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



Phlébologie 2010, 63, 1, p. 23-30

# L'effet de la marche suite à une posture statique prolongée sur les variables physiologiques et la circulation des membres inférieurs.

## *The effect of walking following a prolonged static posture on physiological parameters linked to lower limb muscle blood flow.*

Taillefer F.[1], Boucher J.P.[2], Zummo M.[3], Comtois A.S.[2], Savard R.[1]


### *Résumé*

**Problématique :** Depuis la transformation du milieu de travail, dû à la révolution industrielle, il n'est pas étonnant de retrouver des situations de postes cloisonnés. Cette organisation du travail a sans aucun doute permis de réduire la charge de travail physique, mais au détriment d'une augmentation du travail statique de faible intensité.

**Objectif :** Évaluer l'effet de la marche sur les variables physiologiques associées au développement de varices suite à des postures statiques de courte durée.

**Méthode :** Des mesures physiologiques furent prises à la fin de périodes de marche (5 min à 3,5 km/h sur tapis roulant) suivant chacune des postures statiques (assis, assis-debout et debout) maintenues durant 20 minutes chez dix femmes sans varices (Co) et avec varices (C2).

**Résultats :** Les résultats indiquent que la marche oxygène les membres inférieurs et possiblement minimise la cascade d'événements physiologiques menant à l'apparition d'œdème et de varices. L'absence de différences significatives lors de la marche entre le groupe sans varice (Co) et avec varices (C2) appuie l'hypothèse que la marche a le même effet chez les sujets sans varices et avec varices dont la classe CEAP est de C2.

**Conclusion :** Notre étude révèle que la marche a des conséquences significativement bénéfiques sur tous les paramètres physiologiques circulatoires des membres inférieurs.


***Mots-clés :*** *marche, récupération, posture statique, membres inférieurs, varices.*


### *Summary*

***Goal :*** *The goal of this study was to measure the effect of walking on lower limb blood flow and oxygenation following prolonged static postures.*

***Methods :*** *Two groups (n = 10 per group) of women (without varicose veins, Co and with varicose veins, C2) were studied during the maintenance of 6 twenty minutes periods of different static postures in the sit-stand position (base, bambach, bicycle and knee), sitting and standing all interspersed by 5 min walking periods. The following measurements during each posture and walking periods were taken on the left lower limb : blood perfusion (foot), transcutaneous partial pressure of $O_2$ and $CO_2$ (foot), cutaneous temperature (medial malleola), EMG of the gastrocnemius muscle, $VO_2$, and heart rate, were recorded.*

***Results :*** *The results of the present study indicate that walking had significant benefits on various physiological circulatory parameters of the inferior limbs. When compared to static postures, it was found that walking favoured all physiological variables towards a better circulation and oxygenation of the lower limbs. To this effect, heart rate, foot transcutaneous blood flow velocity, $TcPO_2$ and $TcPO_2/TcPCO_2$ ratio all increased while $TcPCO_2$ decreased.*

*These physiological measurements demonstrated unequivocally the importance of walking to maintain lower limb oxygenation and possibly to minimise the cascade of physiological events leading to the appearance of lower limb oedema and varicose veins [9]. In addition, alternating between static postures and walking appeared to be beneficial during a three and a half hours experimental procedure and would certainly merit being validated in industry. As well, the absence of significant differences (physiological variables) between the varicose vein (Co) and non-varicose vein (C2) groups was similar to the observations of Claeys et al. [10] and supports the notion that walking has the same effect on subjects with and without varicose veins.*


**Keywords :** waking, recuperation, static posture, lower limb, varicose veins.

*1. Département des Sciences Biologiques, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, succ. Centre-ville, Montréal, QC., Canada, H3C 3P8. Tél : 514-987-3000 poste 4156 Fax : 514-987-6616*
*2. Institut Santé et société et Département de kinanthropologie, Université du Québec à Montréal, C.P. 8888, succ. Centre-ville, Montréal, QC., Canada, H3C 3P8.*
*3. Clinique de phlébologie, 916, rue Saint-Joseph Est, Montréal, QC., Canada, H2J 1K6.*
*E-mail :* taillefer.francois@uqam.ca
*Accepté le 12 octobre 2009*

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



# Introduction

Depuis la révolution industrielle, l'industrie a orienté l'organisation du travail vers la mécanisation et l'automatisation afin de faire face à la concurrence et aux besoins de production toujours plus grands. Bien que cette organisation du travail ait permis dans les dernières décennies de réduire la charge de travail physique, les travailleurs(euses) ont dû faire face à une augmentation du travail statique de faible intensité [1, 2, 3].

Selon Stvrtinovà et al. [4], la problématique reliée aux postures statiques s'apparente à la sédentarité qui augmente le risque, entre autres, d'apparition de varices.

Récemment, afin de contrer la problématique reliée au travail statique, quelques auteurs [5] proposaient de renverser la tendance en développant la polyvalence des travailleurs(euses) et d'insérer la rotation des postes de travail. *Le principal avantage dans la rotation de travail est de pouvoir introduire, en guise de repos, le travail dynamique* [6]. D'après Ebben [7], un environnement de travail permettant le changement de postures et encourageant la marche pourrait réduire les risques associés au statisme.

Ainsi, dans un contexte où se développent la polyvalence des travailleurs(euses) et la tendance actuelle de rotation des postes, il devient important de mieux connaître les effets physiologiques des déplacements à la marche, surtout lorsque ceux-ci sont en alternance avec des postures statiques adoptées en industrie : debout, assis ou assis-debout. Ceci permettrait de mieux comprendre les effets physiologiques de la marche et de réfléchir aux combinaisons d'alternance des postures statique-marche afin de diminuer les contraintes physiologiques reliées au statisme.

*Donc, le but de cette étude était de déterminer chez des sujets avec et sans varices quelles conséquences la marche aurait sur les paramètres physiologiques circulatoires des membres inférieurs.*

# Matériels et méthodes

## Caractéristiques des sujets

Dix femmes âgées entre 30 et 60 ans ayant des varices (C2) et 10 femmes entre 30 et 60 ans sans varices (C0) ont participé à l'étude. La tranche d'âge entre 30 et 60 ans a été choisie puisqu'elle représente le plus grand nombre de travailleuses et travailleurs ayant des varices au Québec selon le régime de l'assurance maladie du Québec.

| Groupe | Âge (an) | Taille (cm) | Poids (kg) | IMC |
|---|---|---|---|---|
| C0 | 39 ± 9 | 162 ± 7 | 58 ± 11 | 22 ± 3,3 |
| C2 | 53 ± 8 | 163 ± 6 | 75 ± 16 | 28 ± 3,9 |

Les valeurs présentées sont moyenne ± ÉT.
C0, groupe sans varice ; C2, groupe avec varice.

***TABLEAU 1 : Caractéristiques anthropométriques des sujets.***

Les caractéristiques anthropométriques des sujets sont présentées sur le **Tableau 1**. Tous les sujets ont été évalués à une clinique médicale privée spécialisée en phlébologie. Les sujets ont été renseignés sur le but et le déroulement de l'étude. La sévérité de l'atteinte variqueuse a été classée et basée d'après la classification CEAP. Les sujets retenus se situaient au stade C2EpAs1Pr niveau d'investigation L II, c'est-à-dire porteurs de varices réticulaires d'origine primaire (sans cause connue), superficielles avec reflux (C2). Les sujets sans varices étaient au stade clinique 0 (C0).

## Procédures méthodologiques

La procédure méthodologique détaillée a été décrite dans un article précédent [8]. Les mesures physiologiques et biomécaniques suivantes furent prises chez les deux groupes de femmes (C0 et C2) : la perfusion sanguine au niveau du pied, la pression partielle transcutanée d'$O_2$ ($TcpO_2$) et de $CO_2$ ($TCpCO_2$), la température cutanée (malléole médiale), l'EMG du gastrocnémien, la consommation d'$O_2$ ($VO_2$) et la fréquence cardiaque (FC).

## Caractéristiques des postures statiques et des marches post-postures

Six postures statiques furent évaluées tel que décrit précédemment [8]. Succinctement, nous avons utilisé deux postures antagonistes à l'une et l'autre, c'est-à-dire posture debout et assise et quatre postures intermédiaires identifiées comme postures assis-debout **(Figure 1)**.

Avant et après le maintien de chaque posture, les sujets ont marché durant 5 minutes sur un tapis roulant à une vitesse de 3,5 km/h afin d'optimiser le retour veineux.

Une période de marche de 5 min fut établie à partir de l'étude pilote où il fut observé que les paramètres physiologiques (mentionnés plus haut) s'étaient rétablis après une minute de marche.

Donc, la période de 1 min fut multipliée par 5 (5 fois la constante de temps) pour obtenir un plateau des paramètres physiologiques.

Les paramètres physiologiques, tels que présentés plus haut, furent enregistrés durant la dernière minute de la période de marche. Suite à la marche sur le tapis roulant, chaque posture fut conservée en statique durant 20 min.

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



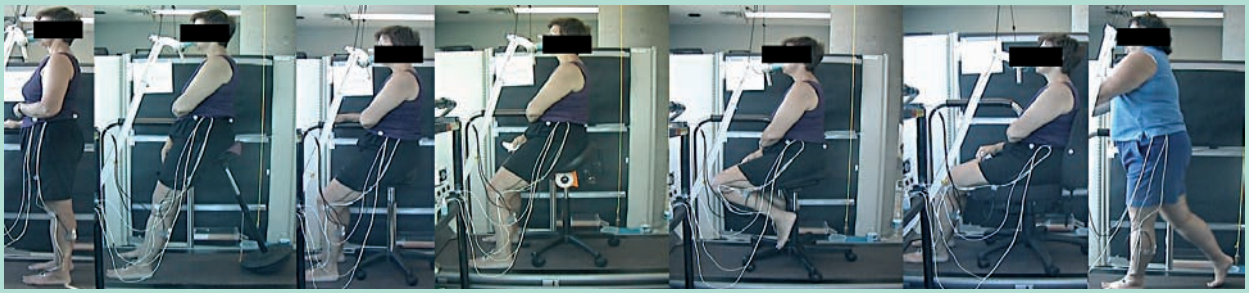

*FIGURE 1 : Les six postures évaluées, de gauche à droite : debout, base de sable, bicycle, bambach, genoux, assis et la marche à 3,5 km/h sur tapis roulant.*

### Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques furent effectuées à l'aide de SPSS (v. 10,5).

En premier lieu une analyse descriptive fut effectuée afin de présenter les données par des valeurs moyennes et écart type. Des analyses de la variance ont été effectuées :

– entre les groupes sans varice (Co) et avec varices (C2) pour les sept marches (mesures répétées) ;

– entre chacune des marches qui ont suivi le maintien des postures statiques et les valeurs de la marche pré-expérimentation (Mo) ;

– entre les valeurs de chacune des marches qui ont suivi le maintien des postures statiques et les valeurs de chacune des postures statiques.

Lors de différences significatives, un test post hoc Newman-Keuls a été utilisé pour comparer les moyennes deux à deux. Les différences ont été considérées statistiquement significatives lorsque l'erreur de type I ($\alpha$) était inférieure à $p \leq 0,05$.

## Résultats

Les **Figure 2** et **Figure 3** illustrent les variables physiologiques à Mo, aux marches qui ont suivi le maintien des postures statiques (marche post-postures) et des postures statiques.

### Postures statiques et déplacement à la marche

La **Figure 2*a*** présente la fréquence cardiaque lors de l'utilisation des différentes postures statiques ainsi que des marches. On observe que les valeurs de la FC durant la période de marche qui a suivi la posture debout sont significativement moins élevées ($p < 0,05$) que la FC observé à Mo. De plus, les FC de toutes les marches sont significativement plus élevées ($p < 0,05$) que les FC lors du maintien de chacune des postures statiques.

**Tel qu'illustré à la Figure 2*b***, il n'y a aucune différence significative ($p > 0,05$) de vitesse de perfusion entre toutes les marches qui ont suivi le maintien des postures statiques et la perfusion lors de Mo.

Toutefois, la vitesse de perfusion de toutes les marches est significativement plus élevée ($p < 0,05$) que la vitesse de perfusion du maintien de chacune les postures statiques.

**La Figure 2*c* présente les valeurs de $TcPO_2$ lors de l'utilisation des différentes postures statiques ainsi que des marches.** On observe que la valeur de $TcPO_2$ des marches qui ont suivi la posture Debout, Base, Bambach, Genoux et Bicycle est significativement moins élevée ($p < 0,05$) que les valeurs de $TcPO_2$ observé lors de Mo. Cependant, les valeurs de $TcPO_2$ des marches post-postures Assis, Debout, Base, Bambach et Bicycle sont significativement plus élevées ($p < 0,05$) que les valeurs de $TcPO_2$ du maintien de chacune de ces postures statiques.

**Tel qu'illustré à la Figure 2*d***, il n'y a aucune différence significative ($p > 0,05$) des valeurs de $TcPCO_2$ entre toutes les marches qui ont suivi le maintien des postures statiques et Mo. Toutefois, les valeurs de $TcPCO_2$ de toutes les marches sont significativement moins élevées ($p < 0,05$) que les valeurs de $TcPCO_2$ du maintien de chacune des postures statiques.

**La Figure 3*a*** présente le ratio $TcPO_2/TcPCO_2$ lors de l'utilisation des différentes postures statiques ainsi que des marches.

On n'observe que le ratio $TcPO_2/TcPCO_2$ des marches qui ont suivi la posture Debout, Base, Bambach, Genoux et Bicycle est significativement plus élevé ($p < 0,05$) que les valeurs de Mo.

Cependant, les valeurs du ratio $TcPO_2/TcPCO_2$ de toutes les marches post-postures sont significativement plus élevées ($p < 0,05$) que le ratio $TcPO_2/TcPCO_2$ du maintien de chacune de ces postures statiques.

**On observe dans la Figure 3*b*** que la température cutanée du pied lors des marches qui ont suivi la posture Debout, Base, Genoux et Bicycle est significativement moins élevée ($p < 0,05$) que la température cutanée du pied observé lors de Mo. Toutefois, seule la valeur de température cutanée de la marche post-posture Debout est significativement plus élevée ($p < 0,05$) que la valeur de température cutanée lors du maintien de la posture debout.

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



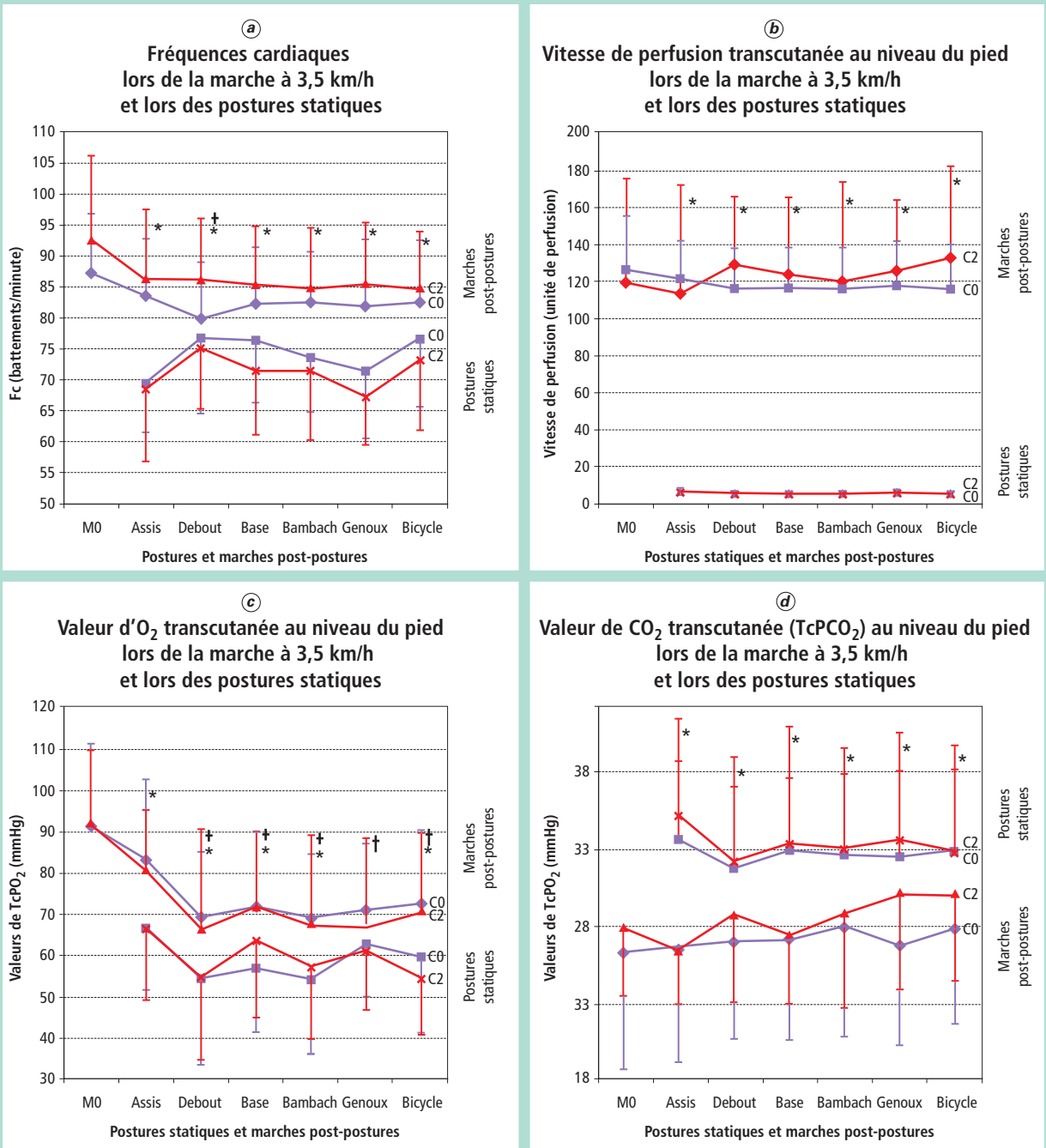


*FIGURE 2 : Aspects hémodynamiques lors des différentes marches, pour les deux groupes ; sans varices (Co) et avec varices (C2), en comparaison avec les valeurs obtenues lors de la marche pré-expérimentation (Mo) et les six diverses postures statiques (voir légende Figure 1).*

*a) Fréquences cardiaques (Fc) ;*

*b) Vitesse de perfusion (p.u. perfusion units) des érythrocytes ;*

*c) Valeurs d'$O_2$ (mm Hg) ;*

*d) Valeurs de $CO_2$ (mm Hg).*

*† Différence significative entre marche post-posture et la marche initiale Mo.*

** Différence significative entre posture statique et la marche post-posture.*

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



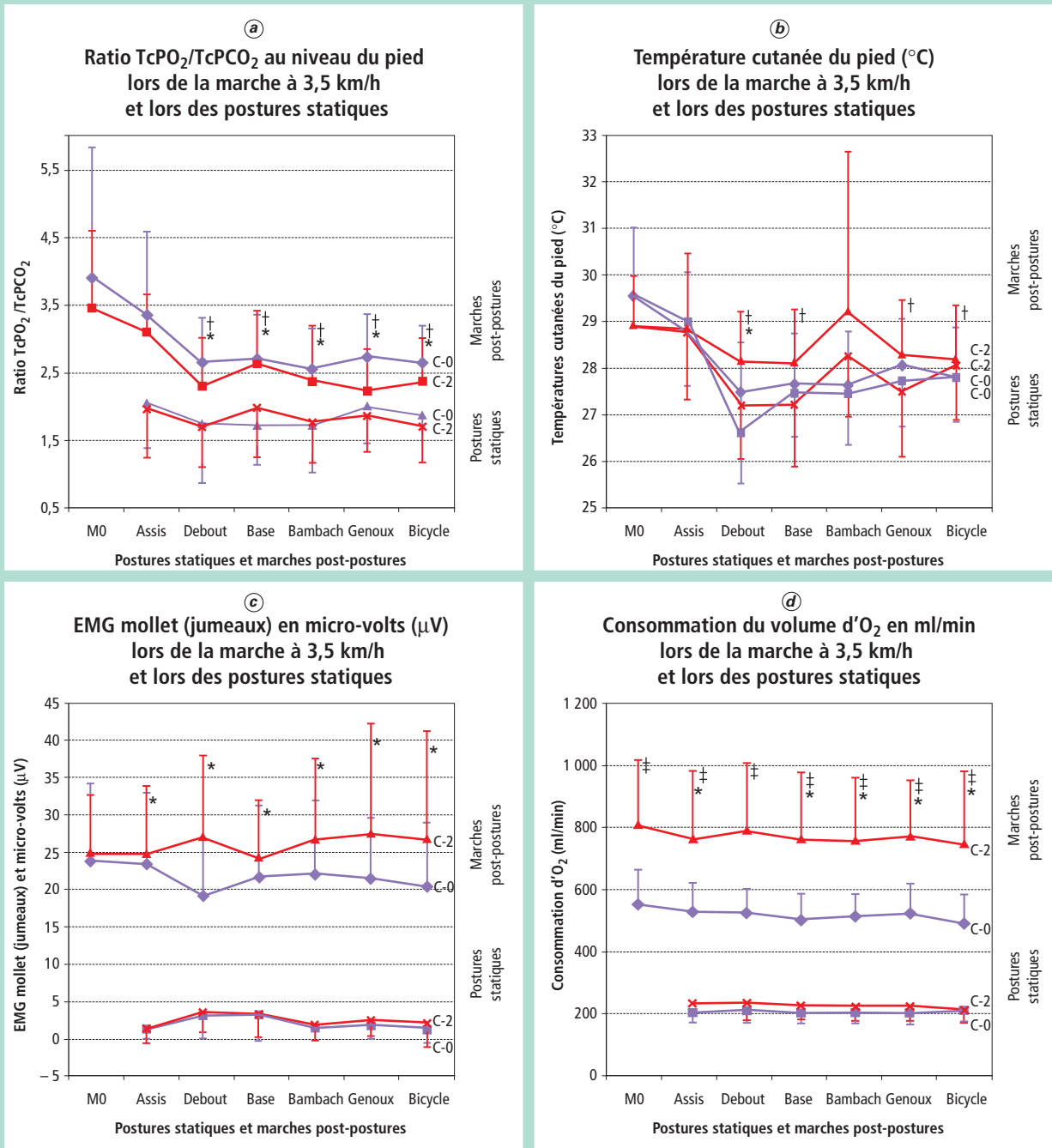


*FIGURE 3 : Aspects hémodynamiques lors des différentes marches, pour les deux groupes ; sans varices (Co) et avec varices (C2), en comparaison avec les valeurs obtenues lors de la marche pré-expérimentation (Mo) et les six diverses postures statiques (voir légende Figure 1).*
*a) Ratio $O_2/CO_2$ ;*
*b) Température cutané du pied (°C) ;*
*c) EMG des muscles jumeaux (microvolts) ;*
*d) Consommation du volume d'$O_2$ en ml/min.*
*† Différence significative entre marche post-posture et la marche initiale Mo.*
** Différence significative entre posture statique et la marche post-posture.*
*‡ Différence significative entre les deux groupes ; sans varices (Co) et avec varices (C2) lors de la marche.*

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 Figure 3*c*** présente les valeurs d'EMG des jumeaux (en micro-volts) lors de l'utilisation des différentes postures statiques ainsi que des marches. On observe qu'il n'y a aucune différence significative ($p > 0,05$) d'EMG des jumeaux entre le maintien des postures statiques et Mo. Cependant, les valeurs d'EMG des jumeaux de toutes les marches sont significativement plus élevées ($p < 0,05$) que l'EMG des jumeaux lors du maintien de chacune des postures statiques.

**La Figure 3*d*** présente les valeurs de la consommation du volume d'$O_2$ lors de l'utilisation des différentes postures statiques ainsi que des marches. On observe qu'il n'y a aucune différence significative ($p > 0,05$) de la consommation du volume d'$O_2$ entre toutes les marches qui ont suivi le maintien des postures statiques et Mo. Toutefois, les valeurs de la consommation du volume d'$O_2$ de toutes les marches sont significativement plus élevées ($p < 0,05$) que la consommation du volume d'$O_2$ du maintien de chacune des postures statiques. De plus, une différence significative ($p < 0,05$) de la consommation d'$O_2$ en ml/min est observable entre les groupes Co et C2, et ce pour toutes les marches.

## Discussion

L'observation principale de cette étude est que la marche a des conséquences significativement bénéfiques sur tous les paramètres physiologiques circulatoires des membres inférieurs.

### Déplacement à la marche

Comparativement au maintien des postures statiques, nous avons observé que, lors des déplacements à la marche, toutes les valeurs des variables physiologiques sont modifiées en faveur d'une meilleure circulation sanguine et une meilleure oxygénation des membres inférieurs.

À cet effet, on observe que la FC, vitesse de perfusion transcutanée au niveau du pied, la $TcPO_2$, le ratio $TcPO_2$/$TcPCO_2$, augmentent, alors que la $TcPCO_2$ diminue. Ces mesures physiologiques mettent en évidence l'importance de la marche afin d'oxygéner les membres inférieurs et possiblement minimiser la cascade d'événements physiologiques pouvant mener à l'apparition d'œdème et de varices [9].

**Comme mentionné ci-dessus, nous avons observé des différences marquées entre les postures statiques et dynamiques dans l'ensemble des paramètres physiologiques mesurés.**

Ceci peut s'expliquer de la façon suivante.

*L'étude de Claeys et al.* [10] a démontré que, pour favoriser un échange sanguin au niveau des membres inférieurs, deux phases dynamiques toutes aussi importantes l'une que l'autre doivent se produire avec la marche. L'une est la phase de remplissage et l'autre la phase de vidange.

Brièvement, la première phase consiste à la contraction des extenseurs des orteils puis la contraction du tibial antérieur et constitue l'étape de remplissage du mollet qui fournit aux membres inférieurs du sang hautement oxygéné. Cette étape d'oxygénation s'effectue dès le relâchement du tonus des jumeaux et du soléaire.

*En fait, les travaux de Van der Stricht et al.* [11] ont démontré que, durant cette phase de relâchement des muscles jumeaux, les veines jumelles servant de pompes aspirantes soulagent la circulation superficielle et restent engorgées jusqu'à la contraction suivante. *Selon les observations de Claeys et al.* [10], obtenues par vidéopléthysmographie, cette phase essentielle pour l'oxygénation des tissus des membres inférieurs a tout le temps nécessaire pour remplir l'important réservoir que constitue le réseau veineux du mollet puisque, durant la marche, la phase de contraction du tibial antérieur représente les 2/3 du cycle de marche.

Au cours de la seconde phase de la marche, la contraction du mollet permet d'éjecter rapidement le sang accumulé dans les veines saphènes internes. **Cette activité musculaire du soléaire représente l'essentiel du cœur veineux périphérique et agit en concertation avec les muscles jumeaux comme pompe foulante** [11]. Lors de cette contraction du mollet, le sang est chassé vers le haut à très fort débit des veines jumelles vers la veine poplitée, le seul sens autorisé par les valvules contribuant au retour veineux vers le cœur [11].

Ces auteurs [11] précisent que les veines du mollet restent vides durant toute la phase de contraction du soléaire et des jumeaux et se remplissent totalement, en une fraction de seconde, lorsque le mollet se relâche à nouveau.

Donc, ce qui ressort de nos observations et celles mentionnées ci-dessus, est l'importance de la phase contraction-relâchement des jumeaux (comme durant la marche) afin d'éliminer la stase veineuse des membres inférieurs qui pourrait mener, entre autre, à la formation de veines variqueuses durant des périodes de maintien de posture statique de longue durée (ex. caissière en position debout).

Nous n'avons pas mesuré l'effet du piétinement, mais il pourrait aussi s'avérer bénéfique.

**L'absence de différence significative lors de la marche entre le groupe sans varice (Co) et avec varices (C2) pour les variables physiologiques** (FC, vitesse de perfusion transcutanée au niveau du pied, TcPO2, TcPCO2, le ratio TcPO2/TcPCO2 au niveau du pied) **est en accord avec les observations de Claeys et al.** [10] **et appuie l'hypothèse que la marche a le même effet chez les sujets avec et sans varice.**

A cet effet, ces auteurs ont observé que la vidéophlébographie devient absolument éloquente dès la phase de contraction des mollets.

Les veines profondes saines, de même que les grosses veines variqueuses et avalvulées, se vident immédiatement.

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



### Posture statique

Bien que la vidange des réseaux des membres inférieurs soit fortement assistée par la contraction musculaire lors de la marche, en **posture statique**, selon Blanchemaison et al. [12], s**euls les muscles de la paroi veineuse compriment les vaisseaux et propulsent le sang vers le cœur**.

Ceci est en accord avec nos résultats des postures statiques et expliquerait la baisse des valeurs des variables physiologiques (FC, vitesse de perfusion transcutanée au niveau du pied, $TcPO_2$, $TcPCO_2$, le ratio $TcPO_2$, $TcPCO_2$ au niveau du pied) ainsi que l'augmentation de la $TcPCO_2$ au niveau du pied.

Bien que nos résultats [8] montrent qu'il est possible de configurer une posture statique afin qu'elle favorise une perfusion des membres inférieurs durant une période de 20 minutes en posture statique, il n'en demeure pas moins qu'**il n'existe probablement pas de postures statiques idéales que l'on puisse maintenir longtemps**.

### Importance de l'alternance des postures

Dans notre étude, nous avons alterné les périodes de postures statiques avec des périodes de marche. Ce mode d'alternance semble bénéfique pour l'ensemble des paramètres physiologiques mesurés et ce durant une période expérimentale de trois heures et demie.

Nos observations concordent avec les travaux de *Simonson et al.* [13], qui déjà dans le 1er tiers du siècle dernier, préconisaient qu'il existe des bénéfices rattachés aux postures qui permettent des variations de mouvements durant le travail : premièrement, le nombre de muscles sollicités augmente et diminue la force locale des muscles spécifiques à la tâche, et, deuxièmement, le changement de posture améliore la circulation sanguine des muscles sollicités et réduit la fatigue de même que la douleur.

Selon *Asmussen* [14], les exercices statiques peuvent causer une fatigue locale plus rapidement que les exercices dynamiques. Le principal avantage dans la rotation des postes de travail est de pouvoir introduire, en guise de repos, du travail dynamique au lieu de diminuer le pourcentage de la force maximale volontaire isométrique (FMVI) soutenue en condition statique [6].

Puisqu'il n'est souvent pas possible de diminuer la cadence de travail, *Vollestad* [3] et *Van Dieën et al.* [17], recommandent d'effectuer davantage de variations de travail incluant des périodes de récupération.

**Idéalement, le poste de travail devrait permettre au travailleur d'alterner entre la posture assise et debout lorsqu'il en ressent le besoin** [16].

D'après *Ebben* [7], un environnement de travail permettant le changement de postures et encourageant la marche, réduit les risques liés à la posture debout statique.

Il convient donc d'aménager les situations de travail de manière à ce que les travailleurs ne soient pas immobiles. Cela implique que l'espace et le plan de travail soient adaptés à l'activité et, aussi bien souvent, que l'organisation du travail soit revue [17].

Les résultats d'une récente étude québécoise de grande envergure ont révélé que les postures debout contraignantes sont liées à une augmentation de la douleur aux chevilles ou aux pieds chez les hommes et les femmes et aux jambes ou aux mollets chez les femmes comparativement aux postures debout avec possibilité de s'asseoir à sa guise [18]. **La liberté de s'asseoir au travail peut prévenir les douleurs aux extrémités des membres inférieurs** [18].

Par le biais d'indicateurs d'inconfort (le seuil de douleur-pression) et des effets cardiovasculaires (pression sanguine artérielle), *Laperrière et al.* [19] ont constaté que s'asseoir, même pour une petite partie de la journée de travail, procure des effets bénéfiques sur la santé.

Dans notre étude, nous avons utilisé un mode d'alternance statique/marche de 20 min/5 min, respectivement. A cet effet, déjà en 1977, *Björksten et al.* [20] proposaient que de petites pauses fréquentes semblent avoir un meilleur effet sur la diminution des problèmes reliés aux positions statiques que de longues pauses peu fréquentes.

L'étude de *Brand et al.* [21] a démontré que le maintien d'une position sédentaire, soit assis, soit debout, pendant au moins 4 heures par jour, provoque des déficiences veineuses chez 5,7 % des femmes, tandis que le maintien d'une position sans changement durant 8 heures ou plus mène au même genre de déficiences veineuses chez un plus grand nombre de participants, soit 7,4 %.

En fait, *Brand et al.* [21] proposaient qu'il soit dans l'idéal dans un cadre de travail où les pauses fréquentes sont possibles, de pouvoir prendre à chaque 45 minutes de travail, 15 minutes de repos. Cette combinaison a été identifiée comme étant le ratio qui permet une moins grande surcharge d'effort et de fatigue et qui semble être plus bénéfique que la combinaison 60-15 [21].

Ce dernier cycle (60-15) a d'ailleurs été identifié comme étant le plus inconfortable, avec une augmentation du volume des jambes de 2,4 % [15] et de 1,4 % en travail dynamique [22]. Toutefois, en étudiant le ratio 45-15, quelques auteurs [17] ont observé une diminution de l'inconfort et de l'œdème au niveau des pieds et du bas des jambes.

Donc, plusieurs cycles court de 20-5 (20 min posture statique-5 min de marche) pourraient être bénéfiques et possiblement plus faciles à instaurer que des cycles longs de 45-15 ou de 60-15 qui ne semblent pas être plus bénéfiques physiologiquement.

Toutefois, la posture assise combinée à la marche (cycle 20-5, voir **Figure 2*c***) semble être la plus bénéfique par rapport au contenu en oxygène des membres inférieurs.

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



## Conclusion

Les résultats de la présente étude révèlent que la marche a des conséquences significativement bénéfiques sur tous les paramètres physiologiques circulatoires des membres inférieurs.

Comparativement au maintien des postures statiques, nous avons observé que, lors des déplacements à la marche, toutes les valeurs des variables physiologiques favorisent une meilleure circulation sanguine et une meilleure oxygénation des membres inférieurs.

À cet effet, on observe que la FC, vitesse de perfusion transcutanée au niveau du pied, la $TcPO_2$, le ratio $TcPO_2$/ $TcPCO_2$, augmentent, alors que la $TcPCO_2$ diminue.

Ces mesures physiologiques mettent en évidence l'importance de la marche afin de mieux oxygéner les membres inférieurs et possiblement de minimiser la cascade d'événements physiologiques pouvant mener à l'apparition d'œdème et de varices [9].

De plus, le mode d'alternance entre la posture statique et la marche semble bénéfique durant une période expérimentale de 3,5 heures et aurait intérêt à être validé en industrie.

Aussi, l'absence de différence significative (variables physiologiques) lors de la marche entre le groupe sans varice (Co) et avec varices (C2) corrobore les observations de Claeys et al. [10] et cette absence de différence soutient que la marche a la même effet chez les sujets avec (classe C2) et sans varices.

## Références

1. Magora A.C. Investigation of the relation between low back pain and occupation. Industrial medecine 1972 ; 41, 12 : 5-9.
2. Hägg G.M. Lack of relation between maximal force capacity and muscle disorders caused by low-level static loads. A new explanation model. Designing for Everyone: Proccedings of the 11th Congress of the International Ergonomics Association London Taylor & Francis Paris France 1991 ; 9-11.
3. Vollestad N.K. Muscle fatigue and activation during low force contractions, consequences for intervention studies. In: Nielsen R., Jorgensen J., eds. Advances in Industrial Ergonomics and safety V, London : Taylor & Francis 1993 ; 125-9.
4. Stvrtinovà V., Klesar J., Wimmer G. Prevalence of varicose veins of the lower limbs in the women working at a department store. International Angiology 1991 ; 10, 1 : 1-5.
5. Vézina N. Actes du forum : « La rotation, est-ce une solution ? Forum d'échange de la chaire GM en ergonomie de l'UQAM », 27 et 28 février 2003, Université du Québec à Montréal, cote MO-25199, disponible au Centre de documentation de la CSST 2003.
6. Jonsson B. The static load component in muscle work. Eur. J. Applied Physiology 1987 ; 305-10.
7. Ebben J.M. Improved ergonomics for standing work. Occupational Health Safety 2003 ; 72 : 72-6.
8. Taillefer F., Boucher J.P., Comtois A.S., Zummo M., Savard R. Réponses physiologiques et biomécaniques à divers types de bancs assis-debout chez les femmes sans problèmes veineux et varicosées. Travail humain 2009 ; accepté pour publication.
9. Michiels C., Arnould T., Remacle J. Endothelial cell response to hypoxie: initiation of a cascade of cellular interactions. Biochem. Biophys. Acta 2000 ; 2, 1 : 1-9.
10. Claeys R., Thiery L., Uytterhaegen P. La pompe musculaire du mollet. Congrès Société française de phlébologie, séance Paris France 1993 ; 46,2 : 287-92.
11. Van der Stricht J., Staelens I. Veines musculaires du mollet. Phlébologie 1994 ; 47, 2 : 135-43.
12. Blanchemaison Ph., Gorny Ph., Louis G., Griton Ph., Cloarec. Relation entre veines et muscles du mollet chez le sportif et le jeune sédentaire : étude échographique et conséquence physiopathologiques, Phlébologie 1995 ; 48 : 435-43.
13. Simonson E., Enzer N. Effect of short rest pause in standing and sitting position on efficiency of muscular work. J. Indust. Hyg. Toxicol. 1941 ; 23 : 106.
14. Asmussen E. Muscle fatigue. Med. Sci. Sports 1979 ; 11 : 313-21.
15. Van Dieën J.H., Huub H.E., Vrielink Oude. Evaluation of work-rest schedules with respect to the effects of postural workload in standing work. Ergonomics 1998 ; 41, 12 : 1832-44.
16. Carson R.A. Stand by your job. Occupational health & safety 1994 ; april : 38-41.
17. INRS. Institut National de recherche et de sécurité, Travailler assis ou debout, http://www.inrs.fr/inrs-pub/inrs01.nsf/IntranetObject-accesParIntranetID/OM : Document : B7DA2C93AD6CA8C3C12572300046AD22/$FILE/print.html, dernière mise à jour le 20 février 2008.
18. Messing K., Tissot F., Stock S. Distal Lower-Extremity Pain and Work Postures in the Quebec Population. Am. J. Public Health 2008 ; 98 : 705-13.
19. Laperrière E., Ngomo S., Thibault M.C., Messing K. Indicators for choosing an optimal mix of major working postures. Applied Ergonomics 2006 ; 37 : 349-57.
20. Björksten M., Jonsson B. Endurance limit of force in long term intermittent static contraction. Scand. J. Work Envir. and Health 1977 ; 3 : 23-7.
21. Brand F.N., Dannenberg A.L., Abbot R.D. The epidemiology of varicose veins: the Framinghham study. Am. J. Prev. Med. 1998 ; 4 : 96-101.
22. Winkel J. On foot swelling during prolonge sedentary work and the significance of leg activity. Thèse de Doctorat, National Board of Occupational Safety and Health, Research Departement, Work Physiology Unit, S-171 84 Solna ; Karolinska Institute, Department of Physiology III, Stockholm, Sweden 1985.