるが、これには組織圧の上昇が強く関与するため主として圧迫圧が強く関係する。リンパ還流の改善は、逆流の減少、リンパ自動能の促進、筋ポンプ作用の改善が関係するが、逆流の減少には圧迫圧が筋ポンプ作用の改善には伸び硬度が主として関係する。運動時は、下肢の筋収縮により弾性ストッキング内の容積は増大し、弾性ストッキング下の圧迫圧は上昇を示す。つまり、歩行などの運動による筋収縮・弛緩で、弾性ストッキング下の圧迫圧は上昇と下降を繰り返すことになる。この収縮期と弛緩期の圧迫圧の差が大きいほど、下肢の静脈血やリンパ液は強いミルキング作用を受け、静脈、リン

パ還流は促進される⁹⁾。伸び硬度の高い弾性ストッキングを着用した場合、筋収縮時の筋膨隆に対するcounter pressureが強くなることから、運動時の圧迫圧の上昇は大きくなる。また、伸び硬度の高い弾性ストッキングでは筋弛緩時の容積減少にストッキングが追従せず、圧迫圧は大きく低下することで、筋収縮・弛緩期における圧迫圧の差は増大する。即ち、今回全症例に作成した平編みストッキングは、平編みストッキング導入まで使用されていた丸編みストッキングと同様の圧迫圧に設定していたため、伸び硬度の上昇によるミルキング作用の改善が周径の減少に寄与したと考えられる。

圧迫療法のコンプライアンスは、圧迫圧の強弱に影響され、圧迫圧が高いと効果が高い一方でコンプライアンスは低下してしまうことが報告されている¹⁰⁾。

今回の検討では、圧迫療法の変更に際して単にストッキングの圧迫圧を高めるのではなく、伸び硬度の高い製品に変更したことで、装着による不快感を増悪させることなく、全例が継続して平編みストッキングを使用することができたと考える。実際に対象症例からは、着用には習熟が必要であるが、着用している間は快適な圧迫感が得られた、また、思っていたよりも快適であったとの声が多く聞かれた。

浮腫減退率に改善が認められた症例は、いずれも平編みストッキング移行後早期に周径の減少が得られた (Table 1)。明らかな周径の軽減を認めなかった症例も、周径は改善傾向を示し、皮膚の柔軟性の改善を認めた。主観的QOL評価の結果が

らも、周径減少効果のみならず、患者自身が下肢の機能や感覚、精神的な満足度の改善を短期間で実感できたことで、平編みストッキングを継続して着用するモチベーションにも繋がったと考える。

また、リンパ浮腫を呈した下肢の形状の特徴は症例により異なる。その為、既成のストッキングでは必要な部分に適切な圧がかからない、もしくは部分的に圧縮されることで食い込む、下肢長が合わずに、装着中にたるむ、しわが寄る、ずり落ちる、誤った位置に装着されるなど様々な問題が生じ、浮腫が重症化する、もしくは弾性ストッキングの着用中断を余儀なくされることも少なくない。今回の検討で採用した平編みストッキングは、全例理学療法士により採寸を行い、下肢の形状や患者個々の要望に合わせ微修正を加えて作成を依頼したことで、良好な装着感が得られたため、継続した着用が可能となったと考える。丸編みストッキングに比べ、平編みストッキングは1.5倍程価格が高く設定されている。しかし、今回の結果から明らかとなったように、重症度に合わせた種類の弾性着衣の導入により短期間で良好な治療が得られたことを考慮すると、長期的な視点で捉えれば平編みストッキングの費用対効果は高く、導入を検討する価値は十分にあると言える。また、婦人科癌術後続発性リンパ浮腫の場合は、医師の指示により手続きを経ることで弾性着衣に関わる療養費の支給を受けることが出来る。そういった制度を利用することで実際の自己負担を軽減し、継続して着用していくことが可能となると考える。

肥満傾向の高かった2例については、平編みストッキングの着用が継続できたが、周径減少効果は得られなかった。詳細なメカニズムは明らかにされていないが、動物実験では、リンパ浮腫は進行により脂肪組織の増生を伴い、脂肪組織がリンパ灌流をさらに増悪させると報告されている¹¹⁾。従って、今後は圧迫療法や用手的リンパドレナージのみならず、食事療法や積極的な運動療法による減量などの導入を検討する必要があると考える。

V. 結 語

今回の検討で、平編み弾性着衣の使用により、臨床においても短期間で周径の減少効果を得られ

ることが明らかとなった。先述したように、伸び硬度の高い平編みストッキングの装用には種々の問題がある。今回対象の中にも、平編みストッキングの装用に対して不安の強い症例はあったが、実際には有害事象なく、全例が継続して装用でき、高い満足度を得ることができた。装用時期や期間を限定する、装着のための補助具を使用する、オーダーメイドにすることでより症状に適した弾性着衣を作製する等の工夫をすることにより、安定した装用の継続が可能であると考え。根拠に基づいた治療効果とデメリットを患者に提示し、重症度に合わせた平編みストッキングの導入を検討する価値は十分にあると言える。

VI. ま と め

・下肢リンパ浮腫に対する圧迫療法に用いる弾性着衣を、丸編みストッキングから平編みストッキングへ変更した8例について、経過を後方視的に比較し、ストッキングの編み方の違いによる治療効果の差を検討した。

・丸編みストッキングから平編みストッキングに移行した8例について、3か月以内に6例で有効な周径の減少が得られ、2例で増悪の進行を抑制することができた。実際の臨床においても、高度浮腫に対する平編みストッキングによる圧迫療法の有効性が示された。

・浮腫の重症度により適切な弾性着衣を選択することで、長期に渡り治療効果が停滞していた症例でも周径減少効果が得られることが判った。

・今回の結果は、弾性着衣を選択する上で有用な情報の一つとなると考える。

著者の利益相反 (conflict of interest : COI) 開示 :

本論文の研究内容に関連して特に申告なし

文 献

- 1) International Society of Lymphology. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema: 2013 Consensus Document of the International Society of Lymphology. *Lymphology*. 2013;46:1-11.
- 2) Devoogdt N, Christiaens MR, Geraerts I, Truijens S, Smeets

- A, Leunen K, et al. Effect of manual lymph drainage in addition to guidelines and exercise therapy on arm lymphoedema related to breast cancer: randomised controlled trial. *BMJ*. 2011 Sep 1;343:d5326.
- 3) Hirai M, Iwata H, Ishibashi H, Ota T, Nakamura H. Interface pressure and stiffness of various elastic stockings during posture changes and exercise. *Vascular*. 2008;16:95-100.
 - 4) Hirai M, Niimi K, Miyazaki K, Iwata H, Sugimoto I, Ishibashi H, Ota T, Kominami Y. Development of a device to determine the stiffness of elastic garments and bandages. *Phlebology*. 2011;26:285-91.
 - 5) International Society of Lymphology. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema. 2009 Concensus Document of the International Society of Lymphology. *Lymphology*. 2009;42:51-60.
 - 6) Yoshizumi M, Katoh I, Yoshida O, Kitagawa T, Nishimura T, Fukumura Y. Intraarterial Lymphocyte injection therapy for lymphedema of the extremities: An examination using indium-111 oxine labeled autologous lymphocytes. *Lymphology*. 1994; 27 (Suppl):278-81.
 - 7) Yamamoto T, Todo Y, Kaneuchi M, Handa Y, Watanabe K, Yamamoto R. Study of edema reduction patterns during the treatment phase of complex decongestive physiotherapy for extremity lymphedema. *Lymphology*. 2008;41:80-6.
 - 8) Ko DS, Lerner R, Klose G, Cosimi AB. Effective treatment of lymphedema of the extremities. *Arch Surg*. 1998;133:452-8.
 - 9) Partsch H. Compression therapy: clinical and experimental evidence. *Ann Vasc Dis*. 2012;5:416-22.
 - 10) 孟真, 根本寛子, 益田宗孝. 圧迫療法と圧迫圧: 静脈学. 2016; 27 (1): 45-51
 - 11) Schneider M, Conway EM, Carmeliet P. Lymph makes you fat. *Nat Genet*. 2005;37:1023-4.

