

Compression therapy in the treatment of leg ulcers

G. MOSTI, V. MATTALIANO, R. POLIGNANO, M. MASINA*

Preface

The group of experts who developed this consensus document has to be congratulated for delivering clear and updated guidelines on the management of leg ulcers by compression.

A classification of compression devices is proposed that is based more on the performance in vivo than on laboratory data from the producers alone. This has become possible by the introduction of devices measuring the sub-bandage pressure on the individual leg, which is the dosage of compression therapy. Pressure measurement has improved our understanding of compression management and is also very useful for training purposes. Since most of the bandages performed in daily practice consist of mixture of several types of materials, all with different elastic properties, the physical data alone given for the individual components are insufficient to describe the performance of the final bandage.

The complex effects of compression are explained as a logic basis for the clinical indications that do not only concentrate on venous ulcers but also include complicated situations like arterial and mixed ulcers and lymphatic involvement.

In the last part of the document cost-effectiveness of compression treatment is discussed. We are living in an era in which sometimes “easy and modern” local wound care is suggested to be able to replace “cumbersome and old-fashioned” compression treatment. There is no doubt that compression is the essential part of ulcer therapy which cannot be replaced, but only supplemented by local dressings. After the ulcer is healed ongoing compression is mandatory in order to prevent ulcer recurrence. The costs for the compression stockings needed in this phase are certainly lower than the treatment costs of a new ulcer.

I hope and wish that this AIUC consensus will not only support the daily work of the Italian wound healing group but will also help and convince those who have to take care of leg ulcer patients outside the specialist’s community every day.

Hugo Partsch, M.D.
Professor of Dermatology and Angiology.
Medical University of Vienna

May 2009

*Members of the AIUC Compression Study Group who agreed with the consensus statement: Giuseppe Nebbioso, Simone Serantoni, Fabrizio Mariani, Enzo Giraldi, Giacomo Failla, Paolo Tanasi, Sergio Bruni, Giorgio Guarnera, Battistino Paggi, Marisa di Vincenzo, Riccardo Conte, Paolo Palumbo, Giovanni Farina, Aldo Crespi, Anna Lombardi, Cinzia Lunghi, Lucia Marigo, Adriana Visonà, Massimo Mantero.

Introduction

Introduction

The effectiveness of compression therapy in the treatment of leg ulcers is well known since ancient times¹. Currently, thanks to many studies assessing its therapeutic efficacy², compression therapy has been granted a level A recommendation^{3,4}. Compression has proven useful in many types of leg ulcers and is a key-treatment in phlebo-lymphatic diseases. Nevertheless, even today, the terminology used is not clear and there is a complete lack of agreement on classification.

The following proposal for a terminology and classification could be a useful tool to establish a common vocabulary and a better mutual understanding.

Definition

Elastic compression: we suggest to discard this term and to adopt the internationally recognized term "Compression therapy". Compression therapy can be applied with elastic and inelastic materials: the term elastic compression can raise the impression that only elastic materials are used in this treatment and this could be misleading.

Elasticity: the capacity of the bandage to return to its original form after being stretched; it is due to the addition of elastic threads inserted lengthwise in the bandage. Based on their elasticity, the bandages are divided into elastic and non-elastic.

Elastic power: determined by the strength required to obtain a specific extension. Power

determines the amount of pressure a bandage will produce at a fixed extension.

Tension: initially produced by the force used to stretch the bandage; once the bandage is applied, tension maintainability depends on the elastomeric properties (Hysteresis – curve of extension and retraction) of the material used, which in turn depends on the type of fiber and fabrication.

Extensibility: the extension capacity of the bandage when stretched. It is determined by measuring the extension of the bandage when a weight of 10 Newton (N) per cm is applied.

The extensibility is measured in the laboratory and expressed as a percentage of the length at rest and is currently the only characteristic provided by bandage manufacturers. This has no clinical significance unless the grade of elasticity and strength of the bandage is indicated at the same time. In fact, forces of very different intensity must be applied⁵ to different bandages to reach a similar extension. Based on their extensibility bandages are divided into: stretchable (short, medium and long stretch) and unstretchable.

Lock-out: defines the point when the physical structure of the bandage prevents further lengthening after a fixed extension has been reached. For example short stretch bandages (extensibility 40-70%) should reach a maximum extension of 70 % while a long stretch bandage could exceed 140%.

Hysteresis: indicates the capacity of the elastic material to return to its original state after being stretched and is correlated to its extensibility, the visco-elastic properties of the fabric and the friction between the various spires⁶.

This principle is represented in the "Load-Extension curve" of an elastic fabric: the traction applied makes the bandage longer in the resting position than its initial length because the deformation has been caused by the absorption of energy that is not returned (Fig. 1). This indicates the loss of elasti-

N.B. extensibility and elasticity are mistakenly considered synonyms but they are completely different:

* extensibility is the capacity of the bandage to stretch when pulled

* elasticity is the capacity of the bandage to return to its original state after being stretched

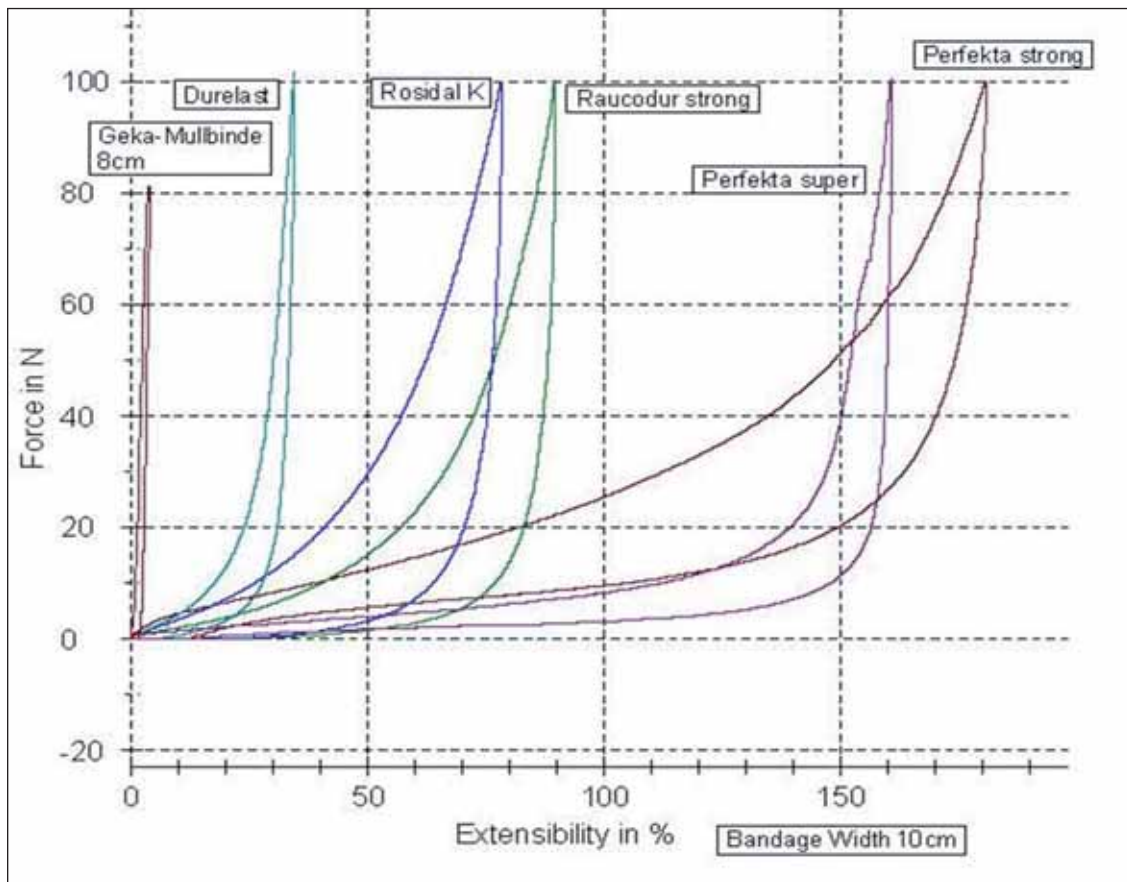


Figure 1. — Load-extension curves of different materials.

city of a bandage between extension and retraction. Presumably hysteresis influences the stability of the bandage and the maintainability of pressure over time but there is no solid data to confirm this claim.

Interface pressure: the pressure exerted by the bandage that is measured in the interface between bandage and skin. This measurement can be nowadays easily performed with simple and low-cost devices recently put in the market⁷.

The pressure exerted by the bandage depends on the fabric, the elastomeric characteristics of the bandage, on the tension applied, the number of overlapped layers and the anatomical characteristics (size and shape) of the limb being bandaged. The quantity of the interaction of these events is expressed by the Laplace Law (reviewed by

Thomas)^{8,9}: the applied pressure will be directly proportional to the tension (T) of the elastic material and the number (n) of spires applied, while it will be inversely proportional to the radius (r) of the compressed surface and the width (h) of the bandage.

According to the Laplace law, applying a bandage with the same tension, the pressure will decrease when the radius of the limb increases. Therefore, without changing the applied tension, we have a decreased pressure from the bottom towards the top due to the reverse conical conformation of the leg. Based on the radius of the anatomical structure we must be aware that the pressure exerted by the bandage is extremely strong on the Achilles tendon and on the tibial crest (very small radius) while it will be less at the back of the calves (wide radius) and nega-

tive at retromalleolar space. Therefore, it is advisable to increase the radius in all those areas with a small radius and a high risk of too strong pressure, by protecting the acute angle with padding material (cotton, viscose or foam).

On the other hand, the radius of the surface to be bandaged must be reduced by applying supplementary pads to increase the pressure in all those anatomic areas where a low pressure would be applied because of the anatomical shape (a convex area with a wide radius, a flat surface or even a concavity).

The pressure exerted by the bandage varies depending on the conditions (static or in motion): therefore, we will refer to "supine pressure", "standing pressure" and "working pressure"¹⁰. Their measurement in vivo and the stiffness calculation were recommended and some rules for a correct measurement given¹¹.

Resting (or supine) pressure: the pressure applied at rest depends, as previously mentioned, on the tension given to the bandage, overlapping layers, radius of the leg and width of the bandage. The resting pressure is a static pressure and is measured on the leg in the supine position.

Standing and working pressure: it is the pressure exerted by the bandage when the patient stands or walks respectively. It results from the resistance the bandage opposes to the expansion of the contracting muscle and is directly proportional to the stiffness of the bandage: the greater stiffness of the bandage, the higher the standing and working pressure.

Standing pressure is always measured in the standing position in the immobile patient and is a static pressure, while working pressure is measured during movement.

Stiffness: the ability of the bandage to oppose to muscle expansion when contracted; it depends on what type of material the bandage is made of. When inelastic, the bandage is less distensible and has greater stiffness. The capacity to oppose to muscular volume increase when standing and walking can generate peaks of high pressure (60-80 mmHg) able to occlude the venous system intermittently and therefore, restore a sort of valvular function. This in turn, reduces the reflux and the ambulatory venous hypertension¹².

The European Committee for Standardization (CEN)¹³ defines the stiffness as the increase of bandage pressure when the circumference of the limb increases by 1 cm: standing pressure – supine pressure/actual increase in calf volume. The stiffness of the bandage calculated in accordance with the CEN definition calls for the simultaneous measurement of the interface pressure and volumetric variations of the limb which can be done by using a plethysmographic strain gauge. The calculated stiffness index showed an extremely high specificity and sensitivity in distinguishing elastic and non-elastic bandages¹⁴. The disadvantage of this method is that it requires complex equipment, not available in all phlebological laboratories, and is time consuming.

For simplification it was suggested to neglect the actual increase of the circumference by standing up and to define the Static Stiffness Index^{15,16} by the difference between standing and supine pressure measured at the leg segment showing a maximal increase of leg perimeter, which is usually situated 10-12 cm above the ankle (B1 region).

When compared to the stiffness index calculated according to the CEN recommendations, the Static Stiffness Index has demon-

Laplace law $P = Tn/rh$
 P = pressure exerted on the skin
 T = tension applied to the bandage
 n = number of spires applied
 r = radius of compressed area
 h = bandage width

Stiffness Index (CEN) $\frac{\text{standing pressure} - \text{supine pressure}}{\Delta V \text{ calf diameter (standing - supine)}}$	Static Stiffness Index (H. Partsch) $\frac{\text{standing pressure} - \text{supine pressure}}{1}$
---	--

strated the same sensitivity and a very slightly lower specificity¹⁴: for all these reasons its use is highly recommended.

High (strong) or Low (mild) pressure: we suggest to disregard non-specific terms and always to refer to clear pressure ranges (see Classification section); speaking about mild, moderate, strong or very strong pressure we must know and agree on the pressure range we refer to.

Elastic bandage: material with a maximal extensibility of >100% can be called “elastic”, or long stretch.

Inelastic bandage: material with a maximal extensibility of <100% can be called short stretch; short stretch and unstretchable bandages are usually called inelastic bandages^{17,18}.

Multi-layer/multi-component: (see also the Classification section); the term “multi-layer” has been used in an improper way: all bandages are multi-layer because there is always some kind of superimposition of a bandage; the term multi-component better defines bandages made up of several materials^{2,17} until now defined as “multi-layer”.

References

1. Negus D. Historical background. In Leg ulcers: a practical approach to management. Oxford: Butterworth-Heinemann 1991; 3-10.
2. O'Meara S, Cullum NA, Nelson EA. Compression for venous leg ulcers (Review). The Cochrane Library 2009, Issue 1.
3. Partsch H et al. Evidence Based Compression Therapy. Vasa 2004; 34: suppl. 63 Partsch H. Do we still need compression bandages? Haemodynamic effects of compression stockings and bandages. Phlebology 2006; 21:132-138.
4. Vin F. International consensus conference on compression. Phlebologie 2003;56:315-67
5. Thomas S. Bandage and bandaging. The science behind the art. Care Science and Practice 1990;8(2): 57-60.
6. WUWHS. Compression bandaging: compression in venous leg ulcers. A consensus document. London; MEP Ltd 2008. Pag.2
7. Mosti G., Rossari S. L'importanza della misurazione della pressione sottobendaggio e presentazione di un nuovo strumento di misura. Acta Vulnol 2008; 6: 31-36.
8. Thomas S. The use of the Laplace equation in the calculation of sub-bandage pressure. World Wide Wounds 2002 (updated 2003).
9. Stemmer R. Teoria e pratica del trattamento elastocompressivo. Chirurgia vascolare P. Belardi vol. II cap. 48 pag.575-593 – Ed. Minerva Medica
10. Haid H., Schoop W.: Eine neue Methode zur Messung und Registrierung des Andruckes unter Kompressionverbanden. Med. Welt 1965;37:2110-3.
11. Partsch H, Clark M, Bassez S et al. Measurement of lower leg compression in vivo: recommendations for the performance of measurements of interface pressure and stiffness. Derm Surg 2006;32:224-233.
12. Bassi Gl., Stemmer R.: Traitements mécaniques fonctionnels en phlébologie. Piccin, Padova, 1983.
13. European Committee for Standardization (CEN). Non-active Medical Devices. Working Group 2 ENV 12718: European Pre-standard 'Medical Compression Hosiery.' CEN TC 205. Brussels: CEN, 2001.
14. Mosti GB, Mattaliano V.: Simultaneous changes of leg circumference and interface pressure under different compression bandages. EJVES 33:476-482;2007.
15. Partsch H. The use of pressure change on standing as a surrogate measure of the stiffness of a compression bandage. Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg. 2005; 30: 415-421
16. Partsch H. The static stiffness index: a simple method to assess the elastic property of compression material in vivo. Dermatol. Surg. 2005; 31 625-30
17. Partsch H., Clark M., Mosti G. et al. Classification of compression bandages: practical aspects. Derm. Surg. 2008; 34(5); 600-9.
18. EWMA focus document: LYMPHOEDEMA bandaging in practice. Medical Education Partnership Ltd; 2005.

Classification

At present an international or European consensus for bandage classification doesn't exist. Bandages are commonly classified based on:

- extensibility
- elasticity
- material function (fixing, compression)

Classification of bandages based on their extensibility

The bandage materials can be distinguished in:

- inextensible (zinc oxide bandage, Circ-Aid)
- short stretch (extensibility <70%)
- medium stretch (extensibility >70% <140%)
- long stretch (extensibility >140%).

Classification of bandages based on their elasticity

Elastic bandage (usually with long stretch as well) exerts its pressure when stretched. On one hand the elastic bandage tends to return to its original length when extended (squeezing effect) on the other the bandage gives way to the muscle expansion. Given these characteristics, the difference between resting and standing pressure is very low (SSI¹ lower than 10) as well as the systo-diastolic difference during walking. The bandage may exert a sustained pressure not well tolerated or unbearable especially at rest.

Inelastic bandage: (with short stretch or inextensible material) exerts its effect by resisting the increase of muscle volume during standing and walking; it produces a significant increase in the standing and working pressure, proportional to its stiffness so that the leg will give way. Inelastic bandages exert an intermittently strong or very strong pressure, relatively low at rest, therefore well tolerated, and high during muscular exercise; this causes an intermittent vein occlusion when the external pressure exceeds the intravenous pressure so

restoring a kind of valve mechanism. The SSI will always be high (greater than 10).

The inelastic non-stretchable bandage (zinc oxide or velcro bandages) is included in this group in a special position because of the invariability of its physical qualities². These materials do not extend and do not return to their original shape when stretched (inextensibility, inelasticity). The SSI is high, the highest obtained by compression devices. The resting pressure can be very low when the bandages are applied without stretch or high if the bandage is applied exerting more or less high stretch; in the first case this type of bandage is exceptionally well tolerated also in the supine resting position.

Classification of bandages based on their function

It comes from the English standard (BS 7505: 1995)³ that distinguishes the bandages in:

- conforming stretch bandage (padding, elastocrepe bandages)
- light support bandages (restricting limb movement and exerting an intermittent pressure).
- compression bandages that exert a mild (up to 20 mmHg), medium (up to 30 mmHg), strong (up to 40 mmHg) and very strong pressure (up to 60 mmHg).

The pressure exerted by the bandage is calculated at rest on a fixed ankle circumference (23 cm) with a bandage overlapping by 50%.

More recently a new classification has been proposed based on the 4 main characteristics of compression bandages: Pressure, Layers, Components, Elasticity: PLACE classification⁴. We propose that AIUC adopts this classification of compression bandages.

The bandages will be classified based on:

- pressure exerted at rest at the B1 region in the supine position: *mild* (< 20 mmHg), *medium* (20-40 mmHg), *strong* (40-60 mmHg) and *very strong* (> 60 mmHg) (Tab. I).
- layers: *multi-layer or single layer*; it is important to consider that the only single layer compression system is the elastic stocking. All

TABLE I. — *Classification of bandages based on pressure.*

Classification of bandages: pressure	
Mild	< 20 mmHg
Medium	between 20 and 40 mmHg
Strong	between 40 and 60 mmHg
Very strong	> 60 mmHg

TABLE II. — *Classification of bandages based on layers and components.*

Classification of the bandages by layers and components	
Single-layer single-component bandages	
Multi-layer single-component bandages	
Multi-layer multi-component bandages	

TABLE III. — *Classification of bandages based on elasticity and stiffness.*

Single-component bandages	Multi-component bandage kit
Elastic	Low stiffness
Inelastic	High stiffness

bandages are multi-layer because, even when overlapped by 50%, they will however be made up of two layers.

— components: *single-component* when made up of one material (e.g. Putter bandage made up of 2 Putterbinde), multi-component when composed of several components (e.g. Profore, Rosidal sys, Coban 2L) (Tab II).

— elasticity: *inelastic* if composed of non elastic, non extensible or slightly extensible material, and *elastic* if composed of elastic material. Nevertheless, we suggest this terminology should be used only for bandages with a single component when elasticity can be determined in the laboratory. When several components are used, as in bandage kits, the overall elasticity of the bandage cannot be measured in the

laboratory but only *in vivo*, measuring the exerted pressure and calculating the SSI. In this case it is better to distinguish the bandages in *high stiffness* if the SSI is more than 10 and *low stiffness* if the SSI is less than 10 (Tab. III).

Each bandage can be classified based on these characteristics. Tab. IV shows some examples.

Elastic stockings

Elastic stockings must also be classified because there is no accepted international standard for them either.

Elastic stocking can be divided into 3 categories⁵:

Preventive or support stockings: up to 18 mmHg: compression is restricted at the ankle area and diminishes rapidly with the increase in circumference of the leg. They are distinguished based not on exerted pressure but on their thickness measured in Denier (measuring unit of thickness of thread: 1 Denier (DEN) = weight in grams of 9 Km of thread).

The compression at the ankle is variable depending on the DEN:

- 40 DEN: <10 mmHg
- 70 DEN: 10-14 mmHg
- 140 DEN: 15-18 mmHg

They are only available in standard sizes, usually inexpensive but unable to exert sufficient compression in venous insufficiency.

Anti-thromboembolic stockings: 18±3 mmHg.

The antithromboembolic stocking is a therapeutic, elastic stocking made in such a way to be tolerable at rest, exerting a pressure of 18 +/- mmHg at the ankle. At present antithrombotic stockings exerting a stronger pressure (around 24 mmHg) are also found on the

TABLE IV. — *Some examples of bandages classified by PLACE. It must be observed that the pressure range depends on the stretch exerted during application. All bandages can also be applied with medium or low pressure. When applied according to manufacturer recommendations bandages should exert the indicated pressure range.*

Bandage	Pressure	Layers	Components	Elasticity
Pütter bandage®	Very strong	Multi-layer	Single-component	Inelastic
Profore®	Strong	Multi-layer	Multi-component	High stiffness
Rosidal sys®	Very strong	Multi-layer	Multi-component	High stiffness
Coban 2L	Strong	Multi-layer	Multi-component	High stiffness
Unna boot	Strong	Multi-layer	Multi-component	High stiffness
Elastic stocking	Mild/medium	Single-layer	Single-component	Elastic
Elastic kit	Medium/strong	Multi-layer	Multi-component	Low stiffness

TABLE V. — Pressure exerted by elastic stocking at B point depending on different National Standards. Values in mmHg

Compression class	CEN	UK	FR	CH	D
I	15-21	14-17	10-15	18-21	18-21
II	23-32	18-24	15-20	26-33	25-32
III	34-46	25-35	20-36	36-48	36-46
IV	>49	>35	>36	>54	>58

TABLE VI. — Pressure-decrease from ankle to calf and thigh depending on pressure exerted at ankle level at rest (according CEN).

Compression class	B ankle	B1	C calf	F o G thigh
I	100%	80-100%	60-80%	30-60%
II	100%	80-100%	60-80%	20-50%
III	100%	80-100%	50-70%	20-40%
IV	100%	80-100%	50-70%	20-40%

market but they didn't show any evidence of being more effective than the former.

There is no room for all these stockings in the treatment of skin ulcers.

Therapeutic stockings

The only stockings that have a place in the treatment of skin ulcers; they are made according to the specifications defined by National Institutes who certify the quality in terms of fabrication and exerted pressure according to the compression class they belong to.

The pressure exerted by elastic stocking is measured in the laboratory on an artificially cylindrical ankle.

It is different from country to country even within the same compression class (Tab V). Another meaningful parameter is the pressure-decrease from the ankle to the calf and the thigh. Tab. VI shows the pressure-decrease according to the European Committee for Normalization (CEN)⁶; it must be underlined that there are national differences regarding this parameter as well.

In Italy there is no specific standard for elastic stocking and some Italian manufacturers have adopted the RAL GZ 387 standard.

Elastic kits

At the moment kits available on the market for the treatment of skin ulcer are made up with two elastic stockings: one stocking that exerts a pressure of 18-24 mmHg and is left in

situ day and night to fix the dressing and guarantee a minimal compression day and night. It is removed only when the dressing is changed. The second stocking, exerting a pressure of 23-32 mmHg, is worn only during the day and is removed at bedtime.

If the stocking would be classified according to the PLACE classification it will be a compressive device with a mild/medium pressure single layer, single component and elastic.

In the case of the kit it will be classified as a compressive device with a medium/strong pressure, multi-layer, multi-component with a low stiffness (Tab IV).

References

1. Partsch H. The Static Stiffness Index (SSI) - a simple method to assess the elastic property of compression material in vivo. *Dermatol Surg* 2005;31:625-630.
2. Bassi Gl., Stemmer R.: *Traitements mécaniques fonctionnels en phlébologie*. Piccin, Padova, 1983.
3. British Standard Institute. Specification for the elastic properties of flat, non-adhesive, extensible fabric bandages. BS 7505:1995, London, British Standard Institute 1995.
4. Partsch H., Clark M., Mosti G. et al. Classification of compression bandages: practical aspects. *Dermatol. Surg.* 2008; 34(5); 600-9.
5. Mariani F. (Coordinator) Consensus Conference on Compression Therapy, Ila edizione. Ed. Minerva Medica, Torino 2009. Pag. 11-16.
6. CEN/TC 205 WG2 n° 179 (1996) e 196 (1998)

N.B. Our recommendation is that elastic stocking are classified based only on the pressure exerted at ankle level and not on an aspecific "compression class" so that there is no possibility of confusion between the different standards.

Physiopathology of compressive therapy

Introduction

Skin ulcers of the lower leg represent a serious pathology that affects 1 to 2% of the population¹, especially the elderly, and cause an extreme disruption in the quality of life of the patients and their families.

Studies on compressive therapy have shown how bandages and elastic devices not only constitute a valid treatment of this pathology but are extremely cost-effective². When the bandage is used together with moist dressings an even higher healing rate is reached^{3,4}.

Recently understanding pathophysiological mechanisms consistently improved but several aspects are to be further investigated⁵⁻¹⁰.

Venous hypertension

The great saphenous vein pressure at ankle level in the standing or sitting position is equal to the hydrostatic pressure produced by the height of the column of blood between the right atrium and the point where the pressure is measured (from 50 to 100 mmHg) and is exactly the same both in a healthy subject and a patient with vein insufficiency.

In a healthy subject, the combined action of the muscle pumps of the foot and calf during movement and the efficiency of the venous valve system ("valvulo-muscular pump", PVM), causes a reduction of pressure to 20-30 mmHg¹¹. In a patient with venous insufficiency (IVC) the incompetence of the venous valves and the consequent venous reflux cause less pressure reduction: this is called ambulatory venous hypertension. Sometimes, in more severe cases, the pressure can even increase.

It is caused mainly by the unsuccessful fractioning of the column of pressure by the incompetent valves and produces an increase in the hydrostatic pressure¹². This influences the microcirculation and creates an imbalance between the filtration pressure and interstitial fluid reabsorption, causing oedema.

Oedema is defined as an increase of inter-

The Starling equation

$$J_v = K_f [(P_c - P_i) - (\Pi_c - \Pi_i)]$$

Where:

- J_v is the net fluid movement between compartments.
- K_f is filtration coefficient
- P_c is the capillary hydrostatic pressure
- P_i is the interstitial hydrostatic pressure
- Π_c is the capillary oncotic pressure
- Π_i is the interstitial oncotic pressure

stitial fluid that determines a clinically evident accumulation in the tissue. The amount of accumulated fluid depends on the permeability of the capillary walls (coefficient of filtration) and the hydrostatic and oncotic pressure gradient between blood and tissue. The difference in oncotic pressure causes a reabsorption towards the compartment where the oncotic pressure is higher. The connection between these factors is represented by the Starling equation¹³.

Oedema is the first symptom of deterioration in chronic venous insufficiency (IVC) and can evolve towards an actual interstitial impairment with capillary thrombosis, hypoxia and tissue necrosis that lead to lipodermatosclerosis and ulceration.

The correction of venous hypertension and oedema is of crucial importance in the treatment of clinical manifestations of venous hypertension and can be obtained by compression therapy: applying an external pressure on the skin surface it counteracts the pathologic intravenous pressure.

In CVI compression therapy has demonstrated positive effects on venous, lymphatic and arterial macro- and microcirculation.

Effects on venous macro-circulation

Compression increases the interstitial pressure and reduces the venous diameter; these two effects lead to a) an increase of blood and lymph velocity and of the anterograde flow (towards the heart) b) a reduction of

Lymphangion is the segment of a collector between two valves. The valves direct the flow (from peripheral towards central and from the deep to the superficial system) and prevent reflux with spontaneous contractions. Activity, respiratory rhythm, artery pulsation and also bandaging can stimulate and increase the lymphangion contraction.

pathologic reflux c) a reduction of the hydrostatic and trans-mural pressure. The final result is a reduction of the filtration pressure, with reduced loss of capillary fluid, and an increased reabsorption of fluid into the lymphatic vessels resulting in the reduction and subsequent disappearance of oedema¹⁴⁻¹⁷.

Also documented: an increase in ejection fraction^{18,19}, a reduction in valve overloading⁶ and a decrease in the interstitial pressure in the long term¹⁷.

All these effects result in a reduction of t stasis and venous hypertension, improving and delaying the clinical manifestations of IVC.

Effects on microcirculation

Venous ambulatory hypertension causes significant alterations to microcirculation.

The neutrophils are activated, stuck to the endothelial cells and release cytokines, free radicals, proteolytic enzymes and platelet activation factors²⁰ causing endothelial damage. The slowing down of the flow and the greater blood viscosity causes capillary microthrombosis resulting in avascular areas and cell death²¹. Lipodermatosclerosis is also responsible for skin hypoxia caused by the reduced skin perfusion due to the high tissue pressure²³. Finally, venous hypertension leads to a filtration of protein macromolecules and to fibrin deposits around the capillaries; these fibrin cuffs have been blamed to reduce the exchange of oxygen and nutrients provoking tissue damage²⁴. In addition they may act as a scaffold for fibrosis.

Compression accelerates the microcirculatory blood flow, favours the leucocytes detachment from the endothelial cells and reduces further adhesion²⁵; by decreasing

blood viscosity, compression prevents parietal micro thrombosis¹⁴, ischemic tissue damage and cell death.

Compression reduces and softens lipodermatosclerosis and, therefore, favours skin circulation by reducing tissue pressure^{23,26}. Furthermore, compression reduces capillary filtration, increases the reabsorption of liquids and proteins thanks to the higher tissue pressure²¹, and exerts a fibrinolytic action.

Finally, compression releases anti-inflammatory, anti-coagulatory, fibrinolytic and vasodilating mediators from the endothelial cells.

These mediators together with the reduction of the oedema produces a reduction of pain and inflammatory reactions extremely frequent in venous insufficiency and promotes ulcer healing²⁷. Compression therapy also seems to reduce free radicals even if the mechanism is not yet clear²⁷.

Effects on lymphatic system

Some effects of bandaging are explained by its effect on the lymphatic drainage but the massive oedema reduction seems correlated more to a filtration reduction at capillary level (especially venous) than to an increased lymph drainage. Compression can a) reduce capillary filtration with a reduction of lymphatic overload, b) increase lymphatic reabsorption, especially of water (the reabsorption of proteins is poor and this requires constant compression when dealing with chronic oedema to prevent their reappearance), c) stimulate the flow of lymphatic and venous fluid towards the non compressed areas, d) increase the contraction of the lymphangion^{6,29,30} e) soften the fibrosclerotic tissue. This occurs thanks to the effect of compression on the microcirculation (acceleration of flow, detachment of white blood corpuscles from the endothelium and prevention of further adhesion) and to its capacity to modulate inflammatory receptors and mediators [CD14 and CD44, the interferon receptor (IFN α R), tumour necrosis factor-alpha (TNF- α), very late antigen-4 (VLA-4), receptor TNF - 1 (TNFR1)].

The combination of these actions lead to a

clear increase in the microcirculatory flow and a reduction of inflammation with tissue softening.

Effects on the arterial system

Precautions must be taken when applying a bandage to a patient with arterial disease because, if interface pressure exceeds the intra-arterial pressure (when considerably reduced), there is a critical reduction in the arterial flow with serious ischemic complications. Before applying the bandage, arterial pressure and flow must be carefully checked (objective examination to reveal arterial murmurs, pulse, Doppler velocimetry and Ankle-Brachial Pressure Index, ABPI). Conventional compression therapy must not be applied when the ABPI is less than 0,5 (in this case revascularization is mandatory) However; intermittent pneumatic pressure could be indicated when revascularization is not possible. Compression must be applied with reduced pressure when ABPI is between 0,5 and 0,8, ideally by an expert bandager. In patients with an ABPI in this range, the bandage does not necessarily reduce the arterial flow but, on the contrary, can increase the pulsatile flow³¹), reduce the venous pressure and improve the artero-venous gradient³².

In particular inelastic bandage applied with low pressure at rest, can be beneficial in case of leg oedema by acting like the intermittent pneumatic pressure promoting oedema reduction and increase of arterial flow; in fact, the pressure peaks during movement simulate those used in intermittent pneumatic compression.

Conclusions

About 70% of leg ulcers, presenting a venous or veno-lymphatic aetiology, can be treated with an adequate compression therapy. It has been noted that this therapy reduces the evolution of CVI, prevents post thrombotic syndrome³³ and favours ulcer healing (about 60-70% of ulcers heal within 12-24 weeks). Many studies have confirmed the

effectiveness of multi component bandages in the treatment of venous ulcers³⁴⁻³⁹.

Other types of compression therapy have a precise and effective role in reducing oedema and in maintaining the results: elastic devices³⁰, intermittent pneumatic compression⁴¹ and manual lymph drainage.

Compression therapy remains the only treatment with a high evidence grade (grade A) in the treatment of venous stasis ulcers, recommended by *The Cochrane Library* (evidence based medical documentation).

References

1. Morison M, Moffatt C. Leg Ulcers. Second edition, Mosby 1994.
2. Callam MJ, Harper DR, Dale JJ, Ruckley CV. Chronic leg ulceration: socio-economic aspects. *Scott. Med.J.* 33, 1988: 358-60.
3. Morrell CJ. Setting a standard for leg ulcer assessment. *J Wound Care*, Apr 1996, 316:173-75.
4. Lambourne LA. Clinical audit and effective change in leg ulcer services. *J Wound Care*, Sept 1996, 316:348-51.
5. Stemmer R, Marescaux J, Furderer C. Il trattamento compressivo degli arti inferiori. *Der Hautarzt*. Springer-Verlag 1980.
6. Partsch H. Compression therapy of the legs. A review. *Dermatol Surg Oncol* 1991;17:799-805.
7. Stacey MC, Falanga V, Marston W, Moffatt C, et al. The use of compression therapy in the treatment of venous leg ulcers: a recommended management pathway. *EWMA Journal* 2002; 2(1): 9-13.
8. Hafner J, Bottonakis I, Burg G. A comparison of multi-layer bandage systems during rest, exercise, and over 2 days of wear time. *Arch Dermatol* 2000; 136: 857-63.
9. Partsch H, Menzinger G, Blazek V. Static and dynamic measurement of compression pressure. In: Blazek V, Schultz-Ehrenburg U (Eds). *Frontiers in computer-aided visualization of vascular functions*. Aachen: Verlag, 1997.
10. EWMA – Position Document - Stansted News Limited, Bishop's Stortford, Gran Bretagna, Viking Print Services, GB, Ed. Jane Jones
11. Bergan JJ et al. Chronic venous disease. *N Engl J Med*. 2006 Aug 3;355(5):488-98.
12. Franceschi C. Teoria e pratica della cura CHIVA. Cap.II A/B/C/D Pag. 19-59 Il ruolo del bendaggio elastico nella terapia delle ulcere venose
13. Landis EM, Pappenheimer JR. Exchange of substances through the capillary wall. In: *Handbook of Physiology Circulation*. Washington: Am Physiol Soc 1963 (sect 2); II.
14. Emter M. Modification du flux sanguin dans les veines des membres inférieurs après compression. *Phlébologie* 1991;44:481-4.
15. Stoberl C, Gabler S, Parstch H. Indicationsgerechte Bestrumpfung – Messung der venosen Pumpfunktion. *Vasa*, 1989, 18, 35-9
16. Bollinger A, Leu AJ, Hoffman U. Microvascular changes in venous disease: an update. *Angiology* 1997; 48: 27-32
17. Allegra C. The role of the microcirculation in venous ulcers. *Phlebology*. 1994; 2:3-8.

18. Partsch H, Menzinger G, Mostbeck A. Inelastic leg compression is more effective to reduce deep venous refluxes than elastic bandages. *Dermatol Surg* 1999; 25: 695-700.
19. Mosti G, Mattaliano V, Partsch H. Inelastic compression increases venous ejection fraction more than elastic bandages in patients with superficial venous reflux. *Phlebology* 2008;23:287-294
20. Smith PC. The microcirculation in venous hypertension. *Cardiovasc Res* 1996;32: 789-95.
21. Bollinger A, Fagrell B. *Clinical Capillaroscopy*. New York: Hofgreffe & Huber 1991.
22. Pappas PJ, You R, Rameshwar P, Gorti R, et al. Dermal tissue fibrosis in patients with chronic venous insufficiency is associated with increased transforming growth factor-beta1 gene expression and protein production. *J Vasc Surg* 1999; 30:1129-45.
23. Chant A. The biomechanics of leg ulceration. *Ann R Coll Surg Engl* 1999;81:80-85.
24. Browse NL, Burnand KG. The cause of venous ulceration. *Lancet* 1982;2:243-5.
25. Abu-Own A, Shami SK, Chittenden SJ, et al. Microangiopathy of the skin and the effect of leg compression in patients with chronic venous insufficiency. *J Vasc Surg* 1994;19:1074-83.
26. Gniadecka M. Dermal oedema in lipodermatosclerosis: distribution, effects of posture and compressive therapy evaluated by high frequency ultrasonography. *Acta Derm Venereol* 1995;75:120-24.
27. Murphy MA, Joyce WP, Condron C, Bouchier-Hayes D. A reduction in serum cytokine levels parallels healing of venous ulcers in patients undergoing compression therapy. *Eur J Endovasc Surg* 2002;23:349-52.
28. Dai G, Tsukurov O, Chen M, Gertler JP, Kamm RD. Endothelial nitric oxide production during in-vitro simulation of external limb compression. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002;282:2066-75
29. Földi E, Jünger M, Partsch H. The science of lymphoedema bandaging. EWMA focus document. *Lymphoedema bandaging in practice*. London MEP Ltd; 2005:2-4.
30. Földi M, Földi E, Kubik S (eds). *Textbook of Lymphology for Physicians and Lymphedema Therapists*. San Francisco, CA: Urban & Fischer, 2003.
31. Mayrovitz HN. Compression-induced pulsatile blood-flow changes in human legs. *Clin Physiol* 1998; 18:117-124
32. Delis KT, Nicolaides AN. Effect of intermittent pneumatic compression on foot and calf on walking distance, hemodynamics and quality of life in patients with arterial claudication: a prospective randomized controlled study with 1 year follow-up. *Ann Surg* 2005; 241:431-441.
33. Brandjes DPM, Büller HR, Heijboer H, Huisman MV, de Rijk M, Jagt H et al: Randomised trial of effect of compression stockings in patients with symptomatic proximal-vein thrombosis. *The Lancet* 1997; 349: 759-62.
34. Partsch H. in "Management of leg ulcers" *Curr. Probl. Dermatol*. Ed. G. Burg vol. 27, 1999
35. O'Meara S, Cullum NA, Nelson EA. Compression for venous leg ulcers (Review). *The Cochrane Library* 2009, Issue 1.
36. Moffatt CJ, Franks PJ. Venous leg ulceration: Treatment by high compression bandaging. *Ostomy Wound Management*, 1995; 41(4) 16-25.
37. Moffat CJ, Franks PJ, Oldroyd M, Bosanquet N, Brown P, Greenhalgh RM, McCollum CN. Community clinics for leg ulcers and impact on healing. *British Medical Journal*. 1992; 305, 1389-1392.
38. Blair SD, Wright DD, Backouse CM, Riddle E, McCollum CN. Sustained compression and healing of chronic venous ulcers. *British Medical Journal*, 1988; 297, 1159-1161.
39. Simon DA, Freak L, Kinsella A, Walsh J, Lane C, Groarke L, McCollum C. Community leg ulcer clinics: a comparative study in two health authorities. *BMJ* 1996; 312: 1648-1651.
40. Horakova MA, Partsch H. Ulcères de jambe d'origine veineuse: indications pour les bas de compression? *Phlébologie* 1994; 47: 53-57.
41. Nelson EA, Mani R, Vowden K. Intermittent pneumatic compression for treating venous leg ulcers. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008.

Compression therapy: clinical indications

Compression therapy is indicated both for the treatment and for the prevention of recurrence of many types of skin ulcer¹:

- venous ulcer with no complications
- mixed ulcer
- arterial ulcer
- lymphatic ulcer
- ulcer caused by other factors
- recurrence prevention of venous and mixed ulcer

A precise diagnostic work-up of the ulcer is necessary before proceeding to bandage. For this purpose a Doppler examination is mandatory to calculate the ankle-brachial index (ABPI). The Doppler examination can supply useful information on the quality of arterial in-flow in the four limbs; the quotient between the systolic arterial pressure found at the ankle and the highest pressure found in the arm represents the ABPI that should be above 1 or 0.95¹².

In all uncertain cases the patient must undergo a colour duplex ultrasound to locate the location and extent of a possible atherosclerotic disease.

Venous ulcers

Rationale: reduce/eliminate venous hypertension; the pressure exerted by the bandage must be strong enough to equal or exceed the ambulatory venous hypertension during walking; The transmural pressure is reduced which then reduces filtration and favours fluid re-absorption.

The effects of compression in venous insufficiency are: reduction of vein volume and increase of venous flow velocity, reduction/elimination of both superficial and deep venous reflux, improvement of the muscle pumping and an increase of ejection fraction, reduction of ambulatory venous hypertension, increase of lymphatic drainage, reduction of oedema, shifting of blood volume into the central compartment (be careful when dealing with patients suffering from

congestive heart failure), improvement of microcirculation³⁻¹².

The inelastic (or high stiffness) bandage shows a greater haemodynamic effect because it produces higher pressures peaks during walking starting from a lower resting pressure and is therefore more comfortable. The better haemodynamic effect (compared to elastic material) seems to be correlated not only to higher orthostatic pressure but also to the intrinsic characteristics of the inelastic material that has the capacity of producing a higher difference between resting and standing pressure and higher walking pressure amplitudes (massage effect)^{10,11}.

This greater haemodynamic effect is the most likely explanation for the fact that the best results in venous ulcers have been reported with high pressure, multi component, inelastic bandages^{13,14}. Concerning the endless discussion on the presumed superiority of elastic bandages compared to inelastic it should be made clear that in all studies reporting this comparison¹⁵⁻²⁵ actually bandages with high stiffness and not "elastic" have been used²⁶. In the treatment of small ulcers of recent appearance, elastic tubular systems or elastic stocking kits capable of providing a standing pressure ≥ 40 mmHg. have also demonstrated to be as effective as bandaging²⁷⁻³¹.

As the effects of compression are much greater during movement, the patient must be encouraged to walk. In case of immobile or in poorly moving patients physiotherapy is recommended.

Mixed ulcers (venous and arterial)

In these ulcers the rationale of bandaging is the same as for venous ulcers although an accompanying arterial disease must be considered.

The type of bandage and exerted pressure are the same as already mentioned if the arterial damage is minimal and the ankle-

brachial pressure index (ABPI) is greater than 0.8. In this case we just recommend thicker padding layers to protect projecting bones and tendons.

In the case of a significant arterial disease, the pressure exerted by the bandage must be reduced to prevent possible ischemic damage (“mild” or “medium” pressure up to a maximum of 40 mmHg). The bandage must be inelastic and multi component in order to guarantee working pressure peaks and a low resting pressure achieving an “intermittent compression”.

This type of bandage, far from reducing the arterial flow, seems on the contrary able of increasing it³². Elastic bandages exerting a sustained pressure should be avoided because they may reduce the arterial flow in the resting position and will not be tolerated.

Arterial ulcers

Rationale: treatment/prevention of oedema; improvement of arterial flow induced by

the reduction of venous pressure and the increase of the arterio-venous pressure gradient.

If the ABPI is between 0.5 and 0.8 a bandage can be applied by an experienced bandager and with the necessary precautions: for the reasons already mentioned an inelastic bandage must be applied, with a low resting pressure (“mild” or “medium” pressure up to a maximum of 40 mmHg); however, the pressure must never exceed the arterial pressure.

When the ABPI is lower than 0.5 never apply a bandage and refer the patient to a vascular surgeon.

If in the patient with severe arterial disease revascularization is not feasible or has not been successful, intermittent pneumatic compression can be indicated. This has been proved effective not only in patients with a normal arterial flow but also in patients affected by critical chronic arterial disease and should be taken into consideration to increase the arterial flow³³⁻³⁸.

Dispelling myths	
Mith	Reality
An inelastic bandage loses pressure and effectiveness over time and must be frequently removed	An inelastic bandage loses pressure but maintains an effective standing pressure (40-60 mmHg) with mild pressure at rest (tolerable). personal data being printed.
In immobile, or poorly mobile patients an elastic bandage is preferable because it exerts a stronger pressure at rest	Inelastic bandages should be applied with a pressure at rest stronger than elastic bandages; the real difference between the 2 bandages is the higher standing pressure and the higher differences during movements (even passive) exerted by the inelastic ones. Finally in bed-ridden patients strong compression is unnecessary: in supine position 20 mmHg are enough to compress the venous system and exert thromboprophilactic effect
The bandage is painful	On the contrary an appropriate bandage can reduce the pain level(43-45); pain can be caused by an inappropriate or badly applied bandage

Lymphatic ulcers

Rationale: reduction of oedema, remodeling of leg, prevention of skin lesions.

An inelastic, multilayer and multi component bandage is indicated. The pressure range must be strong to very strong considering the fast pressure drop due to the oedema reduction. The pressure level should be lowered in case of usual co-morbidities like, for instance, arterial disease. The bandage needs to be renewed frequently especially in the initial phase of treatment because it tends to rapidly lose effect, due to a massive reduction of the oedema.

Special care must be taken in:

- modelling of the shape of the leg by filling the skin folds and adding supplementary protection to prevent the bandage from slipping.
- protection of the skin (often very fragile in these patients), also with use of emollients and supplementary protection at high

friction points, for instance Achilles or pre-tibial tendon, and the sole of the foot.

Since a great amount of fluid is shifted from the tissue into the central circulation, the use of diuretics and cardiotonics are requested in patients with heart disease to prevent congestive heart failure.

“Other” ulcers (vasculitis, pyoderma gangraenosum, connective tissue diseases)

Rationale: compression therapy is also justified for these ulcers because it reduces stasis and therefore it is able to treat/prevent oedema. There is an increase of the flow velocity in the microcirculation; a reduced deposition of circulating immunocomplexes; a reduced production of inflammation mediators (cytokines, TNF- α), and an increase of lymph-drainage³⁹. Once again the compression should be carried out using an inelastic

TABLE I. — *Indications for compression therapy: summary.*

Diagnosis	Reccomended treatment	Alternative
Venous ulcers	Compression with strong or very strong pressure; inelastic multi component bandage	Elastic kits or tubular systems that guarantee an orthostatic pressure of at least 40 mmHg
Mixed ulcers	Mild arteriopathy with ABPI >0,8: strong pressure compression can be done; inelastic multi component bandage; possible additional protection for projecting bones or tendons moderate arteriopathy (ABPI 0,5-0,8) or severe (ABPI <50): see below	
Arteriopathic ucers	Mild arteriopathy with ABPI>0.8: does not require strong pressure compression; medium pressure ; inelastic multi component bandage; possible additional protection for projecting bones or tendons moderate arteriopathy (ABPI 0,5-0,8): low pressure compression; inelastic multi component bandage; possible additional protection for projecting bones or tendons severe arteriopathy (ABPI < 0,5) abstain from compression therapy; revascularization of limb indicated. IPC when surgery is not possible	
Other ulcers	Mild or medium pressure compression; inelastic multi component bandage; possible additional protection for projecting bones or tendons	
Prevention of recurrence	Elastic stockings III or II class compression	Elastic bandage to be worn during the day that can be applied by the patient or patient's family

bandage; a medium or mild pressure can be sufficient for this category of ulcer. Particular attention must be placed on the protection of skin and projecting bones and tendons.

Prevention of recurrence

An elastic stocking is necessary to maintain the result and prevent recurrences. Higher pressure is more effective than lower pressure (II class compression: grade A): the maximum elastic compression tolerated by the patient should be prescribed⁴⁰⁻⁴².

Patient's compliance: it is important that the patient is motivated towards recovery and cooperates actively in the therapy.

In particular, in compression therapy it is important to encourage the patient to walk correctly because it is only during movement that the bandage is most effective.

Lastly the patient must be told to rest frequently during the day, in supine position with legs lifted up to favour the blood flow, and to avoid sitting or standing for long periods.

To be remembered

— Compression therapy is fundamental in the treatment of almost all ulcers.

— Before applying compression therapy, an accurate diagnosis must be made: in particular the presence of a significant arterial disease must be ruled out, as it is the only real contra-indication to bandaging.

— The patient's mobility or restricted mobility does not indicate the use of a particular type of bandage.

— The cost of compression therapy must be kept in mind: reusable material must be favoured to minimize costs.

— Patients suffering from venous ulcers should be considered for abolishment of venous reflux by surgery, endovenous procedures, sclerotherapy or wear compression systems all their lives to prevent recurrence.

References

- Mariani F. (Coordinator) Consensus Conference on Compression Therapy, II^a edizione. Ed. Minerva Medica, Torino 2009. Pag. 30-32.
- White C. Intermittent claudication. *N Engl J Med.* 2007;356:1241-50.
- Partsch B, Mayer W, Partsch H. Improvement of ambulatory venous hypertension by narrowing of the femoral vein in congenital absence of venous valves. *Phlebology* 1992;7:101-4.
- Ibegbuna V, Delis KT, Nicolaidis AN, Aina O. Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *J Vasc Surg.* 2003 Feb;37(2):420-5.
- Oduncu H, Clark M, Williams RJ. Effect of compression on blood flow in lower limb wounds. *Int Wound J.* 2004 Jun;1(2):107-13.
- Partsch H. Compression therapy in venous leg ulcers. How does it work? *Journal of Phlebology.* 2002;2:129-136.
- Van Geest AJ, Veraart JC, Nelemans P, Neumann HA. The effect of medical elastic compression stockings with different slope values on oedema. Measurements underneath three different types of stockings. *Dermatol Surg.* 2000 26:244-7.
- Mayrovitz HN, Larsen PB. Effects of compression bandaging on leg pulsatile blood flow. *Clin Physiol* 1997; 17:105-17.
- Lofferer O, Mostbeck A, Partsch H. Nuclear medicine diagnosis of lymphatic transport disorders of the lower extremities. *Vasa* 1972; 1: 94-102.
- Partsch H, Menzinger G, Mostbeck A. Inelastic leg compression is more effective to reduce deep venous refluxes than elastic bandages. *Dermatol Surg*1999; 25: 695-700.
- Mosti G, Mattaliano V, Partsch H. Inelastic compression increases venous ejection fraction more than elastic bandages in patients with superficial venous reflux. *Phlebology* 2008;23:287-92.
- Gohel MS, Barwell JR, Poskitt KR, Whyman MR Role of superficial venous surgery in patients with combined superficial and segmental deep venous reflux. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2004 Jan;27(1):106-7.
- O'Meara S, Cullum NA, Nelson EA. Compression for venous leg ulcers (Review). *The Cochrane Library* 2009, Issue 1.
- Partsch H et al. Evidence Based Compression Therapy. *Vasa* 2004; 34: suppl. 63 Partsch H. Do we still need compression bandages? Haemodynamic effects of compression stockings and bandages. *Phlebology* 2006; 21:132-138.
- Franks PJ, Moody M, Moffatt CJ et al. Randomised trial of cohesive short-stretch versus four-layer bandaging in the management of venous ulceration. *Wound Rep Reg* 2004;12:157-162.
- Moffatt CJ, Mcaullagh L, O'Connor et al. Randomized trial of four-layer bandage systems in the management of chronic venous ulceration. *Wound Rep Reg* 2003; 11:166-171.
- Fletcher A, Cullum N, Sheldon TA. A systematic review of compression treatment for venous leg ulcers. *BMJ* 1997;315:576-580
- Callam MJ, Harper DR, Dale JJ et al. Lothian Forth Valley leg ulcer healing trial—part 1: elastic versus non-elastic bandaging in the treatment of chronic leg ulceration. *Phlebology* 1992;7:136-41.
- Duby T, Hofman D, Cameron J et al. A randomized trial in the treatment of venous leg ulcers comparing short stretch bandages, four layer bandage system, and a long stretch-paste bandage system. *Wounds* 1993;5:276-9.
- Ukat A, König M, Vanscheid W et al. Short stretch versus multilayer compression for venous leg ulcers: a comparison of healing rates. *JWC* 2003;12:139-143.
- Scriven JM, Taylor LE, Wood AJ et al. A prospective

- randomised trial of four-layer versus short stretch compression bandages for the treatment of venous leg ulcers. *Ann R Coll Surg Engl.* 1998;80:215-20.
22. Nelson EA, Iglesias CP, Cullum N et al. Randomized clinical trial of four-layer and short-stretch compression bandages for venous leg ulcers. *Br J Surg.* 2004;91:1292-9.
 23. Cullum N, Nelson EA. Systematic reviews of wound care management: compression for the prevention and treatment of venous leg ulcers. *Health Technology Assessment* 2001;5:80-135.
 24. Partsch H, Damstra RJ, Tazelaar DJ et al. Multicentre, randomised controlled trial of four-layer bandaging versus short-stretch bandaging in the treatment of venous leg ulcers. *Vasa.* 2001 May;30(2):108-13.
 25. Blecken SR, Villavicencio JL, Kao TC. Comparison of elastic versus nonelastic compression in bilateral venous ulcers: a randomized trial. *J Vasc Surg.* 2005 Dec;42:1150-
 26. Mosti G, Mattaliano V, Partsch H. Influence of different materials in multi-component bandages on pressure and stiffness of the final bandage. *Derm Surg* 2008; 34:631-39.
 27. Partsch H, M. Flour, P. Coleridge Smith et al. Indication for compression therapy in venous and lymphatic disease. Consensus based on experimental data and scientific evidence. *International Angiology* 27: 193-219; 2008.
 28. Jünger M, Wollina U, Kohnen R, Rabe E. Wirksamkeit und Verträglichkeit eines Ulcus-Kompressionsstrumpfes zur Therapie des Ulcus cruris venosum im Vergleich zu einem Unterschenkelkompressionsverband-Resultate einer prospektiven, randomisierten, multizentrischen Studie. *Current Med Res Opin* 2004;20:1613-24.
 29. Jünger M, Partsch H, Ramelet AA, Zuccarelli F. Efficacy of a ready-made tubular compression device versus short-stretch compression bandages in the treatment of venous leg ulcers. *Wounds* 2004;16:313-20.
 30. Milic DJ, Zivic SS, Bogdanovic DC, Perisic ZD, Milosevic ZD, Jankovic RJ et al. A randomized trial of the Tubulcus multilayer bandaging system in the treatment of extensive venous ulcers. *J Vasc Surg* 2007;46:750-5.
 31. Mariani F, Mattaliano V, Mosti G et al. The treatment of venous leg ulcers with a specifically designed compression stocking kit. Comparison with bandaging. *Phlebologie* 2008; 37: 191-197.
 32. Mayrovitz HN. Compression-induced pulsatile blood flow changes in human legs. *Clin Physiol* 1998,18:117-24.
 33. Kavros SJ, Delis KT, Turner NS, Voll AE, Liedl DA, Gliviczki P, Rooke TW. Improving limb salvage in critical ischemia with intermittent pneumatic compression: a controlled study with 18-month follow-up. *J Vasc Surg.* 2008;47:543-9.
 34. Labropoulos N, Leon LR Jr, Bhatti A, Melton S, Kang SS, Mansour AM, Borge M. Hemodynamic effects of intermittent pneumatic compression in patients with critical limb ischemia. *J Vasc Surg.* 2005 ;42:710-6.
 35. van Bemmelen PS, Mattos MA, Faught WE, Mansour MA, Barkmeier LD, Hodgson KJ et al. Augmentation of blood flow in limbs with occlusive arterial disease by intermittent calf compression. *Vasc Surg* 1994;19:1052-8.
 36. Labropoulos N, Watson WC, Mansour MA, Kang SS, Littooy FN, Baker WH. Acute effects of intermittent pneumatic compression on popliteal artery blood flow. *Arch Surg* 1998;133:1072-5.
 37. Delis KT, Azizi ZA, Stevens RJ, Wolfe JH, Nicolaides AN. Optimum intermittent pneumatic compression stimulus for lower-limb venous emptying. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000;19:250-60.
 38. Delis KT, Nicolaides AN, Wolfe JH, Stansby G. Improving walking ability and ankle brachial pressure indices in symptomatic peripheral vascular disease with intermittent pneumatic foot compression: a prospective controlled study with one-year follow-up. *J Vasc Surg* 2000;31:650-61.
 39. Papi M. Le ulcere vasculitiche. *Acta Vulnol* 2003;1:9-19.
 40. Nelson EA, Bell-Syer SEM, Cullum NA. Compression for preventing recurrence of venous ulcers (Cochrane Review). *The Cochrane Library*, Issue 2, 2003. Oxford: Update Software.
 41. Franks PJ, Oldroyd MI, Dickson D, Sharp EJ, Moffatt CJ. Risk factors for leg ulcer recurrence: a randomised trial of two types of compression stockings. *Age Ageing* 1995; 24: 490-94
 42. Harper DJ, Nelson EA, Gibson B et al. A prospective randomised trial of class 2 and class 3 elastic compression in the prevention of venous ulceration. *Phlebology* 1995; Suppl. 1; 872-73.
 43. Franks, P.J., Moffatt, C.J., Bosanquet, N., Connolly, M., Greenhalgh, R.M., McCollum, C.N. 'Community leg ulcer clinics: effect on quality of life. *Phlebology* 1994;9: 83-86
 44. Corbett, C.R.C. 'Which patients should be selected for venous surgery?' In: Ruckley, C.V., Fowkes, F.G.R., Bradbury, A.W. eds *Venous Disease: Epidemiology, Management and Delivery of Care.* Springer Verlag, London 1999
 45. Polignano R, Bonadeo P, Gasbarro S, Allegra C. A randomised controlled study of four-layer compression versus Unna's Boot for venous ulcers. *J Wound care* 13(1):21-25;2004

The cost- effectiveness analysis of the use of bandages in the treatment of vascular ulcers

Venous ulcers mostly effect the elderly, whose quality of life is significantly worsened due to the pain and their isolation, because of malodorous secretions. This emerges from numerous observational studies among which is a recently published Italian study¹.

Unfortunately, venous ulcer treatment is still too often inadequate and consequently ineffective although evidence available indicates that compression therapy is without doubt very effective. In particular, strong pressure compression results more effective than mild pressure compression².

The cost-effectiveness of compression therapy is difficult to calculate because of the different types of compression, the patient's characteristics (in relation to comorbidity) and assistance setting. For this reason the publications in the Cochrane review do not provide sufficient data to establish a cost-effectiveness relation for each therapy².

In order to examine the economical aspects of compression therapy in more detail, Peter Franks applied a cost-effectiveness model to the clinical results of 5 studies relative to the costs sustained by the National Health Service (NHS) in the United Kingdom³. These studies described random clinical experiences and experiments published about 10 years ago^{4,8} in which the results of two different approaches in managing patients with venous ulcers were reported.

A "systematic approach with the application of strong pressure multi-component compression on all patients" was compared to a traditional approach (that is without the systematic use of strong pressure multi-component compression). The clinical and economical data relative to traditional treatment usually refer to the period before the introduction of a systematic approach using strong compression. All studies agree that the healing rate at 12 weeks is around 20-26% with traditional treatment. Morrell and Simon^{4,5} report that the introduction of special surgeries for the ulcers treatment increases the healing rate at 12 weeks ranging from 34%

(Morrell) to 42% (Simon). In random clinical studies the healing rates are much higher (72-75%) but this data appears in relation to the criteria of patient selection.

In order to obtain a result as near as possible to an average local Health Department practice, Franks selected Morrell's data⁴, the only study reporting a healing rate at 12, 24 and 52 weeks. This study presents clinical results in the systematic use of multi-component compression lower than the other studies, allowing a cautious assessment. If we compare treatment costs of "systematic compression" and the "traditional approach", there is an obvious advantage in the weekly cost for the systematic compression treatment. In fact the higher unit cost of the multi-component bandage is widely compensated by the improvement of the other parameters, in particular the interval between the dressings, that is doubled, and the much faster healing time (Tab. I).

In the clinical setting the systematic compression therapy approach produces an increase by 10% in healing rate and a shorter treatment period by about 20% (Tab. II). The number of recurrences is roughly the same but this is not caused by the treatment of the ulcer but by the management of patients and their disease after the healing. The difference in annual costs depends on bandage material costs (> for the multi-component), time needed to for each application (largely the same), the number of weekly applications (about half for the multi-component), recovery time (20% lower for the multi-component) and the recovery percentage (> for the multi-component). In conclusion, the saving of money and time in the systematic compression therapy approach is significant.

A limitation in Frank's analysis is that only the ulcers that can be treated with strong pressure have been taken into consideration. In fact there is a general agreement on limiting strong pressure treatment to uncomplicated venous ulcers.

Frank's considerations cannot be applied to

TABLE I. — *Weekly costs (non healed lesions) from Franks PJ, modified.*

	Systematic compression therapy		Usual therapy	
	Cost	%	Cost	%
Nursing cost	€ 24	(60,0)	€ 24	(80,0)
Medication/bandages	€ 13	(32,5)	€ 3	(10,0)
Other costs	€ 3	(7,5)	€ 3	(10,0)
Total weekly cost	€ 40		€ 30	
Frequency (weekly)	1,1		2,2	
Total weekly cost	€ 44		€ 66	

NOTES ON COSTS

1. £1 = 1,5 euro (€)
2. Usual Therapy = data based on 2000 prices published in Simon's study (3)
3. Strong compression bandages (4 components) = cost Profore®(9)
4. Nursing cost = average cost of a local Health Department nurse's visit including transport (8)
5. Bandage changing frequency: usual therapy = data based on Morrell's studies (4) Freak (10) and Simon (3); compression therapy = data based on Morrell (4) e Simon's study (10)

ulcers accompanied by a more or less serious reduction in the arterial flow or movement limitation, for which strong pressure bandages are not advised or even contraindicated ¹².

Another limit of the evaluation that Franks himself points out in the data analysis, is that only the final costs of treatment were compared, neglecting the total costs sustained by the National Health to maintain a specialized department able to provide "systematic compression treatment". To guarantee the availability of a Doppler ultrasound diagnosis and the continuous training of personnel, has a cost that reduces the margins observed.

Furthermore a defined point of observation needs to be chosen when dealing with the socio-economic aspects of treatment. If the cost-effectiveness relation for the Health Department providing the assistance is considered or if the patient's prospective in terms of individual costs and quality of life are considered the results are very different.

The economic impact of venous ulcer treatment for the Health System is nevertheless very high. Some English research on costs of medication materials and bandages estimate a cost of between 2-3% of the national health budget ¹³⁻¹⁴; furthermore, venous ulcer

TABLE II. — *Estimated costs and results (from Franks, based on Morrel's data, modified)*

	Systematic compression therapy	Usual therapy
Ulcer healing at 12 weeks	34%	24%
Ulcer healing at 24 weeks	58%	42%
Ulcer healing at 52 weeks	71%	60%
Average healing time	19-20 weeks	35-36 weeks
Recurrences (within 52 weeks)	17 (24%)	13 (22%)
Average cost per patient	€ 1.205	€ 2.135
Healing cost	€ 1.697	€ 3.558

treatment takes up 50% of the District Nurses' time ¹⁴.

From the point of view of the Health Department it is of primary importance to provide the most effective treatment at the lowest cost.

From the patient's point of view the cost-effectiveness relation of the treatment depends on both the elements related to the ulcer (dimension, duration and limb mobility) and elements not related to venous pathology. The availability of effective treatment depends also on the accessibility to the treatment centres (mobility level, transport cost etc.), and the suppression of cultural barriers that cause the patient to consider the disease ineluctable.

In the past it was already indicated that mostly people with modest living conditions were affected with venous ulcers but also recent research underline the importance of elements such as social class, loneliness and the accessibility of heating at home ¹⁵⁻¹⁶.

In Italy, the availability of compression therapy is limited by the National Health Service regulations, resulting in an insufficient access to bandages and an inadequate distribution of professional proficiency, especially in the domestic area.

It is discouraging to note that, in spite of evidence published in the Cochrane Library ², in our country there isn't any reimbursement of cost of bandages and elastic stockings. Only the Autonomous Province of Bolzano approved (B.U. 14 January 1986) the reimbursement of compression bandages, zinc paste bandages and therapeutic compression stockings. Also the reimbursement for com-

pression bandage application in the practice (about € 8.00) is absolutely inadequate. Often therefore, the patient himself has to buy the necessary material to be treated. The scarce economical resources and high product cost mean that a large number of patients especially the elderly, are excluded from this effective treatment¹⁷.

Furthermore, patients with venous ulcers often have a limited mobility that reduces their possibility of undergoing surgery. These patients are referred to out-patient service whose nurses are not expert in bandaging and have inadequate material available.

These limits to the use on adequate dressing and compression still exist despite the result of a recent Italian study of patients treated at home. This study reported a significant clinical, economical and management improvement obtained by organizing assistance based on diagnostic support, professional training and adequate product availability. Even if this study took into consideration mostly pressure related lesions, in the few patients with vascular skin ulcers, positive clinical and economical results were registered; as well as the advantage of a rapid recovery, the higher unit cost linked to the use of moist wound dressings and specific bandages, was compensated by the lower frequency of application and rapid recovery¹⁸.

References

1. Guarnera G, Tinelli G, Abeni D, Di Pietro C, Sampogna F, Tabolli S. Pain and quality of life in patients with vascular leg ulcers: an Italian multicentre study. *J Wound Care*. 2007 Sep;16(8):347-51.
2. O'Meara S, Cullum NA, Nelson EA. Compression for venous leg ulcers (Review). *The Cochrane Library* 2009, Issue 1.
3. Franks PJ, Posnett J. Cost-effectiveness of compression Therapy. *Understanding compression Therapy*. EWMA position document. MEP, 2003 ([Http://ewma.org](http://ewma.org)).
4. Simon DA, Freak L, Kinsella A, Walsh J, et al. Community leg ulcer clinics: a comparative study in two health authorities. *BMJ* 1996; 312: 1648-51.
5. Morrell CJ, Walters SJ, Dixon S, Collins K, et al. Cost effectiveness of community leg ulcer clinics: randomised controlled trial. *BMJ* 1998. 316: 1487-91.
6. Taylor AD, Taylor RJ, Marcuson RW. Prospective comparison of healing rates and therapy costs for conventional and four-layer high-compression bandaging treatments for venous leg ulcers. *Phlebology* 1998; 13: 20-24.
7. Marston WA, Carlin RE, Passman MA, Farber MA, Keagy BA. Healing rates and cost efficacy of outpatient compression treatment for leg ulcers associated with venous insufficiency. *J Vasc Surg* 1999; 30:491-98.
8. Moffatt CJ, Simon DA, Franks PJ, Connolly MF, et al. Randomised trial comparing two four-layer bandage systems in the management of chronic leg ulceration. *Phlebology* 1999; 14: 139-42.
9. Netten A, Curtis L. Unit Costs of Health and Social Care 2000. Personal Social Services Research Unit, University of Kent.
10. Drug Tariff. London: The Stationery Office, 2002.
11. Freak L, Simon D, Kinsella A, McCollum C, et al. Leg ulcer care: an audit of cost-effectiveness. *Health Trends* 1995; 27: 133-36.
12. World Union of Wound Healing Societies (WUWHS) – Principle of best practice: compression in venous leg ulcers: a consensus document. London, MEP Ltd, 2008.
13. Wilson E. *Health trends*, 1989.
14. Bosanquet N, Franks PJ, Moffatt C et alii, Community leg ulcer clinics: cost-effectiveness. *Health Trends*. 1993-94;25(4):146-8.
15. Franks PJ, Moffatt CJ, Connolly M, Bosanquet N, Oldroyd MI, Greenhalgh RM, McCollum CN: Factors associated with Healing Leg Ulceration with High Compression. *Age and Ageing*, 1995; 24: 407-410.
16. Margolis DJ, Berlin JA, Strom BL: Risk factors associated with the Failure of a venous leg Ulcer to Heal. *Arch. Dermatol*, 1999; 135:920.
17. Polignano R: Analisi dei problemi nella gestione delle ulcere venose degli arti inferiori. *Helios Aggiornamenti in Wound Care*, 2000,1,4.
18. Masina M. et al. Ottimizzazione delle risorse nella gestione dei pazienti affetti da ulcere cutanee in assistenza domiciliare: una esperienza gestionale. *Sanità pubblica e privata*. 2005, n. 1, pag 75-79.

La terapia compressiva nel trattamento delle ulcere cutanee

G. MOSTI, V. MATTALIANO, R. POLIGNANO, M. MASINA*

Prefazione

Mi devo congratulare con il gruppo di esperti che hanno sviluppato questo documento di consenso per aver prodotto linee guida chiare ed aggiornate sul trattamento delle ulcere delle gambe mediante terapia compressiva.

In questo documento viene proposta una classificazione dei presidi compressivi basata più sulla loro performance in vivo che sui dati di laboratorio forniti dai produttori stessi. Questo è diventato possibile grazie all'introduzione di sistemi di misura della pressione sottobendaggio nella singola gamba che esprime "il dosaggio" della terapia compressiva. La misura della pressione ha migliorato la nostra comprensione della terapia compressiva ed è anche molto utile ai fini dell'addestramento alla compressione.

Poiché la maggior parte dei bendaggi eseguiti nella pratica quotidiana consistono nella combinazione di diversi tipi di materiale, tutti con differenti proprietà elastiche, le caratteristiche fisiche di ogni singolo componente sono insufficienti a descrivere la performance del bendaggio finale.

I complessi effetti della compressione sono spiegati come fondamento logico per le indicazioni cliniche che non si concentrano solo sulle ulcere venose ma includono anche quadri clinici complicati come le ulcere arteriose e miste e l'interessamento linfatico.

Nell'ultima parte del documento viene discusso il rapporto costo/beneficio della terapia compressiva.

Noi viviamo in un'epoca in cui, qualche volta, si pensa che il trattamento locale "facile e moderno" sia capace di sostituire la "vecchia e ingombrante" terapia compressiva.

Non c'è alcun dubbio che la compressione sia una parte essenziale della terapia dell'ulcera che non può essere rimpiazzata ma solo integrata dalla terapia locale. Dopo che l'ulcera è guarita proseguire la compressione è obbligatorio per evitare la recidiva dell'ulcera il cui trattamento è certamente più dispendioso del proseguimento della terapia compressiva.

Io spero e mi auguro che questo documento di consenso di AIUC non solo supporti il lavoro quotidiano di chi aderisce a questa associazione ma anche che aiuti e convinca tutti coloro che giornalmente si prendono cura di questa patologia al di fuori di questa comunità di specialisti.

Hugo Partsch, M.D.
Professore of Dermatologia e Angiologia
Università di Medicina di Vienna

Maggio 2009

*Componenti del Gruppo di Studio "Terapia Compressiva" di AIUC che hanno revisionato e concordato con il documento: Giuseppe Nebbioso, Simone Serantoni, Fabrizio Mariani, Enzo Giraldo, Giacomo Failla, Paolo Tanasi, Sergio Bruni, Giorgio Guarnera, Battistino Paggi, Marisa di Vincenzo, Riccardo Conte, Paolo Palumbo, Giovanni Farina, Aldo Crespi, Anna Lombardi, Cinzia Lunghi, Lucia Marigo, Adriana Visonà, Massimo Mantero.

Introduzione

L'efficacia della terapia compressiva nel trattamento delle ulcere degli arti inferiori è ben conosciuta fin dall'antichità¹. Attualmente, grazie a molti studi che ne riconoscono l'efficacia terapeutica², alla terapia compressiva è stato riconosciuto un grado di evidenza molto elevato^{3,4}. La compressione si è dimostrata utile in molti tipi di ulcera delle gambe e rappresenta sicuramente un trattamento chiave nella cura delle malattie flebo-linfatiche.

Ciononostante non vi è chiarezza, ancor oggi, sulla terminologia usata e vi è una totale mancanza di accordo sugli aspetti classificativi.

La proposta di un accordo sulla terminologia e sulla classificazione serve a fornire uno strumento utile per un linguaggio condiviso ed una miglior comprensione reciproca.

Definizioni

Si suggerisce innanzitutto di abbandonare la dizione "Elastocompressione" e di adottare la terminologia internazionalmente riconosciuta di "Terapia compressiva".

La terapia compressiva si esercita infatti mediante materiali elastici, poco elastici e totalmente anelastici. Il termine elastocompressione sembra invece sottintendere che si usino, in questo trattamento, solo materiali elastici e questo può essere fonte di errori o incomprensioni.

Elasticità: è la capacità della benda di riprendere la forma originale quando sia stata estesa; essa è dovuta all'aggiunta di fili elastici nel senso longitudinale della benda. In base all'elasticità i bendaggi si suddividono in elastici ed anelastici.

Potenza elastica: è determinata dalla forza richiesta per ottenere un determinato allungamento.

Tensione: prodotta inizialmente dalla forza esercitata per estendere la benda; una volta confezionato il bendaggio il mantenimento

della tensione applicata dipende dalle proprietà elastomeriche (isteresi - curve di allungamento e retrazione) del tessuto usato a loro volta dipendenti dai tipi di filato e dai metodi costruttivi.

Estensibilità: è la capacità di allungamento della benda se sottoposta a stiramento. Si determina misurando l'allungamento della benda quando vi si applichi un carico di 10 Newton (N) per cm di altezza. L'estensibilità viene misurata in laboratorio ed espressa come percentuale della lunghezza a riposo ed è, attualmente, l'unica caratteristica che ci viene fornita dalle compagnie costruttrici di bende. Essa non ha alcuna rilevanza clinica se non viene contemporaneamente indicato il grado di elasticità e di potenza della benda. Infatti vi sono delle bende alle quali, per raggiungere un'estensione simile, devono essere applicate forze di intensità molto diversa⁵.

In base all'estensibilità i bendaggi si suddividono in:

- inestensibili
- estensibili (a corto, medio e lungo allungamento).

Bloccaggio: è quella condizione per cui una volta raggiunta una data estensione la struttura fisica della benda impedisce ulteriori allungamenti. Ad esempio le bende a corta estensibilità (40-70%) dovrebbero bloccarsi raggiunto il 70% che è il massimo della loro estensibilità mentre le bende a lunga estensibilità dovrebbero bloccarsi oltre il 140%.

Isteresi: indica la capacità del materiale estensibile di recuperare la sua dimensione originale dopo che sia cessata la forza defor-

N.B. *estensibilità* ed *elasticità* vengono erroneamente considerati sinonimi mentre il loro significato è completamente diverso:

* *estensibilità* è la capacità della benda di allungarsi quando sottoposta ad una forza traente

* *l'elasticità* è la capacità della benda di riprendere le sue dimensioni originali una volta che sia stata estesa

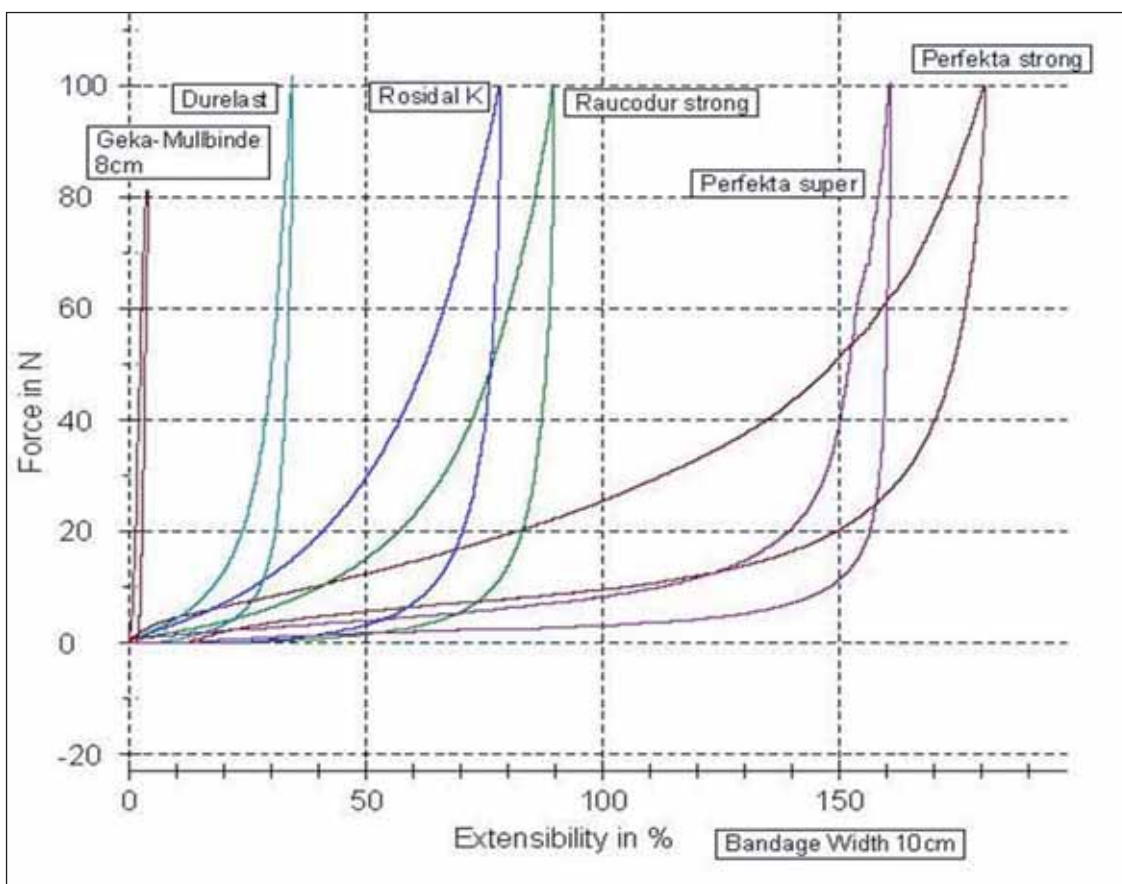


Figura 1. — Diagramma forza-allungamento di diversi tipi di bende.

mante ed è in relazione alla estensibilità, alle proprietà visco-elastiche del tessuto ed all'attrito fra le varie spire⁶.

Questo principio trova la sua rappresentazione nel "Diagramma di Forza-Allungamento" di un tessuto elastico: la trazione a cui è sottoposta la benda la porta ad avere una lunghezza a riposo maggiore di quella iniziale in quanto la deformazione è stata causata da un assorbimento di energia che non viene resa (Figura 1). Ciò denota la perdita di elasticità di una benda tra l'allungamento e la retrazione. Si ritiene che l'isteresi influenzi la stabilità del sistema di bendaggio e il mantenimento della pressione nel tempo ma non vi sono dati certi che confermino questa asserzione.

Pressione di interfaccia: si intende la pressione esercitata dal bendaggio che viene misurata nell'interfaccia benda-cute. La misu-

razione della pressione di interfaccia è oggi resa possibile dall'introduzione sul mercato di apparecchi semplici da usare ed a basso costo⁷.

La pressione esercitata dal bendaggio dipende dalle caratteristiche tessili ed elastomeriche della benda, dalla tensione che le viene applicata, dal numero degli strati che si sovrappongono e dalle caratteristiche anatomiche (grandezza e forma) dell'arto sottoposto a bendaggio.

L'interazione quantitativa di questi eventi è espressa dalla *Legge di Laplace*: (rivisitata da Thomas^{8,9} in base alla quale la pressione applicata P) sarà direttamente proporzionale alla tensione (T) del tessuto elastico ed al numero di spire applicate (n) mentre sarà inversamente proporzionale al raggio di curvatura della superficie compressa (r) e all'altezza della benda (h).

Legge di Laplace $P = Tn/rh$
 P = pressione esercitata sulla superficie cutanea
 T = tensione del tessuto elastico
 n = numero di spire applicate
 r = raggio di curvatura della superficie compressa
 h = altezza benda

Secondo la legge di Laplace, a parità di tensione applicata, la pressione decrescerà con l'aumentare del raggio di curvatura dell'arto e quindi, senza variare la tensione di applicazione, per la conformazione a cono rovesciato della gamba, otterremo una pressione decrescente dal basso verso l'alto. In base ai raggi di curvatura delle strutture anatomiche dobbiamo anche sapere che la pressione esercitata dal bendaggio è fortissima sul tendine di Achille e sulla salienza ossea della cresta tibiale (raggio di curvatura molto piccolo) mentre sarà ridotta posteriormente al polpaccio (raggio di curvatura ampio) e addirittura nulla se non negativa a livello delle cavità retromalleolari.

Dovremo quindi aumentare il raggio in modo tale da ridurre la pressione in tutte le aree anatomiche a raggio ridotto e quindi a rischio di essere sottoposte ad una pressione troppo elevata; dovremo, ad esempio, aumentare il raggio con l'applicazione di cotone di Germania, viscosa o gomma piuma per proteggere le sporgenze ossee o tendinee (smussare gli spigoli).

Dovremo invece ridurre il raggio della superficie da bendare con l'applicazione di spessori supplementari per aumentare la pressione in tutti quelle aree anatomiche in cui verrebbe applicata una pressione ridotta (una zona convessa con un raggio di curvatura grande, una superficie piana o addirittura una concavità).

La pressione esercitata dal bendaggio varia a seconda delle condizioni di staticità o di movimento. Si parlerà, quindi, di "pressione supina", "pressione ortostatica (o standing)"

e "pressione di lavoro"¹⁰. La loro misurazione in vivo ed il calcolo della rigidità (stiffness) sono state raccomandate ed è stata definita una serie di norme a cui attenersi per una corretta misurazione.

Pressione supina o di riposo: è la pressione applicata a riposo e dipende, come detto, dalla tensione che diamo alla benda, da quanto la sovrappriamo, dal raggio di curvatura della gamba e dall'altezza della benda.

La pressione di riposo è una pressione statica e viene misurata, per definizione, sull'arto in posizione supina.

Pressione ortostatica (o standing) e pressione di lavoro: sono le pressioni esercitate dal bendaggio quando il paziente assume la posizione eretta statica oppure cammina. Esse risultano dalla resistenza che la benda oppone alla espansione dei muscoli al momento della loro contrazione e sono direttamente proporzionali alla rigidità della benda: maggiore è la rigidità della benda più alte sono la pressione ortostatica e di lavoro.

La pressione ortostatica viene sempre misurata nell'arto in posizione eretta immobile ed è una pressione statica mentre la pressione di lavoro viene misurata durante il movimento.

Rigidità (o stiffness): è la capacità della benda ad opporsi all'espansione del muscolo al momento della sua contrazione e dipende dal materiale usato nella sua costruzione. Essa sarà tanto maggiore quanto minore è l'elasticità della benda e più corta la sua estensibilità. La capacità di opporsi al cambio della geometria muscolare in ortostatismo ed in movimento può generare alti picchi pressori (60-80 mmHg) in grado di occludere in modo intermittente il sistema venoso e ripristinare, quindi, una sorta di meccanismo valvolare. Questo porta a sua volta una riduzione del reflusso e della ipertensione valvolare deambulatoria¹².

Il Comitato Europeo per la Standardizzazione (CEN)¹³ definisce la Stiffness come l'incremento della pressione del bendaggio

$$\text{SSI} = \frac{\text{Indice Statico di Stiffness (H. Partsch)}}{\text{pressione ortostatica - pressione supina}} = \frac{1}{1}$$

$$\text{mSSI} = \frac{\text{Indice Statico di Stiffness (CEN)}}{\text{pressione ortostatica - pressione supina}} = \frac{1}{\text{diametro polpaccio (ortostatismo-supino)}}$$

(dato dalla resistenza offerta dalle bende) all'aumento di 1 cm della circonferenza dell'arto secondo la formula:

$\frac{\text{pressione ortostatica} - \text{pressione supina}}{\text{reale incremento volumetrico del polpaccio}}$

La stiffness del bendaggio calcolata in accordo con la definizione del CEN necessita della misura simultanea di pressione di interfaccia e variazioni volumetriche dell'arto mediante pletismografia strain gauge. L'indice di stiffness così calcolato ha mostrato una sensibilità ed una specificità elevatissime nel distinguere bendaggi elastici ed anelastici¹⁴. Questo metodo presenta lo svantaggio di richiedere un'attrezzatura complessa, non disponibile in tutti i laboratori flebologici, e necessita di molto tempo per la sua esecuzione.

Per semplicità è stato proposto di considerare sempre pari ad 1 cm l'aumento del diametro del polpaccio passando dalla posizione supina a quella eretta per cui la formula semplificata sarà: $\frac{\text{pressione ortostatica} - \text{pressione supina}}{1}$ ossia $\frac{\text{pressione ortostatica} - \text{pressione supina}}{1}$. Tale indice, definito come Indice Statico di Stiffness (SSI)^{15, 16}, deve essere misurato nel segmento di gamba che mostra il massimo incremento volumetrico nel passaggio dalla posizione supine alla posizione in piedi e che è situato circa 10-12 cm al di sopra del malleolo interno, medialmente alla tibia (punto B1).

Se confrontato con l'Indice di Stiffness misurato secondo la definizione del CEN, l'Indice Statico di Stiffness ha mostrato la stessa sensibilità ed una specificità lievemente inferiore per cui se ne consiglia l'adozione proprio in virtù della sua semplicità di calcolo¹⁴.

Alta/bassa pressione: si suggerisce di abbandonare termini aspecifici e di riferirsi sempre a precisi valori pressori (vedi il paragrafo Classificazione). Quando parliamo di pressione leggera, moderata, forte o molto forte dobbiamo conoscere e concordare sui valori pressori a cui questi termini si riferiscono.

Bendaggio multistrato/multicomponente (vedi il paragrafo Classificazione); il termine "multistrato" è usato in maniera impropria: tutti i bendaggi sono multistrato perché c'è

sempre una qualche sovrapposizione della benda; il termine multicomponente definisce meglio i bendaggi composti di più materiali^{2,17} sinora definiti come "multistrato".

Nella letteratura anglosassone si incontrano spesso i termini "long stretch bandage" come sinonimo di "elastic bandage" o "short stretch bandage" come sinonimo di "inelastic bandage". Questa terminologia può generare confusione perché vengono usati come sinonimi 2 caratteristiche "elasticità" ed "estensibilità" che sono invece molto diverse (v. sopra). Ne è necessaria una chiara definizione.

Long stretch: si intende un bendaggio elastico costituito da materiale con un'estensibilità >100%.

Short stretch: si intende un bendaggio anelastico costituito da bende con un'estensibilità massima < 100%; il bendaggio anelastico nella letteratura anglosassone comprende quelli costituiti da bende totalmente inestensibili fino a quelli short stretch. Pertanto sono definiti anelastici tutti i bendaggi con un'estensibilità < 100%.

Bibliografia

1. Negus D. Historical background. In Leg ulcers: a practical approach to management. Oxford: Butterworth-Heinemann 1991; 3-10.
2. O'Meara S, Cullum NA, Nelson EA. Compression for venous leg ulcers (Review). The Cochrane Library 2009, Issue 1.
3. Partsch H et al. Evidence Based Compression Therapy. Vasa 2004; 34: suppl. 63 Partsch H. Do we still need compression bandages? Haemodynamic effects of compression stockings and bandages. Phlebology 2006; 21:132-138.
4. Vin F. International consensus conference on compression. Phlebologie 2003;56:315-67
5. Thomas S. Bandage and bandaging. The science behind the art. Care Science and Practice 1990;8(2): 57-60.
6. WUWHS. Compression bandaging: compression in venous leg ulcers. A consensus document. London; MEP Ltd 2008. Pag.2
7. Mosti G., Rossari S. L'importanza della misurazione della pressione sottobendaggio e presentazione di un nuovo strumento di misura. Acta Vulnol 2008; 6: 31-36.
8. Thomas S. The use of the Laplace equation in the calculation of sub-bandage pressure. World Wide Wounds 2002 (updated 2003).
9. Stemmer R. Teoria e pratica del trattamento elastocompressivo. Chirurgia vascolare P. Belardi vol. II cap. 48 pag.575-593 - Ed. Minerva Medica
10. Haid H., Schoop W.: Eine neue Methode zur Messung und Registrierung des Andruckes unter Kompressionverbanden. Med. Welt 1965;37:2110-3.

11. Partsch H, Clark M, Bassez S et al. Measurement of lower leg compression in vivo: recommendations for the performance of measurements of interface pressure and stiffness. *Derm Surg* 2006;32:224-233.
12. Bassi Gl., Stemmer R.: *Traitements mécaniques fonctionnels en phlébologie*. Piccin, Padova, 1983.
13. European Committee for Standardization (CEN). Non-active Medical Devices. Working Group 2 ENV 12718: European Pre-standard 'Medical Compression Hosiery.' CEN TC 205. Brussels: CEN, 2001.
14. Mosti GB, Mattaliano V.: Simultaneous changes of leg circumference and interface pressure under different compression bandages. *EJVES* 2007; 33:476-482.
15. Partsch H. The use of pressure change on standing as a surrogate measure of the stiffness of a compression bandage. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2005; 30: 415-421
16. Partsch H. The static stiffness index: a simple method to assess the elastic property of compression material in vivo. *Dermatol. Surg.*2005; 31 625-30
17. Partsch H., Clark M., Mosti G. et al. Classification of compression bandages: practical aspects. *Derm. Surg.* 2008; 34(5); 600-9.
18. EWMA focus document: LYMPHOEDEMA bandaging in practice. Medical Education Partnership Ltd; 2005.

Classificazione

L'esigenza di riproporre una classificazione dei presidi compressivi nasce dalla constatazione che non esiste attualmente alcuna normativa internazionale né europea comunemente accettata per la loro classificazione.

Tra i presidi compressivi si distinguono le bende e le calze elastiche.

Le bende vengono comunemente classificate in base alla:

- estensibilità
- elasticità
- funzione del materiale (fissaggio, compressione)

Classificazione delle bende in base alla loro estensibilità:

- bende inestensibili (benda all'ossido di zinco, Circ-Aid)
- bende a corta estensibilità (estensibilità <70%)
- bende a media estensibilità (estensibilità tra 70 e 140%)
- bende a lunga estensibilità (>140%).

Classificazione delle bende in base alla loro elasticità:

- bende elastiche
- bende anelastiche

Le bende elastiche (che presentano anche una lunga estensibilità) esercitano la loro pressione quando sottoposte a tensione; esse da un lato tendono a riacquistare la lunghezza originaria quando estese (effetto strizzamento) dall'altro cedono all'espansione muscolare: è il bendaggio che cede. Date queste caratteristiche la differenza tra pressione a riposo ed ortostatica è minima (SSI¹ inferiore a 10) così come modeste sono le escursioni sisto-diastoliche durante l'esercizio muscolare. Il bendaggio esercita una pressione costante che è mal sopportata od insopportabile, specie a riposo, se elevata.

Le bende anelastiche (che presentano una estensibilità corta o media o sono totalmente inestensibili) esercitano la loro azione opponendosi alla contrazione muscolare in ortostatismo e durante l'esercizio muscolare provocando un incremento della pressione ortostatica e di lavoro che è proporzionale

alla loro rigidità: è la gamba che cede. Il bendaggio anelastico, quindi, esercita la sua pressione soprattutto durante il movimento con relativa contrazione muscolare. Ne risulta una pressione intermittente, relativamente bassa a riposo e quindi ben sopportata, ed alta o molto alta in ortostatismo e durante l'esercizio muscolare. Questo provoca una occlusione intermittente del lume venoso quando la pressione esterna supera la pressione intravenosa e restaura una sorta di meccanismo valvolare. La differenza pressoria tra posizione supina e ortostatica o di lavoro sarà sempre elevata (SSI maggiore di 10). *Il bendaggio anelastico inestensibile* rientra in questo gruppo ma in una collocazione particolare in quanto caratterizzato dall'invariabilità delle sue qualità fisiche². Questo bendaggio viene confezionato con materiali come le bende *all'ossido di zinco* o *materiali in velcro* che non si distendono e non hanno alcuna tendenza a riprendere la loro forma originaria quando sottoposti a stiramento (in estensibilità e anelasticità). La differenza tra pressione di riposo e pressione di lavoro è molto elevata, la più alta ottenibile col bendaggio. La pressione di riposo può essere debole o nulla in caso di applicazione senza trazione oppure elevata se la benda viene applicata esercitandovi una trazione più o meno forte. Nel primo caso questo tipo di bendaggio è ottimamente tollerato anche in condizioni di riposo supino.

Classificazione delle bende in base alla loro funzione

È una classificazione derivata dalla normativa inglese (BS 7505:1995)³ che divide le bende in:

- bende di fissaggio (cotone di Germania, mousse, bendaggi coesivi leggeri)
- bende leggere che riducono l'escursione articolare ed esercitano una pressione intermittente
- bendaggi compressivi che esercitano una pressione leggera (fino a 20 mmHg), media (fino a 30 mmHg), forte (fino a 40 mmHg) o molto forte (fino a 60 mmHg)

TABELLA I. — *Classificazione delle bende in base alla pressione.*

Classificazione delle bende: pressione	
Leggera (mild)	< 20 mmHg
Media (medium)	tra 20 e 40 mmHg
Forte (strong)	tra 40 e 60 mmHg
Extra forte (very strong)	> 60 mmHg

TABELLA II. — *Classificazione delle bende in base a strati e componenti.*

Classificazione delle bende per strati e componenti	
Bendaggio monostrato monocomponente	
Bendaggio multistrato monocomponente	
Bendaggio multistrato multicomponente	

TABELLA III. — *Classificazione delle bende in base elasticità e stiffness.*

bendaggi monocomponenti	Bendaggi multicomponenti in kit
Elastico	A bassa stiffness
Anelastico	Ad alta stiffness

La pressione esercitata dal bendaggio viene calcolata in condizione di riposo con una circonferenza di cavaglia nota (23 cm) ed una sovrapposizione degli strati del 50%.

Più recentemente è stata proposta una nuova classificazione che si basa sulle 4 principali caratteristiche dei bendaggi compressivi: Pressione (Pressure), Strati (L)ayers), Componenti (Components), Proprietà elastica (Elasticity): classificazione PLACE⁴.

I bendaggi si classificheranno:

— in base alla pressione esercitata a riposo, in posizione supina, misurata al punto B1 al momento dell'applicazione: *bendaggi a pressione leggera* (<20 mmHg), *moderata*

(20-40 mmHg), *forte* (40-60 mmHg) *molto forte* (>60 mmHg) (Tabella I);

— in base agli strati: *multistrato* o *monostrato*; si deve rilevare che l'unico sistema di compressione monostrato è la calza elastica. Tutti i bendaggi sono multistrato perché, anche quando formati da una sola benda sovrapposta del 50%, saranno costituiti comunque da 2 strati.

— in base ai componenti: *monocomponente* quando formati da un solo componente (es. Putter bandage formato da 2 bende uguali); *multicomponente* quando formati da più componenti (es. Profore, Rosidal sys, Coban 2L) (Tabella II);

— in base all'elasticità: *anelastico* se costituiti da materiale non elastico, non estensibile o poco estensibile; *elastico* se costituiti da materiale elastico. Tuttavia si suggerisce di utilizzare questa terminologia solo per i bendaggi rappresentati da un solo componente in cui l'elasticità può essere determinata in laboratorio. Quando si utilizzano più componenti come nei kit di bendaggio, le proprietà elastiche complessive del bendaggio non sono più misurabili in laboratorio ma solo in vivo con il calcolo dell'Indice Statico di Stiffness (SSI). In questo caso è preferibile distinguere i bendaggi in *alta stiffness* se lo SSI è maggiore di 10 e *bassa stiffness* se minore di 10 (Tabella III).

Ogni bendaggio potrà essere classificato in base a questi parametri (Tabella IV).

Calze elastiche

Anche per le calze elastiche vi sono esigenze classificative mancando una normativa internazionalmente accettata.

TABELLA IV. — *Alcuni esempi di bendaggio classificati secondo PLACE. Si deve osservare che il livello di pressione dipende dalla estensione data alla benda all'applicazione e che tutti i bendaggi possono esercitare una pressione media o bassa. Quando applicati secondo le norme del costruttore essi dovrebbero esercitare la pressione indicata.*

Bendaggio	Pressione	Strati	Componenti	Elasticità
Pütter bandage®	Molto forte	Multistrato	Monocomponente	Anelastico
Profore®	Forte	Multistrato	Multicomponente	Ad alta stiffness
Rosidal sys®	Molto forte	Multistrato	Multicomponente	Ad alta stiffness
Coban 2L	Forte	Multistrato	Multicomponente	Ad alta stiffness
Unna boot	Forte	Multistrato	Multicomponente	Alta stiffness
Calza elastica	leggera/media	Monostrato	Monocomponente	Elastico
Kit elastico	media/forte	Multistrato	Multicomponente	A bassa stiffness

TABELLA V. — *Pressione esercitata dalle calze elastiche al punto B a seconda delle varie normative nazionali.*

Classe	CEN	UK	FR	CH	D
I	15-21	14-17	10-15	18-21	18-21
II	23-32	18-24	15-20	26-33	25-32
III	34-46	25-35	20-36	36-48	36-46
IV	>49	>35	>36	>54	>58

TABELLA VI. — *Degressività della pressione dalla caviglia al polpaccio ed alla coscia a seconda della pressione esercitata (secondo in Comitato Europeo per la Standardizzazione)*

Classe di compressione	B Caviglia	B1	C polpaccio	F o G Coscia
Classe 1°	100%	80-100%	60-80%	30-60%
Classe 2°	100%	80-100%	60-80%	20-50%
Classe 3°	100%	80-100%	50-70%	20-40%
Classe 4°	100%	80-100%	50-70%	20-40%

Le calze elastiche possono essere distinte in 3 categorie⁷:

Calze preventive o di sostegno: fino a 18 mmHg

Forniscono una compressione limitata alla caviglia e rapidamente decrescente con l'aumentare della circonferenza dell'arto. Vengono classificate non in base alla pressione esercitata, ma al loro spessore espresso in Denier (unità di misura dello spessore del filo tessile 1 Denier (DEN) = peso in grammi di 9 Km di filo). Esse esercitano una compressione alla caviglia variabile a seconda dello spessore del filato:

- 40 DEN: < 10 mmHg
- 70 DEN: 10-14 mmHg
- 140 DEN: 15-18 mmHg

Sono disponibili solo in taglie standard, generalmente poco costose, ma non sono in grado di esercitare una compressione sufficiente in presenza di insufficienza venosa.

Calze antitromboemboliche: 18±3 mmHg.

La calza anti-trombo-embolia è una calza elastica terapeutica costruita in modo tale da essere ben tollerata a riposo ed esercitare una pressione di 18±3 mmHg alla caviglia.

Attualmente vengono commercializzate anche calze antitrombo che esercitano pressioni superiori (attorno a 24 mmHg) ma che non hanno evidenza di un'azione superiore alle prime.

Degressione pressoria: B 100% - B1 80-100% - C tra il 60-80% - F o G tra il 40-70% [CEN1998, draft prEN 12719].

Non c'è alcuno spazio per queste calze nel trattamento delle lesioni trofiche cutanee.

Calze terapeutiche

Sono le uniche che hanno un ruolo nel trattamento delle lesioni trofiche cutanee.

Per calza elastica terapeutica si intende una calza costruita secondo norme codificate e controllate da appositi Istituti Nazionali di controllo che ne certifichino la qualità in termini di modalità di costruzione e pressione esercitata a seconda della classe di compressione.

La pressione esercitata dalla calza viene misurata su una caviglia ipoteticamente cilindrica.

Essa è diversa, anche nell'ambito della stessa classe di compressione, da paese a paese (Tabella V). In Italia non esiste una normativa specifica e la normativa RAL GZ 387 è stata adottata da alcuni produttori italiani.

Un altro parametro importante è la degressività della pressione dalla caviglia al polpaccio e alla coscia: anche riguardo a questo parametro, vi sono differenze tra i vari standard nazionali nonostante una normativa stabilita dal Comitato Europeo per la Standardizzazione⁶ (Tabella VI).

N.B.: La nostra raccomandazione è le calze elastiche vengano distinte non più in base alla classe di compressione ma alla pressione esercitata così che non ci sia alcuna possibilità di confusione tra le diverse normative.

Kit elastici

Attualmente sono in commercio, per il trattamento delle lesioni trofiche cutanee, kit formati da due calze elastiche: una prima calza che fornisce una pressione di 18-24 mmHg e viene lasciata in situ, a protezione della medicazione, giorno e notte. Essa viene rimossa solo al momento del cambio di medicazione. Una seconda calza, che esercita una pressione di 23-32 mmHg, viene indossata solo durante l'attività giornaliera e rimossa quando si va a letto.

Se la calza viene classificata in base alla classificazione PLACE essa è un presidio compressivo a compressione leggera/media, monostrato, monocomponente, elastico.

In caso del kit esso è un presidio compressivo a compressione media/forte, mul-

tistrato, multicomponente, a bassa stiffness (Tabella IV).

Bibliografia

1. Partsch H. The Static Stiffness Index (SSI)- a simple method to assess the elastic property of compression material in vivo. *Dermatol Surg* 2005;31:625-630.
2. Bassi Gl., Stemmer R.: *Traitements mécaniques fonctionnels en phlébologie*. Piccin, Padova, 1983.
3. British Standard Institute. Specification for the elastic properties of flat, non-adhesive, extensible fabric bandages. BS 7505:1995, London, British Standard Institute 1995.
4. Partsch H., Clark M., Mosti G. et al. Classification of compression bandages: practical aspects. *Dermatol. Surg.* 2008; 34(5); 600-9.
5. Mariani F. (Coordinator) Consensus Conference on Compression Therapy, IIa edizione. Ed. Minerva Medica, Torino 2009. Pag. 11-16.
6. CEN/TC 205 WG2 n° 179 (1996) e 196 (1998)

La fisiopatologia della terapia compressiva

Introduzione

Le ulcere degli arti inferiori costituiscono una grave patologia che colpisce dall'1 al 2% della popolazione¹, soprattutto anziana e rappresentano una situazione di estremo disagio per la qualità di vita del paziente e della sua famiglia.

Studi sulla terapia compressiva hanno evidenziato come i bendaggi ed i tutori elastici non solo costituiscano un valido trattamento di tale patologia ma posseggano un ottimo rapporto costo-beneficio². Quando al bendaggio si unisce l'uso di medicazioni avanzate si ottiene una percentuale di guarigioni ancora superiore^{3,4}.

Negli ultimi anni la comprensione dei meccanismi fisiopatologici ha avuto notevoli sviluppi anche se diversi aspetti restano ancora da approfondire⁵⁻¹⁰.

L'ipertensione venosa

In posizione eretta o seduta la pressione venosa nella safena interna a livello del malleolo è pari alla pressione idrostatica prodotta dall'altezza della colonna di sangue che va dall'atrio destro al punto dove viene rilevata la pressione (da 50 a 100 mmHg); tale situazione è uguale nel soggetto sano e nel paziente flebotatico.

Durante la deambulazione, nel soggetto sano l'azione combinata delle pompe muscolari del piede e polpaccio e l'efficienza del sistema valvolare venoso ("Pompa Valvulo-Muscolare", PVM), determina una riduzione della pressione fino a 20-30 mmHg¹¹. Nel paziente con insufficienza venosa cronica (IVC) l'incontinenza delle valvole venose ed il conseguente reflusso venoso risultano in una minor riduzione della pressione venosa mentre talvolta, nelle situazioni più gravi, la pressione può addirittura aumentare. Si parla di ipertensione venosa deambulatoria.

L'ipertensione venosa deambulatoria è causata principalmente dal mancato frazionamento della colonna di pressione da parte

Legge di Starling

$$J_v = K_f ([P_c - P_i] - [ppc - ppi])$$

J_v = movimento del liquido (ml/min)

K_f = conduttanza idraulica o coefficiente di filtrazione (ml/min mmHg)

P_c = pressione idrostatica del capillare (mmHg)

P_i = pressione idrostatica interstiziale (mmHg)

ppc = pressione oncotica del capillare (mmHg)

ppi = pressione oncotica interstiziale (mmHg)

delle valvole incontinenti che provoca un aumento della pressione idrostatica¹². Essa si ripercuote a livello del microcircolo creando uno squilibrio tra pressione di filtrazione e di riassorbimento del liquido interstiziale, con conseguente formazione di edema.

Edema: è definito come un aumento dei liquidi interstiziali con accumulo nei tessuti, tale da diventare clinicamente manifesto. La quantità del liquido che si accumula dipende dalla permeabilità della parete capillare (coefficiente di filtrazione) e dal gradiente di pressione idrostatica e oncotica tra sangue e tessuto. La differenza di pressione idrostatica causa filtrazione verso il distretto dove la pressione è minore, mentre la differenza di pressione oncotica causa riassorbimento verso il distretto dove la pressione oncotica è maggiore. La relazione tra tali fattori è rappresentata dall'equazione di Starling¹³. L'edema è il primo sintomo delle alterazioni in corso di insufficienza venosa cronica (IVC) e può evolvere verso una vera e propria interstiziopatia con trombosi capillare, ipossia e necrosi tessutale che esitano in lipodermatosclerosi e ulcera cutanea.

La correzione dell'ipertensione venosa e dell'edema è di importanza cruciale per il trattamento delle manifestazioni cliniche e può essere ottenuta con la terapia compressiva.

La terapia compressiva consiste nell'applicazione sulla superficie cutanea di una pressione esterna destinata a controbilanciare le pressioni intravenose patologiche.

In caso di IVC essa ha dimostrato effetti positivi sul macro e microcircolo venoso ma anche sulla circolazione linfatica e arteriosa.

Effetti sul macrocircolo venoso

La compressione riduce il calibro venoso che a sua volta determina un aumento della velocità del sangue e della linfa, una riduzione dei reflussi patologici e un conseguente aumento del flusso anterogrado (verso il cuore)¹⁴⁻¹⁷. Questo comporta una riduzione della pressione idrostatica che unitamente all'aumento della pressione interstiziale riduce la pressione trasmurale. Ne risulta una riduzione della pressione di filtrazione (ridotta perdita di liquido capillare) ed un aumento di riassorbimento del liquido nelle vene e nei vasi linfatici con conseguente riduzione, fino alla scomparsa, dell'edema.

Sono stati, inoltre, documentati: un aumento della frazione di eiezione^{18,19}, una riduzione del sovraccarico valvolari⁶, una diminuzione della pressione interstiziale nel lungo termine¹⁷.

Il risultato di queste molteplici azioni è che la stasi e l'ipertensione venosa si riducono migliorando e rallentando le manifestazioni cliniche dell'IVC.

Effetti sul microcircolo

L'ipertensione venosa deambulatoria causa alterazioni significative a livello microcircolatorio.

I granulociti neutrofili vengono attivati, aderiscono alle cellule endoteliali e rilasciano citochine, radicali liberi, enzimi proteolitici e fattori di attivazione delle piastrine²⁰ causando danni endoteliali. Il rallentamento del flusso e la maggior viscosità ematica causano microtrombosi capillare e formazione di zone ipoperfuse con conseguente morte cellulare²¹.

La lipodermatosclerosi che si osserva in corso di IVC²² ed è a sua volta responsabile di un'ipossia cutanea in quanto provocando un'elevata pressione tissutale²³, causa una ridotta perfusione cutanea.

Infine l'ipertensione venosa provoca una trasudazione di macromolecole proteiche con deposito delle stesse intorno ai capillari; si è ipotizzato che questi manicotti di fibrina compromettano gli scambi nutrizionali e di ossigeno provocando danno tissutale²⁴.

Inoltre essi possono funzionare come substrato per la fibrosi del derma.

La compressione produce numerosi effetti benefici. Essa da un lato accelera il flusso del sangue a livello microcircolatorio e favorisce il distacco dei leucociti dall'endotelio impedendone l'ulteriore adesione²⁵; dall'altro, riducendo la viscosità ematica, previene la microtrombosi parietale¹⁴, i danni tissutali ischemici e la morte cellulare.

Inoltre la compressione è in grado di ridurre ed ammorbidire la lipodermatosclerosi e di favorire la circolazione cutanea^{23,26} riducendo la pressione tissutale. Sono state documentate anche una riduzione della filtrazione capillare, un aumento del riassorbimento di liquidi e proteine grazie alla maggiore pressione tissutale²¹.

Infine la compressione provoca un'augmentata produzione di mediatori antiinfiammatori, anticoagulanti, fibrinolitici e vasodilatatori dalle cellule endoteliali. Questi, oltre a ridurre la tensione legata all'edema determinano la riduzione del dolore e dei fenomeni infiammatori così frequenti nell'insufficienza venosa favorendo la guarigione dell'ulcera²⁷. La terapia compressiva sembra inoltre ridurre i radicali liberi anche se il meccanismo non è ancora chiaro²⁸.

Effetti sul sistema linfatico

Alcuni effetti del bendaggio sono spiegati dal suo effetto drenante sul sistema linfatico ma la riduzione dell'edema appare dovuta più ad una riduzione della filtrazione capillare, specie a livello venoso, che non ad un aumento del drenaggio linfatico. La compressione può:

a) ridurre la filtrazione capillare con riduzione del sovraccarico linfatico

Il linfangione è il segmento di collettore tra 2 valvole che indirizzano il flusso (dalla periferia al centro e dal profondo al superficiale) e preven- gono il reflusso. Esso è dotato di proprietà contrattile. Il movimento, il ritmo respiratorio, la pulsazione arteriosa, il trattamento linfodrenante ma anche il bendaggio e l'esercizio de congestivo ad arto bendato sono in grado di stimolare ed aumentare la contrattilità del linfangione.

b) aumentare il riassorbimento capillare a livello linfatico specie per l'acqua, meno per le proteine (ciò comporta la necessità di una compressione continuativa nell'edema cronico per impedire la ricomparsa dell'edema)

c) stimolare il trasporto linfatico e venoso del fluido verso le aree non compresse

d) favorire l'aumento della contrazione del linfangione^{6, 29, 30}.

e) ammorbidire il tessuto fibrosclerotico grazie all'azione della compressione sul microcircolo (accelerazione del flusso, distacco dei globuli bianchi dall'endotelio ed inibizione di una loro ulteriore adesione) e alle capacità di modulazione dei recettori e mediatori infiammatori come CD14 e CD44, recettore dell'interferone (IFN α R), Tumor Necrosis factor- α (TNF- α), Very Late Antigen-4 (VLA-4), recettore TNF -1 (TNFR1).

Il complesso di queste azioni porta ad un netto aumento del flusso micro circolatorio, alla riduzione dell'infiammazione e della fibrotizzazione tissutale con ammorbidimento del tessuto.

Effetti sul sistema arterioso

L'applicazione del bendaggio dovrà essere effettuata con molte precauzioni nel paziente arteriopatico in quanto, se la pressione di interfaccia supera la pressione intra-arteriosa (quando ridotta in misura rilevante) si verifica una riduzione critica del flusso arterioso con gravi complicanze ischemiche. Prima dell'applicazione del bendaggio deve essere effettuato un attento controllo del flusso e della pressione arteriosa omerale ed alla caviglia (esame obiettivo con rilevazione di soffi arteriosi, rilevamento dei polsi, velocimetria Doppler e Indice Caviglia-Braccio, ABI). La terapia compressiva convenzionale non va attuata quando l'ABI è inferiore a 0.5 (in questo caso può essere indicata la compressione pneumatica intermittente) e deve essere applicata con particolari precauzioni quando esso è compreso tra 0.5 e 0.8, possibilmente da personale esperto. In pazienti che abbiano l'ABI in questo range, il bendaggio non necessariamente riduce il flusso arterioso ma, anzi, può aumentare il flusso pulsatile³¹, ridurre la pressione venosa e

migliorare il gradiente artero-venoso³². Il bendaggio rigido in particolare, applicato con pressione a riposo modesta, può indurre benefici effetti in caso di edema della gamba comportandosi come la pressione pneumatica intermittente e promuovendo la rimozione dell'edema e l'aumento del flusso arterioso; infatti i suoi picchi pressori durante la deambulazione simulano quelli esercitati dalla presoterapia.

Conclusioni

Circa il 70% delle ulcere degli arti, quelle che presentano un'eziologia prevalentemente venosa o veno-linfatica, può essere trattata con un'adeguata terapia compressiva. È stato osservato che tale terapia rallenta l'evoluzione dell'IVC, previene la sindrome post-trombotica³³ e porta alla guarigione circa il 60-70% delle ulcere entro 12-24 settimane. Molti altri studi hanno confermato l'efficacia di bendaggi multicomponente nel trattamento delle ulcere venose³⁴⁻³⁹.

Altri tipi di terapia compressiva (tutori elastici³⁰, presso terapia pneumatica intermittente⁴¹) hanno un ruolo preciso ed efficace nella riduzione dell'edema e nel mantenimento dei risultati ottenuti.

La terapia compressiva resta l'unico trattamento che *The Cochrane Library*, centro di documentazione per la medicina basata sulle evidenze, raccomanda con un alto grado di evidenza (grado A) nella terapia delle ulcere venose da stasi³⁵.

Bibliografia

1. Morison M, Moffatt C. Leg Ulcers. Second edition, Mosby 1994.
2. Callam MJ, Harper DR, Dale JJ, Ruckley CV. Chronic leg ulceration: socio-economic aspects. *Scott. Med.J.* 33, 1988: 358-60.
3. Morrell CJ. Setting a standard for leg ulcer assessment. *J Wound Care*, Apr 1996, 316:173-75.
4. Lambourne LA. Clinical audit and effective change in leg ulcer services. *J Wound Care*, Sept 1996, 316:348-51.
5. Stemmer R, Marescaux J, Furderer C. Il trattamento compressivo degli arti inferiori. Der Hautarzt. Springer-Verlag 1980.
6. Partsch H. Compression therapy of the legs. A review. *Dermatol Surg Oncol* 1991;17:799-805.

7. Stacey MC, Falanga V, Marston W, Moffatt C, et al. The use of compression therapy in the treatment of venous leg ulcers: a recommended management pathway. *EWMA Journal* 2002; 2(1): 9-13.
8. Hafner J, Bottonakis I, Burg G. A comparison of multi-layer bandage systems during rest, exercise, and over 2 days of wear time. *Arch Dermatol* 2000; 136: 857-63.
9. Partsch H, Menzinger G, Blazek V. Static and dynamic measurement of compression pressure. In: Blazek V, Schultz-Ehrenburg U (Eds). *Frontiers in computer-aided visualization of vascular functions*. Aachen: Verlag, 1997.
10. EWMA - Position Document - Stansted News Limited, Bishop's Stortford, Gran Bretagna, Viking Print Services, GB, Ed. Jane Jones
11. Bergan JJ et al. Chronic venous disease. *N Engl J Med*. 2006 Aug 3;355(5):488-98.
12. Franceschi C. Teoria e pratica della cura CHIVA. Cap. II A/B/C/D Pag. 19-59 Il ruolo del bendaggio elastico nella terapia delle ulcere venose
13. Landis EM, Pappenheimer JR. Exchange of substances through the capillary wall. In: *Handbook of Physiology Circulation*. Washington: Am Physiol Soc 1963 (sect 2); II.
14. Emter M. Modification du flux sanguin dans les veines des membres inférieurs après compression. *Phlébologie* 1991;44:481-4.
15. Stoberl C, Gabler S, Parstch H. Indicationsgerechte Bestrumpfung - Messung der venosen Pumpfunktion. *Vasa*, 1989, 18, 35-9
16. Bollinger A, Leu AJ, Hoffman U. Microvascular changes in venous disease: an update. *Angiology* 1997; 48: 27-32
17. Allegra C. The role of the microcirculation in venous ulcers. *Phlebolympology*. 1994; 2:3-8.
18. Partsch H, Menzinger G, Mostbeck A. Inelastic leg compression is more effective to reduce deep venous refluxes than elastic bandages. *Dermatol Surg* 1999; 25: 695-700.
19. Mosti G, Mattaliano V, Partsch H. Inelastic compression increases venous ejection fraction more than elastic bandages in patients with superficial venous reflux. *Phlebology* 2008;23:287-294
20. Smith PC. The microcirculation in venous hypertension. *Cardiovasc Res* 1996;32: 789-95.
21. Bollinger A, Fagrell B. *Clinical Capillaroscopy*. New York: Hofgreffe & Huber 1991.
22. Pappas PJ, You R, Rameshwar P, Gorti R, et al. Dermal tissue fibrosis in patients with chronic venous insufficiency is associated with increased transforming growth factor-beta1 gene expression and protein production. *J Vasc Surg* 1999; 30:1129-45.
23. Chant A. The biomechanics of leg ulceration. *Ann R Coll Surg Engl* 1999;81:80-85.
24. Browse NL, Burnand KG. The cause of venous ulceration. *Lancet* 1982;2:243-5.
25. Abu-Own A, Shami SK, Chittenden SJ, et al. Microangiopathy of the skin and the effect of leg compression in patients with chronic venous insufficiency. *J Vasc Surg* 1994;19:1074-83.
26. Gniadecka M. Dermal oedema in lipodermatosclerosis: distribution, effects of posture and compressive therapy evaluated by high frequency ultrasonography. *Acta Derm Venereol* 1995;75:120-24.
27. Murphy MA, Joyce WP, Condron C, Bouchier-Hayes D. A reduction in serum cytokine levels parallels healing of venous ulcers in patients undergoing compression therapy. *Eur J Endovasc Surg* 2002;23:349-52.
28. Dai G, Tsukurov O, Chen M, Gertler JP, Kamm RD. Endothelial nitric oxide production during in-vitro simulation of external limb compression. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002;282:2066-75
29. Földi E, Jünger M, Partsch H. The science of lymphoedema bandaging. EWMA focus document. *Lymphoedema bandaging in practice*. London MEP Lid; 2005:2-4.
30. Földi M, Földi E, Kubik S (eds). *Textbook of Lymphology for Physicians and Lymphedema Therapists*. San Francisco, CA: Urban & Fischer, 2003.
31. Mayrovitz HN. Compression-induced pulsatile blood-flow changes in human legs. *Clin Physiol* 1998; 18:117-124
32. Delis KT, Nicolaidis AN. Effect of intermittent pneumatic compression on foot and calf on walking distance, hemodynamics and quality of life in patients with arterial claudication: a prospective randomized controlled study with 1 year follow-up. *Ann Surg* 2005;241:431-441.
33. Brandjes DPM, Büller HR, Heijboer H, Huisman MV, de Rijk M, Jagt H et al: Randomised trial of effect of compression stockings in patients with symptomatic proximal-vein thrombosis. *The Lancet* 1997; 349: 759-62.
34. Partsch H. in "Management of leg ulcers" *Curr. Probl. Dermatol*. Ed. G. Burg vol. 27, 1999
35. O'Meara S, Cullum NA, Nelson EA. Compression for venous leg ulcers (Review). *The Cochrane Library* 2009, Issue 1.
36. Moffatt CJ, Franks PJ. Venous leg ulceration: Treatment by high compression bandaging. *Ostomy Wound Management*, 1995; 41(4) 16-25.
37. Moffat CJ, Franks PJ, Oldroyd M, Bosanquet N, Brown P, Greenhalgh RM, McCollum CN. Community clinics for leg ulcers and impact on healing. *British Medical Journal*, 1992; 305, 1389-1392.
38. Blair SD, Wright DD, Backouse CM, Riddle E, McCollum CN. Sustained compression and healing of chronic venous ulcers. *British Medical Journal*, 1988; 297, 1159-1161.
39. Simon DA, Freak L, Kinsella A, Walsh J, Lane C, Groarke L, McCollum C. Community leg ulcer clinics: a comparative study in two health authorities. *BMJ* 1996; 312: 1648-1651.
40. Horakova MA, Partsch H. Ulcères de jambe d'origine veineuse: indications pour les bas de compression? *Phlébologie* 1994; 47: 53-57.
41. Nelson EA, Mani R, Vowden K. Intermittent pneumatic compression for treating venous leg ulcers. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2008.

La terapia compressiva: indicazioni cliniche

La terapia compressiva è indicata sia nel trattamento che nella prevenzione della recidiva di molte ulcere cutanee¹. Infatti ne è stata documentata l'efficacia nelle:

- ulcere venose senza complicazioni
- ulcere miste
- ulcere arteriose
- ulcere linfostatiche
- ulcere da altra causa
- prevenzione della recidiva dell'ulcera venosa e mista.

Un preciso inquadramento diagnostico dell'ulcera è necessario prima di procedere al bendaggio. A questo proposito un esame Doppler con il calcolo dell'indice caviglia-braccio (Ankle-Brachial Index ABI) è obbligatorio. L'esame Doppler è in grado di darci utili informazioni sulla velocimetria e sulla pressione che dovrà essere misurata ai quattro arti. L'ABI si ottiene dal rapporto tra la più alta pressione misurata alla caviglia (in arteria tibiale anteriore e in arteria tibiale posteriore) e la più alta pressione misurata agli arti superiori (in caso di valore diverso tra le 2 braccia).

Normalmente la pressione arteriosa ai piedi deve essere uguale o lievemente superiore a quella degli arti superiori e pertanto l'ABI si considera normale se ≥ 1 (secondo gli esperti anche se $>0,9$)².

Se inferiore, significa che l'asse arterioso presenta a qualche livello una patologia ostruttiva più o meno grave, e in tal caso il paziente va inviato ad un centro specialistico per decidere in merito all'opportunità di una eventuale rivascolarizzazione (non sempre necessaria) e per impostare una terapia farmacologica di correzione dei fattori di rischio cardiovascolare.

Si ricorda che nei pazienti diabetici o affetti da insufficienza renale cronica, specie se in corso di terapia dialitica, l'ABI può essere inaffidabile perché le pareti arteriose dei vasi distali sono spesso calciche e la misura pressoria ottenuta alla caviglia può essere sovrastimata.

In questo caso e ogni volta ci sia qualche dubbio, è necessario sottoporre il paziente ad

un esame Ecocolor-Doppler per l'individuazione della sede e dell'entità di una eventuale patologia ateromatosa.

Altra attenzione particolare prima di sottoporre il paziente a bendaggio è la valutazione di una eventuale sottostante cardiopatia in labile compenso (storia di recente scompenso di cuore, attuale dispnea da sforzo lieve-moderato, edemi bilaterali con fovee improntabile di recente insorgenza non giustificati dalla sola insufficienza venosa, crepitii alle basi polmonari). In tal caso l'aumentato ritorno venoso al cuore del liquido mobilizzato dalle gambe dalla terapia compressiva può peggiorare ulteriormente la funzione cardiaca. Per questo motivo in questi pazienti, prima di applicare la terapia compressiva va impostata o potenziata una terapia diuretica sistemica ed è indicata una rivalutazione cardiologica. Il bendaggio può essere eseguito con molta cautela e sotto stretto monitoraggio clinico dei segni di scompenso.

Ulcere venose

Razionale: ridurre/abolire l'ipertensione venosa; la pressione esercitata dal bendaggio deve essere sufficientemente alta da eguagliare o superare l'elevata venosa nella posizione eretta o durante esercizio muscolare, in modo tale da abolire la pressione trasmurale di filtrazione del liquido verso l'interstizio ed favorirne, invece, il riassorbimento venoso.

Gli effetti della compressione nell'insufficienza venosa sono molteplici: riduzione della pressione venosa deambulatoria, riduzione del volume venoso, incremento della velocità del flusso venoso, riduzione/abolizione del reflusso venoso sia superficiale che profondo, miglioramento della pompa muscolare ed incremento della frazione d'eiezione, riduzione dell'edema, aumento del drenaggio linfatico, spostamento del volume ematico nel compartimento centrale (attenzione ai pazienti con scompenso cardiaco

congestizio) miglioramento del microcircolo³⁻¹².

Il bendaggio anelastico (o ad alta stiffness) sembra dimostrare un effetto emodinamico superiore in quanto consente di raggiungere pressioni ortostatiche più elevate (e quindi più efficaci a contrastare l'ipertensione ortostatica dell'insufficienza venosa) partendo da una pressione a riposo più bassa e quindi più confortevole. Il miglior effetto emodinamico sembra correlato non solo alla pressione ortostatica più elevata ma anche alle caratteristiche intrinseche del materiale anelastico che è in grado di generare una più marcata differenza tra pressione di riposo e pressione ortostatica o di lavoro (massage effect)^{10, 11}.

Verosimilmente grazie a questo superiore effetto emodinamico nelle ulcere venose i migliori risultati sono stati riportati con bendaggi anelastici multicomponente ad alta pressione^{13, 14}. La lunga discussione sulla presunta superiorità del bendaggio elastico rispetto all'anelastico dovrebbe considerarsi conclusa alla luce del fatto che i lavori che riportano questo confronto¹⁵⁻²⁵ considerano

come bendaggio "elastico" di riferimento un bendaggio che è, in realtà, ad alta stiffness²⁶.

Nel trattamento di ulcere piccole e di recente insorgenza anche sistemi elastici tubulari o kit di calze elastiche capaci di garantire una pressione ortostatica di 40 mmHg si sono dimostrati altrettanto efficaci del bendaggio²⁷⁻³¹ (Tabella I).

Visto che gli effetti della compressione sono molto maggiori durante la deambulazione il paziente deve essere incoraggiato a camminare ed eventualmente rieducato a farlo.

Ulcere miste (venose e arteriose)

In queste ulcere il razionale del bendaggio è il medesimo delle ulcere venose anche se è necessario considerare la contemporanea presenza della patologia arteriosa.

La tipologia del bendaggio e la pressione esercitata non variano rispetto a quanto già detto se la compromissione arteriosa è minima e l'indice caviglia-braccio (ABI) è sem-

Sfatare i miti	
Miti	Realtà
Il bendaggio anelastico perde pressione ed efficacia nel tempo e va rimosso frequentemente	Il bendaggio anelastico perde pressione rispetto all'applicazione ma mantiene una pressione efficace in ortostatismo (40-60 mmHg) con bassa pressione di riposo (tollerabile). Dati personali in corso di pubblicazione
Nel paziente allettato è preferibile il bendaggio elastico perché in grado di esercitare una maggiore pressione a riposo	Il bendaggio anelastico, se correttamente applicato, esercita una pressione a riposo più alta del bendaggio elastico; la vera differenza tra i 2 bendaggi è la più alta pressione standing esercitata dal bendaggio anelastico e la maggior differenza con la pressione supina. Nel paziente allettato alte pressioni di compressione sono inutili: in clinostatismo 20 mmHg sono sufficienti a comprimere il sistema venoso.
Il bendaggio provoca dolore	È vero il contrario(43-45); il dolore può essere provocato da un bendaggio inappropriato o mal applicato

pre maggiore di 0.8. In questo caso si raccomanda solo una protezione ancora maggiore delle salienze ossee e tendinee.

In caso di patologia arteriosa più significativa sarà necessario ridurre la pressione esercitata dal bendaggio per prevenire possibili danni ischemici (pressione "leggera" o "media" fino a un massimo di 40 mmHg). Il bendaggio dovrà essere anelastico multicomponente in modo da garantire picchi pressori in ortostatismo con pressione a riposo relativamente bassa e sviluppare quella che possiamo chiamare una "pressione intermittente".

Tale tipo di bendaggio, ben lungi dal ridurre il flusso arterioso sembra anzi poterlo aumentare³². Il bendaggio elastico, che esercita una pressione continua, deve essere evitato in quanto la pressione esercitata a riposo può essere intollerabilmente elevata e ridurre il flusso arterioso quando il paziente riposa in clinostatismo.

Ulcere arteriopatiche

Razionale: trattamento/prevenzione dell'edema; miglioramento del flusso arterioso indotto dalla riduzione della pressione venosa e aumento del gradiente artero-venoso.

Il bendaggio potrà essere applicato senza particolari limitazioni quando l'ABPI è superiore a 0.8.

Se l'ABPI è compreso tra 0.5 e 0.8 il bendaggio potrà essere applicato ma solo da personale molto esperto e con le necessarie precauzioni: per le ragioni già dette si dovrà applicare un bendaggio anelastico con bassa pressione a riposo (pressione "leggera" o "media" fino a un massimo di 40 mmHg). La pressione esercitata dal bendaggio non dovrà, comunque, mai superare la pressione arteriosa.

Se l'ABPI è minore di 0.5 astenersi dal bendaggio e riferire il paziente al chirurgo vascolare.

TABELLA I. — *Riepilogo delle indicazioni alla terapia compressiva.*

Diagnosi	I scelta	Alternativa
Ulcere venose	Compressione con pressione forte o molto forte; bendaggio anelastico multicomponente	Kit elastici o sistemi tubulari che garantiscano una pressione di almeno 40 mmHg in ortostatismo
Ulcere miste	1) arteriopatia lieve con ABI>0.8: compressione a pressione forte; bendaggio anelastico multicomponente; eventuale aggiunta di protezioni per salienze ossee o tendinee 2) arteriopatia modesta (ABPI 0.5-0.8) o severa (ABPI <0.5): v sotto	
Ulcere arteriopatiche	1) arteriopatia lieve con ABPI>0.8: non necessita compressione con pressione forte; pressione media; bendaggio anelastico multicomponente; eventuale aggiunta di protezioni per salienze ossee o tendinee 2) arteriopatia modesta (ABPI 0.5-0.8): compressione con pressione leggera; bendaggio anelastico multicomponente; eventuale aggiunta di protezioni salienze ossee o tendinee 3) arteriopatia severa (ABPI < 0.5) astenersi dalla terapia compressiva; indicazione alla rivascolarizzazione dell'arto. CPI in caso di arteriopatia inoperabile	
Altre ulcere	Compressione con pressione leggera o media; bendaggio anelastico multicomponente; eventuale aggiunta di protezioni per salienze ossee o tendinee	
Prevenzione recidiva	Calze elastiche di III o II classe di compressione	Bendaggio elastico da portare dalla mattina alla sera. Il paziente o suoi familiari devono essere addestrati a posizionarlo correttamente.

Se il paziente con arteriopatia severa non può essere sottoposto a trattamento di rivascularizzazione può essere indicata la compressione pneumatica intermittente. Essa ha dato evidenti prove di efficacia non solo nel paziente con normale flusso arterioso ma anche nell'arteriopatico critico e deve essere presa in considerazione per aumentare il flusso arterioso³³⁻³⁸.

Ulcere linfostatiche

Razionale: riduzione dell'edema, rimodellamento della gamba, prevenzione di lesioni cutanee.

L'indicazione è verso un bendaggio anelastico, multistrato e multicomponente ad alta pressione. Il livello della pressione deve ridursi in caso delle usuali patologie concomitanti come la malattia arteriosa, etc. Specie nelle prime fasi del trattamento esso va rinnovato frequentemente in quanto tende a perdere rapidamente efficacia per effetto di una massiva riduzione dell'edema.

Particolare cura dovrà essere posta:

— nel rimodellamento dell'arto riempiendo i recessi cutanei ed aggiungendo protezioni supplementari per uniformare la pressione applicata e prevenire lo scivolamento del bendaggio.

— nella protezione della cute, spesso molto fragile in questi pazienti, anche con sostanze emollienti e con protezioni supplementari nei punti di massima frizione come il tendine d'Achille o quello pre-tibiale ed il dorso del piede.

Vista la grande quantità di liquido che frequentemente viene mobilizzata ricordare di utilizzare diuretici e cardiotonici nei pazienti con cardiopatia per prevenire lo scompenso cardiaco congestizio.

Le "altre" ulcere (vasculitiche, pioderma gangrenoso, connettivopatie)

Razionale: la terapia compressiva trova una sua giustificazione anche in queste ulcere in quanto induce:

riduzione della stasi e quindi trattamento/prevenzione dell'edema; incremento della velocità di flusso micro circolatorio; ridotta deposizione di immunocomplessi circolanti; ridotta produzione di mediatori dell'infiammazione (citochine, TNF- α), aumento del linfodrenaggio³⁹.

La compressione ancora una volta dovrà essere attuata con bendaggio anelastico; una pressione media o leggera può essere sufficiente in questa categoria di ulcere. Particolare attenzione dovrà essere posta alla protezione della cute e delle salienze ossee o tendinee.

Prevenzione delle recidive

La calza elastica è necessaria per mantenere il risultato e prevenire la recidiva.

Maggiore è il grado di compressione della calza minore sarà l'incidenza di recidiva per cui dovrebbe essere prescritto il massimo di compressione elastica che il paziente riesce a sopportare.

Un'evidenza di grado A è stata raggiunta solo dalla III classe di compressione⁴⁰⁻⁴².

Partecipazione del paziente alla terapia

È importante che il paziente sia motivato alla guarigione e partecipi attivamente al suo trattamento.

In particolare, per quanto riguarda la terapia compressiva è importante incoraggiarlo ad una corretta deambulazione perché solo durante la deambulazione il bendaggio esplica la sua massima efficacia.

Infine il paziente deve sapere di dover riposare più volte nella giornata in posizione declive con gli arti sollevati per favorire il deflusso venoso e di evitare di stazionare a lungo in posizione seduta od ortostatica.

Da non dimenticare

La terapia compressiva è il fondamento della trattamento di quasi tutte le ulcere.

Prima di applicare la terapia compressiva è necessario un accurato inquadramento diagnostico: in particolare deve essere esclusa la

presenza di arteriopatia significativa (con ABI < 0.5) che rappresenta l'unica vera controindicazione al bendaggio.

La mobilità o la scarsa mobilità del paziente non rappresentano un'indicazione ad un particolare tipo di bendaggio

Il costo della terapia compressiva deve essere tenuto in considerazione: l'uso di materiale riutilizzabile deve essere favorito per minimizzare i costi

I pazienti affetti da ulcere venose devono essere operati per la loro insufficienza venosa oppure indossare sistemi compressivi per tutta la vita per prevenire le recidive.

Bibliografia

- Mariani F. (Coordinator) Consensus Conference on Compression Therapy, IIa edizione. Ed. Minerva Medica, Torino 2009. Pag. 30-32.
- White C. Intermittent claudication. *N Engl J Med*. 2007;356:1241-50.
- Partsch B, Mayer W, Partsch H. Improvement of ambulatory venous hypertension by narrowing of the femoral vein in congenital absence of venous valves. *Phlebology* 1992;7:101-4.
- Ibegbuna V, Delis KT, Nicolaidis AN, Aina O. Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *J Vasc Surg*. 2003 Feb;37(2):420-5.
- Oduncu H, Clark M, Williams RJ. Effect of compression on blood flow in lower limb wounds. *Int Wound J*. 2004 Jun;1(2):107-13.
- Partsch H. Compression therapy in venous leg ulcers. How does it work? *Journal of Phlebology*. 2002;2:129-136.
- Van Geest AJ, Veraart JC, Nelemans P, Neumann HA. The effect of medical elastic compression stockings with different slope values on oedema. Measurements underneath three different types of stockings. *Dermatol Surg*. 2000 26:244-7.
- Mayrovitz HN, Larsen PB. Effects of compression bandaging on leg pulsatile blood flow. *Clin Physiol* 1997; 17:105-17.
- Lofferer O, Mostbeck A, Partsch H. Nuclear medicine diagnosis of lymphatic transport disorders of the lower extremities. *Vasa* 1972; 1: 94-102.
- Partsch H, Menzinger G, Mostbeck A. Inelastic leg compression is more effective to reduce deep venous refluxes than elastic bandages. *Dermatol Surg*1999; 25: 695-700.
- Mosti G, Mattaliano V, Partsch H. Inelastic compression increases venous ejection fraction more than elastic bandages in patients with superficial venous reflux. *Phlebology* 2008;23:287-92.
- Gohel MS, Barwell JR, Poskitt KR, Whyman MR Role of superficial venous surgery in patients with combined superficial and segmental deep venous reflux. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2004 Jan;27(1):106-7.
- O'Meara S, Cullum NA, Nelson EA. Compression for venous leg ulcers (Review). *The Cochrane Library* 2009, Issue 1.
- Partsch H et al. Evidence Based Compression Therapy. *Vasa* 2004; 34: suppl. 63 Partsch H. Do we still need compression bandages? Haemodynamic effects of compression stockings and bandages. *Phlebology* 2006; 21:132-138.
- Franks PJ, Moody M, Moffatt CJ et al. Randomised trial of cohesive short-stretch versus four-layer bandaging in the management of venous ulceration. *Wound Rep Reg* 2004;12:157-162.
- Moffatt CJ, Mcacullagh L, O'Connor et al. Randomized trial of four-layer bandage systems in the management of chronic venous ulceration. *Wound Rep Reg* 2003;11:166-171.
- Fletcher A, Cullum N, Sheldon TA. A systematic review of compression treatment for venous leg ulcers. *BMJ* 1997;315:576-580
- Callam MJ, Harper DR, Dale JJ et al. Lothian Forth Valley leg ulcer healing trial—part 1: elastic versus non-elastic bandaging in the treatment of chronic leg ulceration. *Phlebology* 1992;7:136-41.
- Duby T, Hofman D, Cameron J et al. A randomized trial in the treatment of venous leg ulcers comparing short stretch bandages, four layer bandage system, and a long stretch-paste bandage system. *Wounds* 1993;5:276-9.
- Ukat A, Konig M, Vanscheid W et al. Short stretch versus multilayer compression for venous leg ulcers: a comparison of healing rates. *JWC* 2003;12:139-143.
- Scriven JM, Taylor LE, Wood AJ et al. A prospective randomised trial of four-layer versus short stretch compression bandages for the treatment of venous leg ulcers. *Ann R Coll Surg Engl*. 1998;80:215-20.
- Nelson EA, Iglesias CP, Cullum N et al. Randomized clinical trial of four-layer and short-stretch compression bandages for venous leg ulcers. *Br J Surg*. 2004;91:1292-9.
- Cullum N, Nelson EA. Systematic reviews of wound care management: compression for the prevention and treatment of venous leg ulcers. *Health Technology Assessment* 2001;5:80-135.
- Partsch H, Damstra RJ, Tazelaar DJ et al. Multicentre, randomised controlled trial of four-layer bandaging versus short-stretch bandaging in the treatment of venous leg ulcers. *Vasa*. 2001 May;30(2):108-13.
- Blecken SR, Villavicencio JL, Kao TC. Comparison of elastic versus nonelastic compression in bilateral venous ulcers: a randomized trial. *J Vasc Surg*. 2005 Dec;42:1150-
- Mosti G, Mattaliano V, Partsch H. Influence of different materials in multi-component bandages on pressure and stiffness of the final bandage. *Derm Surg* 2008; 34:631-39.
- Partsch H, Flour P, Coleridge Smith et al. Indication for compression therapy in venous and lymphatic disease. Consensus based on experimental data and scientific evidence. *International Angiology* 27: 193-219; 2008.
- Jünger M, Wollina U, Kohnen R, Rabe E. Wirksamkeit und Verträglichkeit eines Ulcus-Kompressionsstrumpfes zur Therapie des Ulcus cruris venosum im Vergleich zu einem Unterschenkelkompressionverband-Resultate einer prospektiven, randomisierten, multizentrischen Studie. *Current Med Res Opin* 2004;20:1613-24.
- Jünger M, Partsch H, Ramelet AA, Zuccarelli F. Efficacy of a ready-made tubular compression device versus short-stretch compression bandages in the treatment of venous leg ulcers. *Wounds* 2004;16:313-20.
- Milic DJ, Zivic SS, Bogdanovic DC, Perisic ZD, Milosevic ZD, Jankovic RJ et al. A randomized trial of the Tubulcus multilayer bandaging system in the treatment of extensive venous ulcers. *J Vasc Surg* 2007;46:750-5.

31. Mariani F, Mattaliano V, Mosti G et al. The treatment of venous leg ulcers with a specifically designed compression stocking kit. Comparison with bandaging. *Phlebologie* 2008; 37: 191-197.
32. Mayrovitz HN. Compression-induced pulsatile blood flow changes in human legs. *Clin Physiol* 1998;18:117-24.
33. Kavros SJ, Delis KT, Turner NS, Voll AE, Liedl DA, Gloviczki P, Rooke TW. Improving limb salvage in critical ischemia with intermittent pneumatic compression: a controlled study with 18-month follow-up. *J Vasc Surg*. 2008;47:543-9.
34. Labropoulos N, Leon LR Jr, Bhatti A, Melton S, Kang SS, Mansour AM, Borge M. Hemodynamic effects of intermittent pneumatic compression in patients with critical limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2005 ;42:710-6.
35. van Bemmelen PS, Mattos MA, Faught WE, Mansour MA, Barkmeier LD, Hodgson KJ et al. Augmentation of blood flow in limbs with occlusive arterial disease by intermittent calf compression. *Vasc Surg* 1994;19:1052-8.
36. Labropoulos N, Watson WC, Mansour MA, Kang SS, Littooy FN, Baker WH. Acute effects of intermittent pneumatic compression on popliteal artery blood flow. *Arch Surg* 1998;133:1072-5.
37. Delis KT, Azizi ZA, Stevens RJ, Wolfe JH, Nicolaidis AN. Optimum intermittent pneumatic compression stimulus for lower-limb venous emptying. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2000;19:250-60.
38. Delis KT, Nicolaidis AN, Wolfe JH, Stansby G. Improving walking ability and ankle brachial pressure indices in symptomatic peripheral vascular disease with intermittent pneumatic foot compression: a prospective controlled study with one-year follow-up. *J Vasc Surg* 2000;31:650-61.
39. Papi M. Le ulcere vasculitiche. *Acta Vulnol* 2003;1:9-19.
40. Nelson EA, Bell-Syer SEM, Cullum NA. Compression for preventing recurrence of venous ulcers (Cochrane Review). *The Cochrane Library*, Issue 2, 2003. Oxford: Update Software.
41. Franks PJ, Oldroyd MI, Dickson D, Sharp EJ, Moffatt CJ. Risk factors for leg ulcer recurrence: a randomised trial of two types of compression stockings. *Age Ageing* 1995; 24: 490-94
42. Harper DJ, Nelson EA, Gibson B et al. A prospective randomized trial of class 2 and class 3 elastic compression in the prevention of venous ulceration. *Phlebology* 1995; Suppl. 1; 872-73.
43. Franks, P.J., Moffatt, C.J., Bosanquet, N., Connolly, M., Greenhalgh, R.M., McCollum, C.N. 'Community leg ulcer clinics: effect on quality of life. *Phlebology* 1994;9: 83-86
44. Corbett, C.R.C. 'Which patients should be selected for venous surgery?' In: Ruckley, C.V., Fowkes, F.G.R., Bradbury, A.W. eds *Venous Disease: Epidemiology, Management and Delivery of Care*. Springer Verlag, London 1999
45. Polignano R, Bonadeo P, Gasbarro S, Allegra C. A randomised controlled study of four-layer compression versus Unna's Boot for venous ulcers. *J Wound care* 13(1):21-25;2004

Rapporto costo-efficacia sull'utilizzo del bendaggio nel trattamento delle ulcere vascolari

L'ulcera vascolare venosa interessa prevalentemente soggetti anziani di cui peggiora significativamente la qualità della vita a causa del dolore, come emerge da numerosi studi osservazionali tra cui uno italiano recentemente pubblicato¹ e ne favorisce l'isolamento anche per la presenza di secrezioni maleodoranti.

Purtroppo il trattamento delle ulcere venose ancora troppo spesso è inadeguato e conseguentemente inefficace. Esso è stato oggetto di revisioni sistematiche della letteratura e le evidenze disponibili indicano indiscutibilmente la terapia compressiva come la più efficace. In particolare la compressione con bendaggio ad alta pressione sarebbe più efficace di quella a bassa pressione².

Una valutazione di costo-efficacia della terapia compressiva è difficile per le differenze nelle modalità di compressione, nella caratteristiche dei pazienti (in rapporto alla comorbidità) e nel setting assistenziale. Per tale motivo la revisione Cochrane delle pubblicazioni disponibili non fornisce dati sufficienti per stabilire il rapporto costo-efficacia di ciascuna terapia².

Allo scopo di approfondire la conoscenza degli aspetti economici del trattamento compressivo, Peter Franks ha applicato un modello di cost-effectiveness ai risultati clinici di 5 studi relativi ai costi per il Servizio Sanitario Nazionale del Regno Unito³. Gli studi rappresentavano esperienze cliniche e sperimentazioni randomizzate pubblicate circa 10 anni fa⁴⁻⁸ nelle quali erano riportati i risultati di due diverse modalità di gestione del paziente con ulcera venosa.

È stato confrontato un "approccio sistematico attraverso l'applicazione di compressione multicomponente ad elevata pressione a tutti i pazienti" con un approccio tradizionale (cioè senza uso sistematico della compressione multicomponente ad alta pressione). I dati clinici ed economici relativi al trattamento tradizionale sono generalmente riferiti ad un periodo precedente all'introduzione

ne dell'approccio sistematico di elevata compressione.

Tutti gli studi concordano su tassi di guarigione a 12 settimane attorno al 20-26% con trattamento tradizionale mentre l'apertura di specifici ambulatori per la cura delle ulcere produce un aumento dei tassi di guarigione a 12 settimane in un range compreso fra il 34% (Morrell)⁴ ed il 42% (Simon)⁵. Negli studi clinici randomizzati i tassi di guarigione sono assai più elevati (72-75%) ma questo dato appare in rapporto ai criteri di selezione dei pazienti⁶⁻⁸.

Al fine di ottenere un risultato più vicino alla pratica media di un servizio territoriale, Franks ha selezionato i dati dello studio di Morrell⁴, l'unico a rilevare tassi di guarigione a 12, 24 e 52 settimane. Questo studio presenta risultati clinici sull'uso sistematico della compressione multicomponente inferiori agli altri studi permettendo una stima prudente. Se si confrontano i costi di trattamento fra le due modalità di approccio si evidenzia un vantaggio nel costo settimanale per il trattamento sistematico compressivo. Infatti il maggior costo unitario del bendaggio multicomponente viene ampiamente compensato dal miglioramento degli altri parametri, in particolare dal minor numero di medicazioni (dimezzato per effetto dell'aumentato intervallo tra le medicazioni) e dalla più rapida guarigione (Tabella I).

Sul piano dei risultati clinici l'approccio sistematico con terapia compressiva produce il 10% in più di guarigioni ed un tempo di trattamento inferiore di circa il 20% (Tabella II). Il numero di recidive è sovrapponibile ma questo non dipende dal trattamento dell'ulcera bensì dalla gestione del paziente e della sua patologia dopo la guarigione dell'ulcera. La differenza dei costi annuali dipende dal costo del materiale di bendaggio (maggiore per il multicomponente), dal tempo infermieristico di ciascuna applicazione (sostanzialmente uguale), dal numero di applicazioni settimanale (circa la metà per il

TABELLA I. — *Costi settimanali (lesioni non guarite) da Franks PJ, modificata.*

	Terapia sistematica compressiva		Terapia consueta	
	Costo	%	Costo	%
Costo infermiere	€ 24	(60,0)	€ 24	(80,0)
Medicazioni/bendaggi	€ 13	(32,5)	€ 3	(10,0)
Altri costi	€ 3	(7,5)	€ 3	(10,0)
Costo settimanale totale	€ 40		€ 30	
Frequenza (settimanale)	1,1		2,2	
Costo settimanale totale	€ 44		€ 66	

NOTE SUI COSTI

1. £1 = 1,5 euro (€)
2. Terapia consueta = dati basati su 2000 prezzi rilevati nello studio di Simon (3)
3. Bendaggi elevata compressione (4 componenti) = costo Profore[®](9)
4. Costo infermiere = costo medio di una visita di un infermiere dell'ente sanitario locale compreso il trasporto (8)

multicomponente), dal tempo di guarigione (inferiore del 20% per il multicomponente) e dalla percentuale di guarigione (maggiore per il multicomponente). La conclusione evidenzia un sensibile risparmio con un approccio fondato sulla terapia compressiva sistematica.

Un limite dell'analisi di Franks è rappresentato dall'aver considerato solo le ulcere che possono essere trattate con alta pressione per altro secondo le Linee Guida che sono concordi nel limitare il trattamento ad alta pressione alle ulcere venose non complicate. Le considerazioni di Franks non possono essere estese alle ulcere che si accompagnano ad una riduzione più o meno grave del flusso arterioso o a limitazioni del movimento per le quali il bendaggio ad alta pressione è sconsigliato o addirittura controindicato¹².

Altro limite della valutazione, che lo stesso Franks evidenzia nella discussione dei dati, consiste nell'aver confrontato unicamente i costi finali del trattamento, trascurando i costi complessivi per il Sistema Sanitario che dipendono dal mantenimento di una struttura specializzata in grado di erogare un "trattamento compressivo sistematico". Garantire la disponibilità di una diagnostica eco Doppler e la formazione continua del personale ha un costo che riduce il margine osservato.

Inoltre quando si affrontano gli aspetti socio-economici di un trattamento occorre definire il punto di osservazione scelto. I

TABELLA II. — *Costi e risultati previsti (da Franks, su dati di Morrel, modificata).*

	Terapia sistematica compressiva (opzione A)	Terapia consueta (opzione B)*
	Guarigione ulcera a 12 settimane	34%
Guarigione ulcera a 24 settimane	58%	42%
Guarigione ulcera a 52 settimane	71%	60%
Tempo mediano di guarigione	19-20 settimane	35-36 settimane
Ricadute (entro 52 settimane)	17 (24%)	13 (22%)
Costo medio per paziente	€ 1.205	€ 2.135
Costo per la guarigione	€ 1.697	€ 3.558

risultati appaiono assai differenti se si considera il rapporto costo-efficacia per la Struttura sanitaria che eroga l'assistenza oppure se si considera la prospettiva del paziente intesa sia come costi individuali che come qualità della vita.

L'impatto economico del trattamento delle ulcere venose per un Sistema Sanitario è comunque assai elevato. Alcuni studi anglosassoni sui costi del materiale di medicazione e bendaggio stimano una spesa compresa fra il 2-3% del budget sanitario nazionale^{13,14}; la terapia delle ulcere venose inoltre impegna il 50% del tempo di lavoro degli Infermieri di Distretto¹⁴. Dal punto di vista della Struttura Sanitaria diviene preminente fornire il trattamento più efficace al costo inferiore.

Dal punto di vista del paziente il rapporto costo-efficacia del trattamento dipende sia da fattori legati all'ulcera (dimensione, durata e mobilità dell'arto) sia da fattori estranei alla patologia venosa. La disponibilità di terapie efficaci passa anche attraverso la facilità dell'accesso alle sedi di trattamento (grado di mobilità, costi di trasporto, ecc.) ed al superamento di barriere culturali che portano il paziente a considerare ineluttabile la sua condizione. Già storicamente veniva segnalato che le ulcere venose interessavano prevalentemente persone di modesta condizione sociale ma anche recenti ricerche hanno sottolineato l'importanza di fattori come la classe sociale, la solitudine e la disponibilità di riscaldamento domiciliare^{15,16}.

In Italia la disponibilità di una terapia compressiva è limitata dalle normative di legge da cui discende un'insufficiente disponibilità di materiali di bendaggio, sia dall'i-

nadeguata diffusione delle competenze professionali soprattutto nei Servizi di assistenza Domiciliare.

È sconcertante osservare come nonostante le evidenze riportate dalla Cochrane Library², non sia ancora previsto il rimborso né del bendaggio né della calza elastica. Solo la Provincia Autonoma di Bolzano ha previsto per legge (B.U. 14 gennaio 1986) il rimborso per bende compressive, bende alla colla di zinco e calze a compressione terapeutica. Anche il rimborso per un'applicazione ambulatoriale di un bendaggio compressivo (circa € 8.00) è assolutamente insufficiente. Spesso sono quindi i pazienti a dover acquistare il materiale necessario al trattamento. Le scarse risorse economiche e l'elevato costo dei prodotti fanno sì che un consistente numero di pazienti soprattutto anziani siano esclusi da questo trattamento di riconosciuta efficacia¹⁷.

Inoltre il paziente con ulcera venosa spesso presenta limitazioni di movimento che riducono la possibilità di accedere agli ambulatori. Questi pazienti vengono presi in carico dai servizi domiciliari che spesso mancano sia di adeguate competenze nel bendaggio sia della disponibilità del materiale.

Queste limitazioni continuano a sussistere nonostante i risultati di un recente studio da noi condotto in un setting domiciliare in Italia che ha dimostrato significativi miglioramenti sia clinici che economico-gestionali attraverso un'organizzazione dell'attività assistenziale fondata su supporto diagnostico, preparazione professionale e disponibilità di prodotti adeguati. Sebbene il lavoro abbia considerato prevalentemente lesioni da pressione, nei pochi pazienti con lesione vascolare si sono registrati risultati clinici ed economici positivi; oltre al vantaggio di una rapida guarigione, il costo unitario superiore legato all'uso di medicazioni avanzate e di bendaggi specifici è stato compensato dalla minor frequenza di accessi e dalla più rapida guarigione¹⁸.

Bibliografia

1. Guarnera G, Tinelli G, Abeni D, Di Pietro C, Sampogna F, Tabolli S. Pain and quality of life in patients with vascular leg ulcers: an Italian multicentre study. *J Wound Care*. 2007 Sep;16(8):347-51.
2. O'Meara S, Cullum NA, Nelson EA. Compression for venous leg ulcers (Review). *The Cochrane Library* 2009, Issue 1.
3. Franks PJ, Posnett J. Cost-effectiveness of compression Therapy. *Understanding compression Therapy*. EWMA position document. MEP, 2003 ([Http://ewma.org](http://ewma.org)).
4. Simon DA, Freak L, Kinsella A, Walsh J, et al. Community leg ulcer clinics: a comparative study in two health authorities. *BMJ* 1996; 312: 1648-51.
5. Morrell CJ, Walters SJ, Dixon S, Collins K, et al. Cost effectiveness of community leg ulcer clinics: randomised controlled trial. *BMJ* 1998; 316: 1487-91.
6. Taylor AD, Taylor RJ, Marcuson RW. Prospective comparison of healing rates and therapy costs for conventional and four-layer high-compression bandaging treatments for venous leg ulcers. *Phlebology* 1998; 13: 20-24.
7. Marston WA, Carlin RE, Passman MA, Farber MA, Keagy BA. Healing rates and cost efficacy of outpatient compression treatment for leg ulcers associated with venous insufficiency. *J Vasc Surg* 1999; 30:491-98.
8. Moffatt CJ, Simon DA, Franks PJ, Connolly MF, et al. Randomised trial comparing two four-layer bandage systems in the management of chronic leg ulceration. *Phlebology* 1999; 14: 139-42.
9. Netten A, Curtis L. Unit Costs of Health and Social Care 2000. Personal Social Services Research Unit, University of Kent.
10. Drug Tariff. London: The Stationery Office, 2002.
11. Freak L, Simon D, Kinsella A, McCollum C, et al. Leg ulcer care: an audit of cost-effectiveness. *Health Trends* 1995; 27: 133-36.
12. World Union of Wound Healing Societies (WUWHS) – Principle of best practice: compression in venous leg ulcers: a consensus document. London, MEP Ltd, 2008.
13. Wilson E. *Health trends*, 1989.
14. Bosanquet N, Franks PJ, Moffatt C et alii. Community leg ulcer clinics: cost-effectiveness. *Health Trends*. 1993-94;25(4):146-8.
15. Franks PJ, Moffatt CJ, Connolly M, Bosanquet N, Oldroyd MI, Greenhalgh RM, McCollum CN: Factors associated with Healing Leg Ulceration with High Compression. *Age ad Ageing*, 1995: 24: 407-410.
16. Margolis DJ, Berlin JA, Strom BL: Risk factors associated with the Failure of a venous leg Ulcer to Heal. *Arch. Dermatol*, 1999; 135:92.
17. Polignano R: Analisi dei problemi nella gestione delle ulcere venose degli arti inferiori. *Helios Aggiornamenti in Wound Care*, 2000,1.
18. Masina M. et al. Ottimizzazione delle risorse nella gestione dei pazienti affetti da ulcere cutanee in assistenza domiciliare: una esperienza gestionale. *Sanità pubblica e privata*. 2005, n. 1, pag 75-79.