Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHLEBOLOGIE

# Compression élastique des membres inférieurs et adaptation cardio-vasculaire à l'orthostatisme.

## *Elastic compression of the lower limbs and cardiovascular adaptation to orthostatism.*

Omarjee L.[1,2,3], Jaquinandi V. [1,2], Mahe G. [1,2], Fortrat J.-O.[4,5]


### *Résumé*

**Situation du problème :** Un des traitements de la mauvaise adaptation à l'orthostatisme sont les bas de compression élastique (CE). Ils ont pour effet de favoriser le retour veineux, ce qui augmente la volémie relative (VR).

**Objectif :** Démontrer qu'une CE des membres inférieurs permet de diminuer la chute de la pression artérielle (PA) survenant physiologiquement au lever.
Le critère de jugement principal était la variation de PA lors des 30 premières secondes suivant le lever, les critères de jugement secondaires étaient la fréquence cardiaque (FC) et le volume d'éjection systolique (VES) dans les 3 min suivant le lever.

**Méthodes :** Deux séries de mesures avec et sans CE ont été effectuées sur 12 volontaires. La PA, la FC et le VES étaient mesurés.

**Résultats :** Avec la CE, on observe une diminution de la chute de la PA systolique ($p$ = 0,021) et du VES ($p$ = 0,0122) ainsi que de l'accélération de la FC ($p$ = 0,0425) lors du passage en position debout. De plus, le VES se maintient plus élevé ($p$ = 0,0034) et la FC moins élevée ($p$ = 0,0010) en position debout.

**Conclusion :** Les bandes de CE ont une action immédiate sur la régulation cardio-vasculaire à l'orthostatisme, mais aussi prolongée par le maintien d'une VR plus élevée.

***Mots-clés :*** *Compression élastique, orthostatisme, pression artérielle.*

### *Summary*

***Situation of the problem:*** *One of the treatments of the bad adaptation to orthostatism are the compression stockings elastic (CE). They have the effect of favoring the venous return, which increases relative volemia (RV).*

***Objective:*** *To demonstrate that a CE of the lower limbs reduces the drop in blood pressure (BP) occurring physiologically at sunrise.*
*The primary endpoint was PA variation during first 30 seconds after the passing to the standing position.*
*The criteria for secondary judgments were heart rate (HR) and the volume of systolic ejection (VES), within 3 min following the passing to the standing position.*

***Methods:*** *Two series of measurements with and without CE were carried out on 12 volunteers. PA, FC and VES were measured.*

***Results:*** *With EC, there is a decrease in systolic BP ($p$ = 0.021) and VES drop ($p$ = 0.0122) as well as the acceleration of the CF ($p$ = 0.0425) following the passage to the standing position. In addition, the VES is maintained higher ($p$ = 0.0034) and lower HR ($p$ = 0.0010) in the standing up position.*

***Conclusion:*** *CE bands have immediate action on cardiovascular regulation to orthostatism, but also an extended action by maintaining a higher RV.*

**Keywords:** elastic compression, orthostatism, arterial pressure.


*Loukman Omarjee, MD-MSc[1,2,3], Vincent Jaquinandi, MD-PhD[1,2], Guillaume Mahe, MD-PhD[1,2], Jacques-Olivier Fortrat, MD-PhD[4,5]*
*1. Département de Médecine Vasculaire, Pôle imagerie médicale et explorations fonctionnelles, Hôpital Pontchaillou, CHU de Rennes, 2 rue Henri Le Guilloux , F-35033 Rennes, France.*
*2. Université de Rennes 1, INSERM CIC 1414, 35033 Rennes Cedex 9, France.*
*3. Département de Médecine Vasculaire, Centre Hospitalier de Redon, 35600 Redon, France.*
*4. Institut MITOVASC, UMR CNRS 6015 – INSERM U1083, Université d'Angers, Rue Haute de Reculée, 49045 Angers Cedex 01, France.*
*5. Département de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles, CHU d'Angers, 49033 Angers Cedex 9, France.*

***Correspondance :*** *Dr Loukman Omarjee – Email :* loukmano@yahoo.fr

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



**Liste des abréviations**

BPM : battements par minute
CE : compression élastique
CV : cardio-vasculaire
ECG : électrocardiogramme
FC : fréquence cardiaque
MI : membres inférieurs
PA : pression artérielle
PAD : pression artérielle diastolique
PAS : pression artérielle systolique
SNA : système nerveux autonome
VES : volume d'éjection systolique
VR : volémie relative

## Introduction

Le stress orthostatique est, pour l'être humain, un phénomène physiologique survenant plusieurs fois par jour.

Le passage en position debout entraîne un transfert de sang vers les parties déclives de l'organisme et notamment au niveau de l'abdomen et des membres inférieurs.

Cela entraîne une diminution de la volémie relative (VR) définit par une diminution du volume sanguin hémodynamiquement efficace et une diminution des pressions de remplissage du cœur droit et donc du débit cardiaque [1].

Le mécanisme de régulation est complexe : il met en jeu plusieurs systèmes dans le but de maintenir une perfusion satisfaisante des organes nobles comme le cerveau [1, 2].

La régulation immédiate est effectuée par le système nerveux autonome, activé par la mise en œuvre très rapide du baroréflexe [1, 2].

Cela entraîne une accélération de la fréquence cardiaque (FC), d'une augmentation de la contractilité cardiaque et surtout d'une vasoconstriction généralisée.

Au niveau des membres inférieurs (MI), la pompe musculaire des jambes facilite le retour veineux, ce qui implique qu'une verticalisation passive comme dans le tilt-test engendre une réponse à l'orthostatisme différente de celle engendrée par une verticalisation active [1, 2].

Malgré tous ces systèmes de régulation, la pression artérielle chute au lever et il est assez fréquent pour certaines personnes de faire des syncopes par hypodébit cérébral lors d'un lever trop rapide, ou après une longue période en position allongée ou encore dans d'autres circonstances comme une ambiance confinée, un orthostatisme prolongé, la survenue d'émotions [3] voir peut être en présence d'une insuffisance veineuse.

**On distingue trois types de mauvaise adaptation à l'orthostatisme d'origine cardio-vasculaire (CV) :**

- *L'hypotension orthostatique*, plus fréquente chez les personnes âgées, est définie par une chute de la pression artérielle systolique (PAS) d'au moins 20 mmHg et/ou de la pression artérielle diastolique (PAD) de 10 mmHg survenant dans les 3 min après le lever [4].
- *Les syncopes réflexes* dont la principale est la syncope vasovagale, très fréquente chez les jeunes et notamment les femmes.
  La physiopathologie est mal connue, l'origine serait due à une vasodilatation brutale associée à une bradycardie, en lieu et place de la tachycardie et de la vasoconstriction normalement associée à l'orthostatisme.
  La stimulation serait d'origine cérébrale et non cardiaque.
  Il est reconnu que le volume plasmatique et notamment la VR jouent un rôle considérable [5].
- *Le POTS (syndrome de tachycardie orthostatique posturale)* se traduisant par une tachycardie et sans baisse de la PA associée, entraîne de nombreux symptômes (flou visuel, mauvaise tolérance à l'effort) mais rarement une perte de connaissance [6].

**Un des traitements de cette mauvaise adaptation à l'orthostatisme est le port de bas de compression élastique (CE)** [7].

Ils sont couramment utilisés, notamment chez les patients présentant une hypotension orthostatique, mais aussi, empiriquement, sur les personnes sujettes aux syncopes vasovagales [8].

Ils ont pour effet de diminuer la compliance veineuse au niveau des MI, et donc de favoriser le retour veineux, ce qui augmente la VR [7, 8].

L'efficacité d'une CE au niveau des MI plus ou moins associée à une compression abdominale chez des patients âgés présentant une hypotension orthostatique progressive, survenant dans les 20 min suivant le lever a été objectivée dans une étude en 2006 [9]. Les résultats montraient qu'avec les bas de CE, une moindre chute de PA systolique (PAS) dans les 20 min suivant le lever ainsi qu'une meilleure tolérance symptomatique à l'hypotension étaient observés [9].

Cette étude ne s'appliquait malheureusement qu'à une population très ciblée et non aux patients jeunes sujets aux malaises vasovagaux.

De plus elle ne s'était pas intéressée à l'action immédiate des 30 premières secondes suivant le lever des bas de CE.

De plus, aucune étude ne s'est intéressée à l'efficacité d'une CE chez les patients sujets aux malaises vasovagaux à répétition.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



Le mécanisme d'action de cette CE des membres inférieurs est d'ailleurs mal connu, notamment si son action débute immédiatement dès les premières secondes au lever, et si elle agit directement sur la chute de la PA, sur la FC et sur la VR.

On peut donc se poser la question de savoir si la CE des MI a un effet immédiat sur la régulation orthostatique au moment du passage de la position assise à debout ?

**Le but de cette étude, s'intéressant à une population de volontaires jeunes indemnes de pathologies CV, est de prouver que cette CE permet de diminuer la chute de la PA physiologique survenant au lever.**

**Le critère de jugement principal choisi est la variation de la PA lors des 30 premières secondes après le lever.**

**Les critères de jugement secondaires sont la FC et le volume d'éjection systolique (VES) dans les 3 min suivant le lever.**

## Matériels et méthodes

### Sujets

Il s'agit d'une étude monocentrique, randomisée et prospective réalisée sur des sujets sains, conduite de janvier à septembre 2017.

Les critères d'inclusions sont de ne présenter aucun antécédent CV et de ne prendre aucun traitement susceptible d'agir sur la fonction CV.

Tous les participants ont bénéficié d'une anamnèse sur leurs antécédents médicaux ainsi que sur leur traitement habituel et enfin d'un examen clinique focalisé sur la fonction CV.

Toutes les procédures réalisées dans le cadre de cette étude demeurent strictement non invasives et ont déjà bénéficié d'un accord du Comité de Protection et des Personnes (CPP) dans le cadre d'études précédentes.

Les conditions d'enregistrement, rigoureusement établies à l'avance, ont été clairement mentionnées aux participants. Ces conditions remplissaient ainsi un critère de normalisation dans le but d'obtenir les données les plus fiables et les plus reproductibles possibles.

### Protocole expérimental

Les sujets commençaient par répondre à un questionnaire sur des éléments pouvant influer la réponse à l'orthostatisme : prise récente de moins de quatre heures avant le début de l'expérience de substances vasoactives, état de stress au moment de l'examen, s'ils présentaient un antécédent une syncope définie comme une courte perte de connaissance, avec reprise de conscience spontanée.

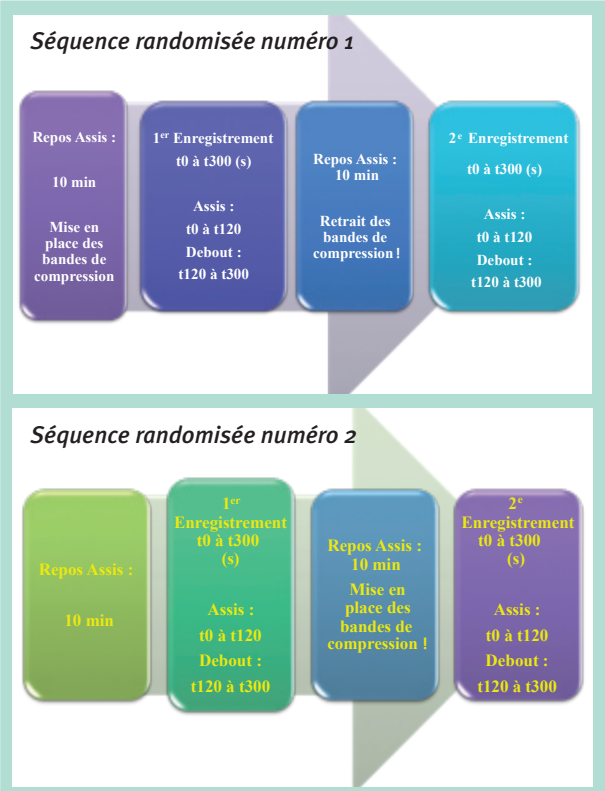



*FIGURE 1 : Représentation chronologique du protocole de l'étude. Chaque sujet effectue : soit la séquence randomisée 1, soit la séquence randomisée 2. (Les différents moments de l'enregistrement sont représentés par la lettre t suivie du nombre de secondes écoulées depuis le début de l'enregistrement.)*

Dans les études antérieures sur une population similaire d'étudiants en médecine, 39 % avaient une réponse positive [10].

La température de la pièce et l'heure de l'expérimentation étaient consignées.

Deux séries de mesures ont été effectuées le même jour et dans les mêmes conditions chez tous les sujets : une série de mesure avec bandes de CE et une série sans.

L'ordre de la séquence (« avec » puis « sans » bandes de CE ou « sans » puis « avec ») était randomisé par le département de biostatistique du CHU d'Angers.

La chaîne de mesure était mise en place, le sujet étant en position debout.

Chaque série de mesures durait 15 min et se déroulait de la façon suivante **(Figure 1)** : 10 min de repos assis avant chaque enregistrement, puis un enregistrement de 2 min assis et 3 min debout.

Pour chaque sujet il y avait donc un enregistrement total de 2 fois 5 min.

Le lever se faisait à la 120e seconde d'enregistrement.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



La variation de PA était mesurée par la différence entre la moyenne de la PAS au repos (120 premières secondes d'enregistrement) et la PAS minimale enregistrée lors de la phase d'adaptation (phase déterminée par les 30 premières secondes suivant le lever : de la 120e à 180e seconde d'enregistrement).

Il en était de même pour la PAD.

La FC et la VES étaient mesurées par la différence entre la valeur moyenne au repos (120 premières secondes d'enregistrement) et la valeur moyenne après la phase d'adaptation (de la 180e seconde d'enregistrement jusqu'à la fin).

### Chaîne de mesure

La chaîne de mesure permettait l'acquisition de l'électrocardiogramme (ECG), de la PA, ainsi que de la fréquence respiratoire en continu.

Le signal ECG était recueilli par un moniteur cardiaque analogique comportant une dérivation (Physiocontrol VSM3, Redmond, WA, USA) auquel étaient connectées les électrodes de l'ECG, positionnées sur le thorax du sujet de manière à obtenir des pics d'onde R d'amplitudes les plus importantes possibles.

Le signal de PA était quant à lui recueilli par un photopléthysmographe digital (FINOMETER, FMS system, Amsterdam, Pays-Bas).

Le doigtier du FINOMETER était positionné sur la deuxième phalange du médius et permettait une analyse non invasive de la PA au niveau du doigt, battement par battement.

Le bras était maintenu par une écharpe afin de laisser le capteur du doigtier au niveau du cœur. Le rythme respiratoire était recueilli grâce à deux bandes élastiques, une thoracique et l'autre abdominale permettant de mesurer l'ampliation thoraco-abdominale.

Les bandes élastiques étaient relié à un boîtier de connexion.

Le moniteur cardiaque, le boîtier de la fréquence respiratoire et le FINOMETER étaient reliés à un boîtier de connexion (SC-2345, National Instrument, Austin, TX, USA), ce qui permettaient d'enregistrer les signaux en format numérique *via* un convertisseur analogique numérique de 12 bits (DAQ Card-6024 E, National Instrument, Austin, TX, USA).

L'acquisition des données était réalisée avec le logiciel Acquview (Manatech Biomedical, Machren, France) avec une fréquence d'acquisition paramétrée à 1 000 Hz. Le VES était calculé grâce au logiciel FMS Beatscope 1.1, application dédiée au FINOMETER (modèle Flow FMS system, Amsterdam, Pays-Bas).

La CE était effectuée par des bandes BIFLEX® (Thuasne Medical, France).

### Analyse statistique

Le nombre de sujet requis a été arbitrairement déterminé au nombre de 12 (6 hommes et 6 femmes), sans calcul d'effectif.

Les analyses statistiques ont été effectués en utilisant le logiciel GraphPad Prism (Prism 7, version 7.03, 2017, GraphPad Software, Inc).

Le test de Wilcoxon a été utilisé pour les variables non paramétriques et appariées.

Le test ANOVA à deux facteurs a été utilisé pour étudier l'influence du sexe et de la séquence. Le test de Mann et Whitney a été utilisé pour étudier la comparaison sans CE entre le groupe masculin et féminin. Le risque alpha a été déterminé à 5 %. Les données seront par la suite présentées en moyenne ± écart-type.

## Résultats

12 sujets ont été inclus dans l'étude **(Tableau 1)**.

Deux groupes homogènes ont été randomisés pour la séquence.

Les résultats du questionnaire initial sont répertoriés dans le **Tableau 2**.

La température moyenne de la pièce était de 22,5 degré Celsius.

Lors du lever, on observe chez tous les sujets, une chute de la PA jusqu'à un minimum puis elle remonte et se stabilise.

Cette phase d'adaptation dure moins de 30 secondes.

Durant cette phase d'adaptation, la FC augmente jusqu'à un maximum puis se stabilise à une valeur supérieure à celle enregistrée en position assise.

Le VES diminue puis se stabilise autour d'une valeur inférieure à celle obtenue en position assise **(Figures 2A et 2B)**.

On remarque une chute moins importante de la PA et du VES ainsi qu'une augmentation moindre de la FC lorsque le sujet porte les CE **(Figures 3A et 3B)**.

Tous les résultats relatifs aux critères de jugement sont reportés dans le **Tableau 3**.

Sans les bandes CE, la variation de la PA est de 27 ± 12,4 mmHg, tandis qu'avec les bandes de CE, elle est de 18,1 ± 12,7 mmHg ($p$ = 0,021).

La variation de la PAD est non significative ($p$ = 0,0923) **(Figure 4)**.

Sans les bandes de CE, la variation de la FC est de 9,6 ± 6,1 battements par minute (BPM), alors qu'avec les bandes de contention, elle est de 5,1 ± 3,3 BPM ($p$ = 0,0425) **(Figure 5)**.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



| Sujets | Séquence | Sexe | Âge | Taille (cm) | Poids (kg) | PAS (mmHg) | PAD (mmHg) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 2 | F | 22 | 158 | 51 | 110 | 70 |
| B | 2 | M | 23 | 182 | 86 | 120 | 50 |
| C | 2 | M | 24 | 179 | 61 | 120 | 60 |
| D | 1 | F | 22 | 168 | 58 | 110 | 80 |
| E | 2 | M | 22 | 185 | 71 | 120 | 70 |
| F | 1 | F | 23 | 176 | 65 | 120 | 80 |
| G | 1 | M | 23 | 175 | 72 | 110 | 80 |
| H | 1 | M | 23 | 176 | 68 | 120 | 80 |
| I | 2 | F | 23 | 173 | 58 | 130 | 80 |
| J | 1 | F | 25 | 172 | 59 | 130 | 70 |
| K | 2 | M | 23 | 182 | 80 | 130 | 80 |
| L | 1 | F | 23 | 150 | 47 | 110 | 60 |
| Moyenne | | | 23 | 173 | 64,7 | 119,2 | 71,7 |
| Écart-Type | | | 0,9 | 10,2 | 11,4 | 7,9 | 10,3 |

PAS = Pression artérielle systolique au repos ; PAD = Pression artérielle diastolique au repos

***TABLEAU 1 : Caractéristiques anthropométriques des sujets inclus dans l'étude.***

| Critères | Conditions | Nombre de sujets | Pourcentage de l'effectif total |
|---|---|---|---|
| Malaises | Ont déjà perdu connaissance une fois dans leur vie | 5 | 42 |
| État au moment du test | Normal, détendu | 5 | 42 |
| | Fatigué | 4 | 33 |
| | Sensation de faim | 3 | 25 |
| Boissons vasoactives (café, thé) | Prises à plus de 4 h à distance du test | 11 | 92 |
| Horaire de l'expérience | Le matin (entre 10 h et 13 h) | 3 | 25 |
| | L'après-midi (entre 14 h et 1 h) | 9 | 75 |

***TABLEAU 2 : Réponses au questionnaire posé en début d'expérience.***

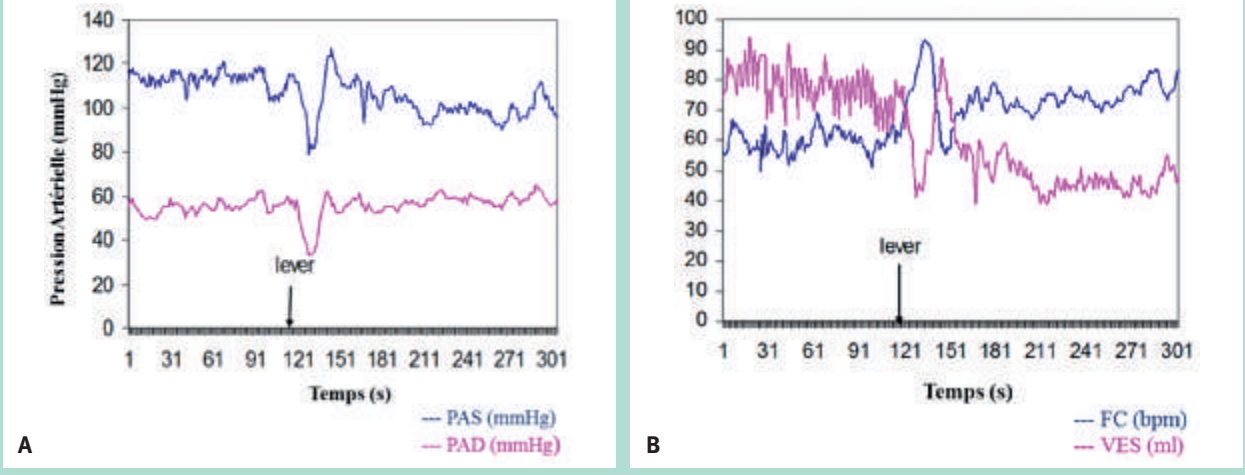



***FIGURE 2 : A : Évolution de la pression artérielle systolique (PAS) et diastolique (PAD) lors du passage de la position assise à debout à t = 120. Résultats obtenus chez un individu sain sans bandes de compressions élastiques.***
***B : Évolution du volume d'éjection systolique (VES) et de la fréquence cardiaque (FC) lors du passage de la position assise à debout t = 120. Résultats obtenus chez un individu sain sans bandes de compressions élastiques.***

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



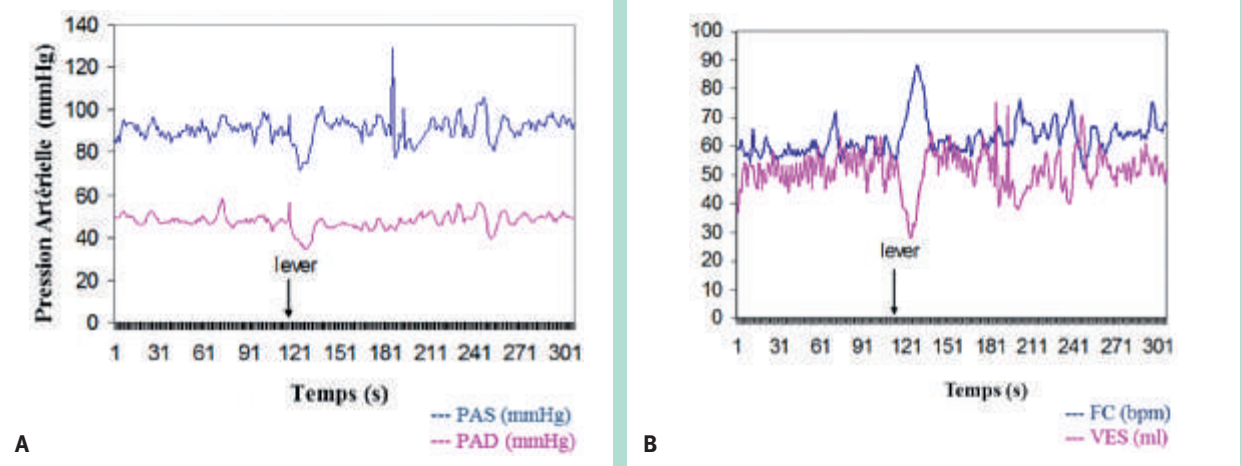



***FIGURE 3 :** A : Évolution de la pression artérielle systolique (PAS) et diastolique (PAD) lors du passage de la position assise à debout à t = 120. Résultats obtenus chez le même individu sain que dans la Figure 2A lors du port des bandes de compressions élastiques.*
*B : Évolution du volume d'éjection systolique (VES) et de la fréquence cardiaque (FC) lors du passage de la position assise à debout t = 120. Résultats obtenus chez le même individu sain que dans la Figure 2B lors du port des bandes de compressions élastiques.*

| | Avec bandes de compression élastique | | Sans bandes de compression élastique | | *p* value |
|---|---|---|---|---|---|
| | Moyenne | Écart-type | Moyenne | Écart-type | |
| PAS (mmHg) assis | 112,4 | 13,9 | 111,9 | 14,1 | |
| PAS (mmHg) min | 94,7 | 16 | 85 | 12,5 | |
| PAD (mmHg) assis | 56,9 | 10,3 | 57 | 12,5 | |
| PAD (mmHg) min | 36,9 | 8,6 | 34,1 | 8,9 | |
| Variation PAS | 18,1 | 12,7 | 27 | 12,4 | 0,021 |
| FC (BPM) assis | 69,1 | 9,8 | 70,7 | 10 | 0,1294 |
| FC (BPM) après 30 s | 74,2 | 7,8 | 80,3 | 8,3 | 0,001 |
| Variation FC | 5,1 | 3,3 | 9,6 | 6,1 | 0,0425 |
| VES (mL) assis | 80,7 | 18,1 | 78,4 | 13,7 | ns |
| VES (mL) après 30 s | 74,6 | 16,5 | 64,4 | 13,3 | 0,0034 |
| Variation VES | 9,7 | 14,4 | 13,9 | 9 | 0,0122 |

PAS : Pression artérielle systolique ; PAD : Pression artérielle diastolique ; FC = Fréquence cardiaque ; BPM : Battement par minute ; VES : Volume d'éjection systolique.

***TABLEAU 3 :** Effets du port de bandes de compression élastique sur le système cardio-vasculaire chez 12 sujets sains : en position assise puis après 30 secondes en position debout (Fréquence Cardiaque et Volume d'Éjection Systolique) ; en position assise et pendant la phase d'adaptation (30 secondes suivant le lever) pour la pression artérielle.*

On constate de plus que la FC en position debout sans les bandes de CE est supérieure à celle mesurée avec les bandes (FC = 80,3 ± 8,3 *vs* FC = 74,2 ± 7,7 ; $p$ = 0,001).

La variation du VES est moindre lors du port de bandes de CE (9,7 ± 14,4 mL *vs* 13,9 ± 9,0 mL ; $p$ = 0,0425). De plus le VES en position debout est plus élevé lorsque le sujet porte des bandes (74,6 ± 16,51 mL contre 64,4 ± 13,3 mL ; $p$ = 0,0034) **(Figure 6)**.

Le sexe n'influe pas sur l'efficacité des bandes de CE au niveau de la variation de la PAS.

En effet, il n'y a pas de différence significative entre le groupe de sujets masculins (avec et sans bandes de CE) et le groupe de sujets féminins (avec et sans bandes de CE) ($p$ = 0,3360).

Il n'y a pas non plus de différence significative dans la réponse à l'orthostatisme physiologique entres les hommes et les femmes, sans CE ($p$ = 0,2403).

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



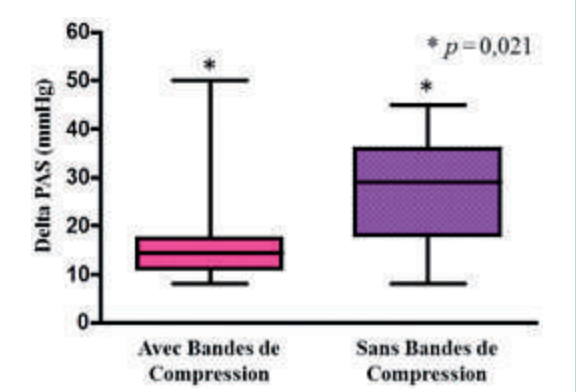



*FIGURE 4 : Variation de la pression artérielle systolique (PAS) mesurée entre la PAS moyenne au repos et la PAS minimale durant la phase d'adaptation.*

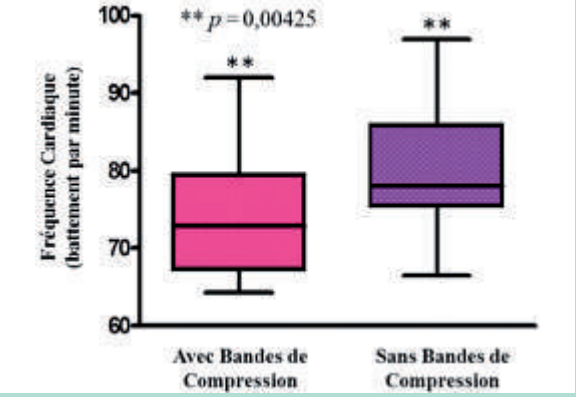



*FIGURE 5 : Comparaison de la fréquence cardiaque après 30 secondes d'adaptation à l'orthostatisme avec et sans bandes de compression élastique.*

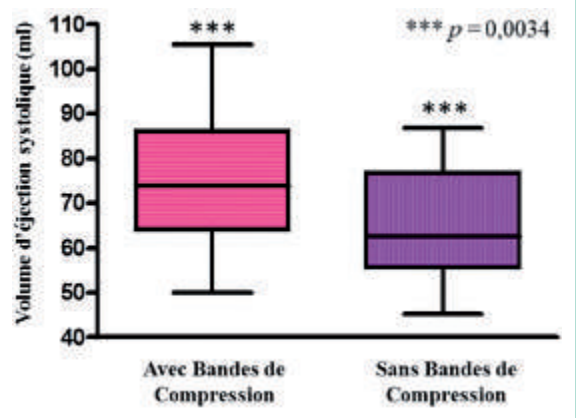



*FIGURE 6 : Comparaison du volume d'éjection systolique (VES) après 30 secondes d'adaptation à l'orthostatisme avec et sans bandes de compression élastique.*

Enfin, il n'y a pas de différence significative selon l'ordre de la séquence ($p$ = 0,2540).

## Discussion

Toutes les courbes montrant l'évolution de la PA, du VES et de la FC face à un stress orthostatique concordent avec les connaissances actuelles sur la physiologie de l'orthostatisme [1, 2].

La chute de la PA survenant physiologiquement à l'orthostatisme est due dans un premier temps (les 30 secondes suivant le lever) à un transfert de sang du thorax vers les parties déclives de l'organisme, mais aussi dans un deuxième temps (dans les quelques minutes suivant le lever) à un transfert liquidien des vaisseaux vers l'espace interstitiel.

Ce transfert est estimé à 15-20 % du volume plasmatique [11].

Les résultats de notre étude montrent que la chute de PA physiologique lors du passage en position debout est moindre lorsque le sujet porte des bandes de CE.

Les bandes de CE permettent aussi de diminuer la chute du VES et l'accélération de la FC lors du lever et semble maintenir un VES plus élevé en position debout et une FC moindre, à condition que le baroréflexe fonctionne correctement.

Les bandes de CE facilitent d'après nos résultats l'adaptation immédiate à l'orthostatisme, puisqu'elles diminuent les variations de PAS, de FC et de VES survenant physiologiquement au lever.

Ceci valide notre hypothèse de départ.

Mais nous pouvons aussi en déduire que les bandes de CE ont un effet prolongé sur l'adaptation à l'orthostatisme.

Cet effet prolongé est en effet visible par le maintien d'un VES plus élevé et d'une FC moindre au bout de 3 minutes.

Les bandes de CE permettraient ainsi une diminution des transferts liquidiens au niveau du tissu interstitiel, favorisant le maintien d'une VR plus élevée.

La VR jouant un rôle très important dans la survenue de syncopes vasovagales, nous pouvons envisager que le port de bandes de CE pourrait diminuer la survenue de syncopes vasovagales.

De plus, le maintien d'un VES plus élevé permet aussi de conclure que les bandes de CE favorisent une meilleure perfusion cérébrale en position debout, et donc diminuent le risque de perte de connaissance par hypodébit cérébral.

L'absence de différence de réponse à l'orthostatisme entre les sujets masculins et féminins peut se discuter. Tout d'abord, de nombreuses études montrent que les syncopes vasovagales sont plus fréquentes chez les femmes que chez les hommes (40-45 % contre 25 %) [10, 12].

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



La différence serait attribuée à plusieurs facteurs : une différence de sensibilité du baroréflexe, une FC plus élevée avec une PAS plus basse en position debout.

De plus le lit vasculaire abdomino-pelvien est probablement différent chez les femmes.

Or, lors de la réponse à l'orthostatisme, certains auteurs ont montré que la vasoconstriction veineuse au niveau des membres inférieurs n'est finalement que peu utile, la plus importante quantité de sang se trouvant finalement au niveau des vaisseaux abdominaux [13].

Dans la littérature, les résultats concernant l'adaptation à l'orthostatisme en fonction du sexe sont variables : certaines études concordent avec la nôtre en montrant une absence de différence [14], mais d'autres études plus récentes montrent une différence significative de réponse à l'orthostatisme en fonction du sexe [15].

L'étude ARIC réalisé sur 15 792 sujets a montré une différence statistiquement significative entre hommes et femmes, particulièrement à partir de 60 ans [16].

Cependant la population étudiée dans cette étude était très différente : patients âgés de 45 à 65 ans avec des facteurs de risque CV.

De plus, elle montre que l'âge, l'hypertension artérielle (HTA) et d'autres facteurs de risques CV sont associés avec une chute de la pression artérielle plus importante lors du lever.

Or à partir de 30 ans, la prévalence de l'HTA dans la population est différente pour les hommes et pour les femmes selon la Fédération Française de Cardiologie.

Cela peut donc expliquer la différence de résultats entre les sujets masculins et féminins dans cette étude.

D'autre part, le protocole de l'étude permettait de randomiser le moment de mise en place des bandes de CE (lors de la première ou de la deuxième série de mesures) afin d'éviter l'effet « séquence ».

Cependant, on peut se demander si le fait de mettre les bandes de CE lors de la première série de mesure ne risque pas d'influer les mesures de la deuxième série survenant seulement 10 min après avoir enlevé les bandes de CE, d'autant plus que les bandes utilisées étaient des CE fortes et que nous avons montré un effet prolongé des bandes de CE.

Cela aurait entraîné un biais d'exécution.

Finalement, lorsque l'on compare les sujets de la séquence 1 (avec et sans bandes de CE) et les sujets de la séquence 2 (avec et sans bandes de CE) on ne retrouve pas de différence significative entre les 2 groupes.

Afin d'avoir des mesures reproductibles et interprétatives, il était demandé aux sujets de ne pas bouger ni parler durant l'expérience.

Malgré cette consigne ainsi qu'une relecture soignée des enregistrements, on retrouve quelques mesures parasitées sans doute dues à des mouvements ajoutés.

Notamment des pics de valeurs très élevées lors du supposé repos ou des courbes de FC pas toujours régulières.

Les critères de jugement étant basés sur des calculs de moyennes, on peut imaginer que ces valeurs aberrantes aient pu modifier les résultats.

Dans un même souci de reproductibilité, la température de la pièce climatisée au moment de l'enregistrement était consignée.

Elle oscillait le plus souvent entre 19° et 24°, cependant pour des soucis techniques, deux enregistrements sur les sujets A et B **(Tableau 1)**, ont été effectués dans une autre salle à une température plus élevée (27°) ce qui a pu influer sur les résultats.

L'utilisation des bandes de CE à la place de bas de CE était un choix afin d'avoir des mesures plus reproductibles.

En effet, les bandes de CE, si elles sont bien positionnées, sont adaptables à toutes les tailles de jambes.

Les bas de CE ont une utilisation plus standardisée avec des tailles prédéfinies, chaque sujet doit donc trouver la taille qui lui correspond pour avoir une efficacité optimale.

Le choix des bandes de CE par rapport aux bas de CE dans cette étude peut cependant être contestable puisque les bandes de CE sont en fait peu utilisées et peu utilisables en pratique du fait de leur inconfort et de leur mauvaise maniabilité.

En effet, les bandes de CE sont contraignant à l'utilisation, et doivent être positionnées par une tierce personne.

Elles sont plus épaisses que des bas de CE et peu esthétiques rendant difficile leur port au long cours.

## Perpectives

Cette étude sur volontaires sains a permis d'acquérir des connaissances sur la physiologie de la régulation du système CV face à l'orthostatisme.

Elle a de plus permis de prouver l'efficacité immédiate d'une CE des membres inférieurs sur cette régulation.

En ce qui concerne l'amélioration de la perfusion cérébrale en position debout lors de la mise en place de bandes de CE, cette conclusion n'est en fait que supposée devant un VES plus élevé. Des mesures par un écho-doppler trans-crânien dans les mêmes conditions permettrait de vérifier cette hypothèse.

Cette étude ayant montrée une action des bandes de CE sur la VR, il serait judicieux d'appliquer ces résultats sur les patients comme par exemple sur des patients sujets aux malaises vasovagaux à répétition et objectiver l'effet de la CE au long cours sur la fréquence des récidives.

L'observance du port des bandes de CE deviendrait ainsi un des biais important de cette étude.

Aucun article ou résumé dans cette revue ne peut être reproduit sous forme d'imprimé, photocopie, microfilm ou par tout autre procédé sans l'autorisation expresse des auteurs et de l'éditeur. Editions Phlébologiques Françaises
No article or abstract in this journal may be reproduced in the form of print, photocopy, microfilm or any other means without the express permission of authors and the editor. Editions Phlébologiques Françaises



L'utilisation des chaussettes de CE plutôt que des bas ou des bandes en serait ainsi une solution alternative, mais nécessiterait une étude préliminaire prouvant une efficacité des chaussettes par rapport aux bas ou aux bandes de CE sur les paramètres hémodynamiques.

Enfin, au regard de ces résultats, nous avons débuté une étude utilisant des bandes de CE sur des patients adressés pour une insuffisance veineuse touchant la grande veine saphène.

## Conclusion

Les bandes de compression élastique ont une action immédiate sur la régulation cardio-vasculaire à l'orthostatisme, mais aussi prolongée par le maintien d'une volémie relative plus élevée.

## Références

1. Fortrat J.-O., Levrard T., Courcinous S., Victor J. Self-Organization of Blood Pressure Regulation: Experimental Evidence. Front Physiol. 2016 ; 7 : 112.
2. Fortrat J.-O., Gharib C. Self-Organization of Blood Pressure Regulation: Clinical Evidence. Front Physiol. 2016 ; 7 : 113.
3. Coupé M., Fortrat J.-O., Larina I., Gauquelin-Koch G., Gharib C., Custaud MA. Cardiovascular deconditioning: From autonomic nervous system to microvascular dysfunctions. Respir Physiol Neurobiol. 2009 Oct ; 169(Suppl 1) : S10-12.
4. Mar PL., Raj SR. Orthostatic hypotension for the cardiologist. Curr Opin Cardiol. 2017 Oct 4.
5. Adkisson WO., Benditt DG. Pathophysiology of reflex syncope: A review. J Cardiovasc Electrophysiol. 2017 Sep ; 28(9) : 1088-97.
6. Garland EM., Celedonio JE., Raj SR. Postural Tachycardia Syndrome: Beyond Orthostatic Intolerance. Curr Neurol Neurosci Rep. 2015 Sep ; 15(9) : 60.
7. Andresen D. [Treatment of syncope]. Herz. 2014 Jun ; 39(4) : 437-42.
8. Protheroe CL., Dikareva A., Menon C., Claydon VE. Are compression stockings an effective treatment for orthostatic presyncope? PloS One. 2011 ; 6(12) : e28193.
9. Podoleanu C., Maggi R., Brignole M., Croci F., Incze A., Solano A., et al. Lower limb and abdominal compression bandages prevent progressive orthostatic hypotension in elderly persons: a randomized single-blind controlled study. J Am Coll Cardiol. 2006 Oct 3 ; 48(7) : 1425-32.
10. Ganzeboom KS., Colman N., Reitsma JB., Shen WK., Wieling W. Prevalence and triggers of syncope in medical students. Am J Cardiol. 2003 Apr 15 ; 91(8) : 1006-8, A8.
11. Writing Committee Members, Shen W.-K., Sheldon R.S., Benditt D.G., Cohen M.I., Forman D.E., et al. 2017 ACC/AHA/HRS guideline for the evaluation and management of patients with syncope: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. Heart Rhythm. 2017 Aug ; 14(8) : e155-217.
12. van Dijk N., Wieling W. Fainting, emancipation and the "weak and sensitive" sex. J Physiol. 2009 Jul 1 ; 587(Pt 13) : 3063-4.
13. Taylor AA. Autonomic control of cardiovascular function : clinical evaluation in health and disease. J Clin Pharmacol. 1994 May ; 34(5) : 363-74.
14. Moore KI., Newton K. Orthostatic heart rates and blood pressures in healthy young women and men. Heart Lung J Crit Care. 1986 Nov ; 15(6) : 611-7.
15. Ndayisaba J.-P., Fanciulli A., Granata R., Duerr S., Hintringer F., Goebel G., et al. Sex and age effects on cardiovascular autonomic function in healthy adults. Clin Auton Res Off J Clin Auton Res Soc. 2015 Oct ; 25(5) : 317-26.
16. Nardo CJ., Chambless LE., Light KC., Rosamond WD., Sharrett AR., Tell GS., et al. Descriptive epidemiology of blood pressure response to change in body position. The ARIC study. Hypertens Dallas Tex 1979. 1999 May ; 33(5) : 1123-9.