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 2009, 62, 4, p. 18-28

Les effets des postures statiques sur les paramètres vasculaires des membres inférieurs chez la femme avec ou sans varices.

The effects of static postures on the vascular parameters of the lower limbs in women with or without varices.

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

Résumé

Problématique : L'arrivée des bancs assis-debout dans l'industrie génère des effets encore inconnus sur la circulation sanguine périphérique.

Objectif : Évaluer les réponses physiologiques des membres inférieurs au cours de l'adoption de postures statiques chez les femmes ayant ou non des varices.

Méthode : Des mesures physiologiques, biomécaniques et psychophysiques sont prises chez deux groupes (n = 10 par groupe) de femmes (atteintes et non atteintes de varices) au cours de leur maintien durant vingt minutes dans chacune des six postures basiques différentes étudiées : postures assis-debout (base, bambach, bicycle, genoux), assis et debout et ce dans un ordre semi-aléatoire.

Résultats : L'étude montre qu'un sujet augmente son risque de développer de l'œdème et des varices au niveau des membres inférieurs en fonction de l'âge, d'une plus grande taille et d'une plus grande circonférence de la taille. Mais il est possible de configurer une posture de travail afin de minimiser ces effets. De plus, nos résultats suggèrent que les sujets de notre étude n'ont pas été en mesure de percevoir les différences vasculaires induites par les différentes postures.

Conclusion : Une posture statique devrait permettre une courte distance pieds-cœur avec un minimum d'activation des gastrocnémiens afin d'assurer une perfusion sanguine optimale des membres inférieurs.

Mots clés : *postures statiques, varices, assis, assis-debout, debout.*

Summary

Goal : *To evaluate vascular physiological responses of the inferior limbs during various sit to stand postures in women with and without varicose veins.*

Methods : *Two groups (n = 10 per group) of women (non varicosed and varicosed) were studied in 6 different static postures each lasting twenty minutes : the sit to stand position (base, bambach, bicycle and knee), and sitting and standing, all in a semi random order. The following measurements during each posture were taken on the left lower limb : blood perfusion (foot), transcutaneous partial pressure of O_2 and CO_2 (foot), cutaneous temperature (medial malleola), foot volume (water displacement plethysmograhy), EMG of the gastrocnemius muscle, and segment angulation (upper, lower limb and trunk). As well, VO_2, heart rate, vertical heart foot distance, and perception (Huskinson) were recorded. Analysis was performed using Pearsons' correlations to measure strength of relationships between morphological, anatomical segments and vascular physiological parameters that could contribute to the development of lower limb oedema. In addition, these variables were tested for the strength of their relationship with the subjects' perception of sensing physiological changes occurring in the lower limbs during all various static postures tested. Results show that age, height, waist circumference, heart-foot distance and gastrocnemius activity are all major factors on blood perfusion of the foot during maintenance of various static postures.*

Conclusion : *A static posture should permit a short heart-foot distance accompanied by minimal calf muscle activation so as to maintain optimal blood perfusion to the lower limbs. Subjects in this cohort were insensitive to the perception of blood perfusion alterations that could put them at risk of developing lower limb vascular complications prematurely. Lastly, subjects had a greater perception to calf muscle activation and oxygen cost requirements (VO_2) related to various static postures that could perhaps allow them to adopt the best cost effective posture without, nonetheless, sensing the lower limb vascular risk.*

Keywords : *posture, static, varicose veins, sit, sit to stand, stand, perception.*

1. Département de biologie, Université du Québec à Montréal. C.P. 8888, succ. Centre-ville. Montréal, QC., Canada. H3C 3P8. Taillefer. francois@uqam.ca
2. Institut Santé & société et Département de kinanthropologie, Université du Québec à Montréal. C.P. 8888, succ. Centre-ville. Montréal, QC., Canada. H3C 3P8.
3. Centre de phlébologie. 916, boul. Saint-Joseph Est. Montréal, QC., Canada. H3C 3P8.
Accepté le 12 octobre 2009

Avertissement

Il s'agit d'un article de physiologie et de physiopathologie vasculaire dans le cadre de la médecine du travail au Canada. Nos lecteurs phlébologues cliniciens et explorateurs seront intéressés par les conclusions pratiques de cette étude fondamentale.

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

En 1998, Canonico et al. [1] rapportaient une augmentation de l'incidence de varices dans la population européenne, entre 1980 et 1984, de 7 à 8,7 % chez les hommes et de 21 à 23,5 % chez les femmes, l'incidence de la maladie variqueuse étant de 29,6 %. La même année, en Autriche, 5,9 % de la population était porteuse de varices selon une autre étude.

En 1985-86, 10 à 20 % de la population américaine souffrait également de ce problème [2, 3]. Au Québec, tout en considérant que le nombre de diagnostics ne tient pas compte des cas de varices lorsqu'un patient consulte pour d'autres problèmes de santé (consultations multi-sujets) ou qu'il consulte en privé, 610 407 diagnostics d'œdème et de varices aux membres inférieurs ont été enregistrés à la Régie de l'Assurance Maladie du Québec au cours des cinq dernières années.

De 1998 à 2002, on note une augmentation du nombre de diagnostics d'œdème des jambes d'origine non-héréditaire (code 7823), et ce dès la tranche d'âge de 30 à 39 ans.

Le nombre de diagnostics de varices des membres inférieurs est de 5 à 6 fois plus élevé chez les femmes que chez les hommes et ce dans toutes les tranches d'âges.

Facteurs de risque dans l'apparition de varices

Plusieurs travaux ont démontré que les femmes ont davantage de risques que les hommes de souffrir de problèmes de varices [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. La prévalence est même supérieure chez les femmes comparativement aux hommes [11]. D'autres chercheurs [1, 10] ont montré qu'il existe une relation entre l'apparition de varices chez les femmes ayant eu des **grossesses** ou **ménopausées**.

Par ailleurs, plusieurs auteurs [12, 13, 14, 15, 16, 17] sont unanimes quant à l'importance des **antécédents familiaux** dans l'apparition de varices.

L'**obésité** [1, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 23] et les **pieds plats** [19] font aussi partie des facteurs augmentant les risques de souffrir de varices ou d'œdème de risques.

De plus, quelques travaux [4, 10, 12, 14, 20, 24, 25] ont montré que ces facteurs de risque semblent s'aggraver avec le **vieillissement** des travailleurs.

Toutefois, bien peu d'études se sont attardées aux effets du statisme de la **posture de travail** sur la circulation sanguine périphérique et ce même si le temps passé dans cette position est généralement long et réparti sur de nombreuses années.

L'objectif de cette étude est de déterminer chez un groupe de sujets, avec et sans varices, en position statique, l'interrelation des variables physiologiques vasculaires pouvant contribuer au développement de l'œdème et des varices.

Ces variables seront comparées aux perceptions des sujets afin de vérifier s'ils sont en mesure de percevoir les changements physiologiques au niveau de leurs pieds durant les postures statiques et de changer une posture à risque qui, à la longue, pourrait contribuer à créer de l'œdème et des varices.

Matériels et méthodes

Caractéristiques des sujets

Tous les sujets ont été évalués dans 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 normaux étaient au stade clinique 0 (C0).

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. Les caractéristiques anthropométriques des sujets sont présentées au **Tableau 1**.

Procédures méthodologiques

La procédure méthodologique détaillée a été décrite dans un article précédent [26]. Des mesures physiologiques, biomécaniques et psychophysiques furent prises chez deux groupes de femmes (C0 et C2).

Brièvement, les mesures suivantes furent prises durant chacune des postures sur le membre inférieur gauche :

- 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) ;
- le volume du pied (plethysmographie) ;
- l'EMG du gastrocnémien.

Groupe	Âge (an)	Taille (cm)	Poids (kg)	IMC
C-0	39 ± 9	162 ± 7	58 ± 11	22 ± 3,3
C-2	53 ± 8	163 ± 6	75 ± 16	28 ± 3,9

Les valeurs présentées sont moyenne ± ÉT.
C-0, groupe sans varice ; C-2, groupe avec varice.

TABLEAU 1 : Caractéristiques anthropométriques des sujets.

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 et assis.*

Articulation	Postures					
	Debout	Base de sable	Bicycle	Bambach	Genoux	Assis
Tronc-cuisse	180	150	130	130	130	110
Genoux	180	180	130	130	60	110
Cheville	90	110	90	90	90	110

***TABLEAU 2 :** Standardisation de l'angle en degrés des articulations pour les différentes postures statiques.*

Alternance	1ère posture	2e posture	3e posture	4e posture	5e posture	6e posture
A	debout	base de sable	bicycle	bambach	genoux	assis
B	genoux	debout	bambach	bicycle	assis	base de sable
C	bambach	genoux	debout	assis	base de sable	bicycle
D	bicycle	base de sable	assis	debout	genoux	bambach
E	base de sable	assis	bicycle	bambach	debout	genoux
F	assis	genoux	bambach	bicycle	base de sable	debout

***TABLEAU 3 :** Alternance des 6 postures, afin d'éviter l'effet d'une posture sur une autre.*

La consommation d'O_2 (VO_2), la fréquence cardiaque (FC) et la distance verticale pied-cœur ont été relevées ainsi que la perception mesurée selon l'échelle de Huskinsson [27].

Procédure expérimentale

Brièvement, six postures statiques **(Figure 1)** furent évaluées où les angles des articulations ont été standardisés à l'aide d'un goniomètre manuel (physio ERP, Montréal, Canada) après ajustement de la hauteur de l'assise par rapport à la taille de l'individu **(Tableau 2)** : deux postures antagonistes (les postures debout et assise) et quatre postures intermédiaires (les postures assis-debout). Les postures assises et debout ont été choisies, car elles représentent les postures types auxquelles les ergonomes sont confrontés, alors que les quatre postures assis-debout représentent les choix alternatifs les plus populaires auprès des ergonomes.

Alternance des postures

Afin d'éviter l'effet d'une posture sur une autre, les postures ont été alternées de façon semi-aléatoire afin que toutes les postures soient à tour de rôle subséquentes et précédentes les unes des autres **(Tableau 3)**.

Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques furent effectuées à l'aide du logiciel SPSS (ver. 10,5). En premier lieu une analyse descriptive a été effectuée afin de présenter les données par des valeurs moyennes et écarts types. Par la suite, une analyse de la variance en plan factoriel, avec varices (classe C2) et sans varices (C0) (groupes indépendants) par six types de posture (mesures répétées), a été utilisée. Lors de différences significatives, un test post hoc Newman-Keuls a été utilisé pour comparer les moyennes deux à deux. Finalement, pour chaque variable, des tests de corrélation (Pearson) ont été

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

effectués afin de mettre en lien les paramètres physiologiques, biomécaniques et psychométriques (variables dépendantes) et les postures statiques (variables indépendantes). Les différences ont été considérées statistiquement significatives lorsque l'erreur de type I (α) était inférieure à $p \leq 0{,}05$.

Résultats

Les résultats de l'analyse de la variance pour les groupes sans varices (C0) et avec varices (C2) démontrent qu'il n'y a aucune différence entre les deux groupes pour toutes les variables de l'étude. En conséquence, les corrélations ont été calculées à partir des résultats des deux groupes combinés [30].

Corrélations entre les variables physiologiques et anatomiques

Le **Tableau 4** résume les corrélations entre les variables physiologiques et anatomiques mesurées pour les postures statiques étudiées. Le tableau indique que les variables anatomiques (angles des articulations) ont une forte corrélation entre elles et sont fortement corrélées avec la distance verticale pied-cœur. L'interrelation des variables anatomique et physiologique démontre que la fréquence cardiaque s'élève lorsque :

- la distance verticale pied-cœur est plus élevée ;
- l'angle des genoux plus élevé ;
- un angle tronc-cuisse plus élevé ;
- et la somme des angles plus élevée.

Cependant, plus la fréquence cardiaque s'élève, plus la perfusion au niveau du pied est élevée ; plus la consommation d'O_2 s'élève, et moins l'œdème du pied est important. Plus la distance verticale pied-cœur est basse, plus la perfusion au niveau du pied est élevée.

Plus la perfusion au niveau du pied est élevée, plus l'œdème du pied diminue et plus la température au niveau du pied s'élève.

Plus la distance verticale pied-cœur diminue, plus les valeurs de $TcPO_2$ sont élevées ($p < 0{,}01$) et plus le niveau de $TcPO_2$ s'élève, plus l'œdème devient prononcé ($p < 0{,}01$). En revanche, les valeurs de $TcPCo_2$ élevées sont fortement corrélées à des températures cutanées du pied élevées ($p < 0{,}001$) et à des valeurs d'œdème élevées ($p < 0{,}001$).

Interrelations entre les variables psychophysiques et les variables physiologiques et anatomiques

Le **Tableau 5** présente les résultats de corrélation entre les variables physiologiques, anatomiques et psychophysiques.

Les résultats de perception obtenus chez les sujets de l'étude par le biais des échelles psychophysiques démontrent que les trois types de perception, soit le niveau de confort à la face plantaire des pieds, le niveau d'enflure des pieds et le niveau d'engourdissement des pieds, sont étroitement reliés ($p < 0{,}01$).

Le **Tableau 5** indique aussi des relations significatives (caractère gras dans le tableau) par rapport aux trois mesures psychophysiques en lien avec plusieurs paramètres physiologiques et anatomiques.

Brièvement la perception du confort sous le pied est reliée aux variables suivantes : dont une diminution de l'angle tronc-cuisse, de la somme des angles, de la distance pied-cœur, de la sollicitation des gastrocnémiens, de la fréquence cardiaque, ainsi que d'une augmentation de la $TcPO_2$ et du ratio $TcPO_2/TcPCO_2$.

En ce qui concerne la sensation des pieds enflés, celle-ci diminue lorsqu'il y a une diminution de l'angle tronc-cuisse, de la somme des angles, de la distance pied-cœur, de la sollicitation des gastrocnémiens, de la fréquence cardiaque, de la consommation d'O_2 et lorsqu'il y a une augmentation de la quantité de $TcPO_2$ ainsi que du ratio $TcPO_2/TcPCO_2$.

La réduction de la sensation des pieds engourdis est reliée à une diminution de l'angle tronc-cuisse, de la somme des angles, de la distance pied-cœur, de la sollicitation des gastrocnémiens et de la fréquence cardiaque.

Estimation des variables reliées à l'œdème et à l'hypoxie au niveau des membres inférieurs

Les **tableaux 6 à 9** représentent les régressions multiples pas à pas pour estimer les variables dépendantes reliées à l'œdème et à l'hypoxie au niveau des membres inférieurs (volume du pied, perfusion, $TcPO_2$, température).

La variable dépendante œdème du pied **(Tableau 6)** peut être estimée à partir de 5 modèles de prédictions retenues par l'analyse de régression pas à pas.

Le modèle le plus simple **(Tableau 6)** retient uniquement l'âge.

Lorsque la taille est ajoutée au modèle simple **(Tableau 6)**, la relation devient plus significative.

Les modèles plus complexes où la température, la distance pied-cœur et la fréquence cardiaque furent retenues, respectivement dans l'ordre, mènent à une précision de prédiction **(Tableau 6)** de plus en plus élevée.

Toutefois, lorsque les mesures physiologiques sont retenues dans l'analyse de régression multiple pas à pas, les variables de VO_2 (mL/min), de l'EMG des gastrocnémiens, de perfusion, de la $TcPO_2$, de la $TcPCO_2$ ainsi que le ratio $TcPO_2/TcPCO_2$ s'ajoutent au modèle complexe à cinq variables dépendantes telles que retrouvées au **Tableau 6**.

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

	Variables physiologiques									Variables anatomiques				
	FC	Perfusion	$TcPO_2$	$TcPCO_2$	Ratio $TcPO_2$/ $TcPCO_2$	Tempé-rature	Œdème du pied	EMG gastroc-némiens	VO_2 mL/min	Distance verticale pied-cœur	Angle cheville	Angle genoux	Angle tronc-cuisse	Somme des angles
FC	1,00	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–
Perfusion	**0,287****	1,00	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–
$TcPO_2$	**−0,244****	−,134	1,00	–	–	–	–	–	–		–	–	–	
$TcPCO_2$	−0,159	−0,073	0,015	1,00	–	–	–	–	–		–	–	–	–
Ratio $TcPO_2$/$TcPCO_2$	−0,095	−0,071	**0,857****	**−0,475****	1,00	–	–	–	–		–	–	–	–
Température	−0,025	**0,237***	0,107	**0,238****	−0,031	1,00	–	–	–		–	–	–	–
Œdème du pied	**−0,209***	**−0,212***	**0,228***	**0,319****	0,006	**0,288****	1,00	–	–		–	–	–	–
EMG gastroc	−0,047	−0,113	−0,023	−0,100	0,050	**−0,395****	−0,156	1,00	–		–	–	–	–
VO_2 mL/min	**0,190***	0,047	0,058	0,151	0,025	0,079	**0,384****	0,153	1,00		–	–	–	–
Distance verticale pied–cœur	**0,209***	**−0,230***	**−0,208***	−0,120	−0,116	**−0,360****	0,147	**0,287****	**0,192***	1,00	–	–	–	–
Angle cheville	−0,088	0,040	0,171	0,088	0,100	0,189	−0,020	0,009	0,029	**−0,405****	1,00	–	–	–
Angle genoux	**0,211***	**−0,221***	−0,125	−0,053	−0,092	**−0,228***	0,026	**0,211***	0,035	**0,698****	**0,228***	1,00	–	–
Angle tronc-cuisse	**0,204***	−0,159	−0,164	−0,101	−0,105	**−0,418****	0,043	**0,288****	0,041	**0,821****	**−0,269****	**0,701****	1,00	–
Somme des angles	**0,206***	**−0,204***	−0,119	−0,060	−0,086	**−0,280****	0,030	**0,251****	0,044	**0,716****	**0,215***	**0,979****	**0,804****	1,00

TABLEAU 4 : *Résultats des corrélations entre les variables physiologiques et anatomiques mesurées lors du maintien de diverses postures statiques.*
* p < 0.01 ; ** p < 0.001

	Variables															
	Physiologiques									Anatomiques					Psychophysiques		
Perception	FC	Perfusion	$TcPO_2$	TcP CO_2	Ratio $TcPO_2$/ $TcPCO_2$	Tempé-rature	Œdème du pied	EMG gastroc-némiens	VO_2 mL/min	Distance pied-cœur	Angle cheville	Angle genoux	Angle tronc-cuisse	Somme des angles	Percep-tion confort sous le pied	Percep-tion pieds enflés	Percep-tion pieds engour-dis
Perception confort sous le pied	**−0,337****	0,016	**0,354****	−0,090	**0,337****	0,059	0,014	**−0,326****	−0,162	**−0,414****	0,52	**−0,333****	**−0,364****	**−0,354****	1,00	**0,611****	**0,361****
Perception pieds enflés	**−0,395****	−0,043	**0,402****	0,084	**0,295****	0,037	0,019	**−0,239****	**−0,203***	**−0,435****	0,114	**−0,301****	**−0,366****	**−0,323****	**0,611****	1,00	**0,398****
Perception pieds engourdis	**−0,328****	−0,046	0,083	−0,011	0,077	0,033	−0,025	**−0,227***	−0,040	**−0,206***	0,096	**−0,205***	**−0,301****	**−0,236****	**0,361****	**0,398****	1,00

TABLEAU 5 : *Résultats des corrélations entre les variables physiologiques, anatomiques mesurées lors de diverses postures statiques et les perceptions psycho-physiques au niveau des pieds.*
* p < 0.01 ; ** p < 0.001

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

Model	R	E.E.	P =	Coefficients de prédiction
(Constante)				798,813
Âge	0,369	163,85051	0,000	6,199
(Constante)				1 777,879
Âge				5,306
Taille	0,421	160,58426	0,017	–5,777
(Constante)				1 065,919
Âge				4,377
Taille				–5,930
Température	0,469	157,00272	0,013	28,075
(Constante)				388,754
Âge				3,965
Taille				–6,235
Température				41,696
Distance pied-cœur	0,533	151,04615	0,002	3,615
(Constante)				505,553
Âge				2,983
Taille				–6,222
Température				45,395
Distance pied-cœur				4,304
FC	0,567	147,75440	0,014	–3,405

TABLEAU 6 : Résultats de la régression multiple pas à pas ayant comme variable dépendante l'œdème du pied (delta volume du pied).

Ce modèle complexe, construit à composante uniquement physiologique, révèle une corrélation significative (r = 0,717 ; EE = 127,2 mL ; p = 0,0001).

La variable dépendante « perfusion » **(Tableau 7)** peut être estimée à partir de 2 modèles de prédictions retenues par l'analyse de régression pas à pas.

Le modèle le plus simple **(Tableau 7)** retient uniquement la fréquence cardiaque. Lorsque le delta pied-cœur est ajouté au modèle simple **(Tableau 7)**, la relation devient plus forte.

La variable dépendante $TcPO_2$ **(Tableau 8)** peut être estimée à partir de 5 modèles de prédictions retenus par l'analyse de régression pas à pas.

Le modèle le plus simple **(Tableau 8)** retient uniquement la circonférence de la taille. Lorsque la fréquence cardiaque est ajoutée au modèle simple **(Tableau 8)**, la relation devient plus forte.

Les modèles plus complexes où l'âge, le volume du pied, et le delta pied-cœur furent retenus, respectivement dans l'ordre **(Tableau 8)**, mènent à une précision de prédiction de plus en plus élevée.

Model	R	E.E.	P =	Coefficients de prédiction
(Constant)				2,203
FC	0,287	0,082	0,001	0,049
(Constant)				5,583
FC				0,059
Distance pied-cœur	0,413	0,170	0,001	–0,041

TABLEAU 7 : Résultats de la régression multiple pas à pas ayant comme variable dépendante la perfusion au niveau du pied.

Model	R	E.E.	P =	Coefficients de prédiction
(Constante)				16,498
Circtaille	0,414	15,327	0,000	0,527
(Constante)				43,516
Circtaille				0,514
FC	0,472	14,914	0,007	–0,358
(Constante)				56,036
Circtaille				0,616
FC				–0,436
Âge	0,506	14,650	0,024	–0,332
(Constante)				36,166
Circtaille				0,617
FC				–0,395
Âge				–0,449
Volume pied	0,543	14,325	0,013	0,020
(Constante)				53,705
Circtaille				0,622
FC				–0,310
Âge				–0,462
Volume pied				0,025
Distance pied-cœur	0,582	13,930	0,007	–0,278

TABLEAU 8 : Résultats de la régression multiple pas à pas ayant comme variable dépendante la pression partielle d'O_2 transcutanée ($TcpO_2$) au niveau du pied.

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

Model	R	E.E.	P =	Coefficients de prédiction
(Constante)				28,232
EMG gastrocnémiens	0,395	1,23671	0,000	–0,212
(Constante)				30,902
EMG gastrocnémiens				–0,171
Distance pied-cœur	0,471	1,19219	0,002	–0,027
(Constante)				29,009
EMG gastrocnémiens				–0,136
Distance pied-cœur				–0,033
Volume pied	0,552	1,13183	0,000	0,002
(Constante)				27,320
EMG gastrocnémiens				–0,125
Distance pied-cœur				–0,030
Volume pied				0,003
Perfusion	0,589	1, 10190	0,008	0,161

TABLEAU 9 : Résultats de la régression multiple pas à pas ayant comme variable dépendante la température transcutanée au niveau du pied.

La variable dépendante température transcutanée au niveau du pied **(Tableau 9)** peut être estimée à partir de 4 modèles de prédictions retenus par l'analyse de régression pas à pas. Le modèle le plus simple **(Tableau 9)** retient uniquement l'EMG des gastrocnémiens. Lorsque le delta pied-cœur est ajouté au modèle simple **(Tableau 9)** la relation devient plus importante.

Les modèles plus complexes où le volume du pied et la perfusion furent retenus, respectivement dans l'ordre, mènent à une précision de prédiction de plus en plus élevée **(Tableau 9)**.

Discussion

L'intérêt de la présente étude repose sur la possibilité de prédire le risque de développer de l'œdème **(Tableau 6)** au niveau des membres inférieurs **(Tableau 8)** à partir de paramètres physiologiques **(Tableau 7** et **Tableau 8)**, anatomiques (delta pied-cœur) et anthropométriques (âge, taille et circonférence de la taille), toutes des variables faciles à mesurer pour l'ergonome praticien (voir modèles de prédiction **Tableau 6**, **Tableau 7** et **Tableau 8**).

Interrelations entre les variables physiologiques et anatomiques

• *La distance verticale pied-cœur semble être le facteur le plus important.* Ainsi, plus la distance verticale pied-cœur est élevée, plus les gastrocnémiens sont sollicités en statique, plus la fréquence cardiaque est élevée, plus la consommation d'O_2 est haute, plus la perfusion au niveau du pied est basse, plus les valeurs de $TcPO_2$ sont basses et plus la température cutanée du pied est basse.

Selon ces résultats, il ressort que les fluctuations de circulation sanguine durant le maintien de différentes postures statiques peuvent provenir de l'élévation de la pression veineuse aux extrémités des membres inférieurs.

• Ces résultats vont dans le même sens que ceux d'Arnoldi [28] et d'Arnoldi et al. [29] qui rapportaient que l'augmentation de la pression sanguine dans les jambes dépend de la pression hydrostatique mesurée par la hauteur de la colonne de sang à partir du cœur. Selon Sjöstrand [30], cette différence de pression résulte en une grande différence entre le volume de sang au niveau du thorax et au niveau du bas du corps et que, dans cette condition, il est évident de retrouver une augmentation de la pression veineuse aux extrémités des membres inférieurs.

• Proportionnellement avec l'augmentation de la pression hydrostatique, la distance verticale pied-cœur peut causer à la longue, selon quelques auteurs [32, 33, 34], une augmentation de la filtration par minute dans le réseau capillaire au niveau du pied.

Lorsque le total de la filtration du réseau capillaire excède le flux lymphatique, le flux interstitiel augmente et il se crée de l'œdème. A cet effet, les nombreux auteurs qui ont étudié la posture de travail statique debout [3, 10, 11, 12, 15, 19, 20, 23, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46] ont observé une augmentation du risque d'apparition de varices.

• Toutefois, plusieurs mécanismes de prévention peuvent réduire l'œdème durant l'orthostatisme [47, 48].

– D'abord, un baroréflexe vasculaire local peut causer une vasoconstriction suffisante pouvant réduire localement le volume de sang dans les muscles et la peau dans les extrémités des membres inférieurs [49, 50].

– En 1985 dans une étude originale [51], Winkel a ajouté qu'une contraction musculaire soutenue de faible intensité peut participer également à la réduction de la pression orthostatique et à la réduction de l'œdème.

• De plus, la sédentarité reliée à la position assise [18, 52] et à la posture debout [10] a déjà été mise en cause comme facteur de risque pouvant augmenter l'apparition de varices.

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

• Les corrélations négatives retrouvées au **Tableau 4** entre la sollicitation des gastrocnémiens (EMG) en position statique et les variables reliées à la perfusion au niveau des pieds, $TcPO_2$, $TcPCO_2$, la température et l'œdème du pied, portent à conclure que les muscles gastrocnémiens contribuent de façon notable à l'hémodynamique veineuse.

• Il a par ailleurs été démontré [53] que la contraction soutenue des muscles gastrocnémiens, comme nous l'avons observé lors des postures debout et assis-debout de type base [26], nuit au remplissage des veines.

Il a même été démontré [54] que les veines demeurent vides pendant une contraction soutenue des gastrocnémiens.

En effet, Barcroft et al. [55] ont précisé qu'une contraction soutenue à 30 % de la force maximale provoque une ischémie et ne peut être maintenue au-delà de 1 3/4 minute. Rappelons pour les ergonomes que, d'un point de vue fonctionnel [56], les veines gastrocnémiennes représentent un réservoir veineux placé au centre du « cœur périphérique » et qui constitue la pompe des gastrocnémiens.

• Lors du relâchement du tonus des muscles gastrocnémiens et soléaires, les veines gastrocnémiennes très élastiques se dilatent et le volume sanguin, par gravité, tombe le long du trajet intramusculaire des gastrocnémiens jusqu'au pied lorsque les valvules ne sont pas compétentes.

Ceci est en lien avec les résultats de Van Cleef et al. [53] faisant la démonstration que, durant cette phase de relâchement musculaire, le volume de la colonne veineuse profonde augmente et le sang superficiel afflue vers la profondeur au travers des veines perforantes et le contenu des réseaux veineux intramusculaires peut alors se déverser dans les veines jumelles.

Dans ce sens, Claeys et al. [54] ont observé, à l'aide de la vidéophlébographie dynamique, un remplissage total du réseau superficiel, profond et musculaire en position debout, les pieds à plat au sol, sans flexion ni extension plantaire.

• L'augmentation de l'œdème du pied, tel qu'observé ici **(Tableau 4)**, est en relation directe avec la consommation d'O_2 en mL/min, cette dernière étant en partie reliée à la distance verticale pied-cœur, qui semble causer la baisse de perfusion, la baisse de $TcPO_2$ ainsi que la baisse de la température du pied.

Bien que chacune des postures fut maintenue durant 20 minutes car cette durée était suffisante pour observer des changements suivis d'un plateau des valeurs de $TcPO_2$, de $TcPCO_2$, de perfusion et de température, il est toutefois possible que ce temps ne soit pas suffisant pour créer des différences significatives entre les postures.

• A l'avenir, d'autres recherches devraient analyser des périodes allant au-delà de 20 minutes comme celles retrouvées en milieu de travail dont la durée est de 4 à 8 heures.

Les valeurs de perfusion, corrélées négativement aux valeurs d'œdème, vont dans le même sens que le modèle d'étiologie des varices proposé par Michiels et al. [57]. Selon ces derniers [57], la stase veineuse serait capable par elle-même d'initier une cascade d'événements dont les conséquences peuvent être dramatiques pour la paroi veineuse. Cette cascade d'événements physiologiques, reliée à la contraction des muscles gastrocnémiens et à la hauteur de la colonne orthostatique, peut être répétée régulièrement durant les quarts de travail sur de longues périodes de temps.

A cela s'ajoute les autres facteurs de risque présentés en introduction conduisant à des changements irréversibles tels que ceux observés dans la maladie variqueuse.

• Ces observations sur les facteurs de risque reliés à une durée prolongée d'orthostatisme, vont dans le même sens que ceux rapportés par Paricelle et al. [58] ainsi que Tomei et al. [59] qui ont mis en relation l'importance de la durée du travail en position debout et le risque de varices. Les résultats de leurs études montrent que lorsque le travail est effectué en position debout durant une période de 5 ans, le risque de varices est multiplié de 20 %.

Interrelations entre les variables psychophysiques et les variables physiologiques et anatomiques

• Les corrélations simples, tel qu'observées plus haut, arrivent à démontrer les relations existant entre les mesures psychométriques et certaines variables physiologiques **(Tableau 5)**. Toutefois, dans l'analyse des interrelations entre les variables psychophysiques et les variables physiologiques reliées à l'œdème et aux varices, faite par régression multiple pas à pas, aucune variable psychophysique n'a été retenue dans aucun des modèles de prédiction.

Nos résultats démontrent que les sujets placés dans les conditions expérimentales de l'étude ne sont ni en mesure de percevoir une différence entre les trois échelles permettant d'évaluer la sensation de confort sous et dans le pied, ni de percevoir les variables associées à la perfusion et à l'œdème.

En effet, les résultats obtenus de la perception des sujets par le biais des échelles psychophysiques démontrent qu'ils confondent ($p < 0{,}01$) les trois types de perceptions, soit le niveau de confort sous les pieds, le niveau d'enflure des pieds et le niveau d'engourdissement des pieds, et qu'ils ne sont pas en mesure de les différencier.

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

• De plus, les sujets ne semblent pas percevoir les variables associées à la perfusion pouvant mener à la formation de varices.

Ils semblent plutôt percevoir la dépense énergétique associée à une posture.

Ainsi, la sensation de perception tant au niveau du confort sous le pied, que la perception de pieds œdématiés et de pieds engourdis, est inversement corrélée à la distance verticale pied-cœur, à la contraction des gastrocnémiens, à la fréquence cardiaque et aux angles des articulations genoux, tronc/cuisse, et à la somme des angles.

En fait, nos résultats sont en lien avec ceux de l'étude de Messing et al. [60] qui ont rapporté qu'un même outil d'évaluation de l'inconfort et/ou de la douleur peut révéler des résultats différents, voire même contradictoires, d'une étude à une autre, études ayant pourtant des visées similaires.

De plus, ces mêmes auteurs mentionnent que l'utilisation du questionnaire Nordic dans le cadre d'une intervention limitée à un environnement de travail donné, avec une faible population de travailleurs, a déjà donné des résultats différents de ceux du même questionnaire distribué à un grand nombre de travailleurs issus de divers milieux professionnels [60].

Dans le second cas, il s'agit de prendre davantage de précautions lors de l'interprétation des résultats, ces derniers étant basés sur la seule « parole » des travailleurs dont on ne connaît pas spécifiquement l'environnement de travail.

• Il est intéressant de noter que la perception des sujets du niveau de confort sous le pied et la perception de pieds enflés est corrélée positivement avec l'augmentation de la $TcPO_2$, ainsi qu'au ratio $TcPO_2$/$TcPCO_2$.

De même, la corrélation négative entre la perception de pieds enflés et la dépense énergétique en mL/min alors qu'il n'y a pas de corrélation avec l'œdème du pied tend à supposer que la perception lors du maintien d'une posture statique pourrait être davantage axée sur la dépense énergétique globale d'une posture que sur les variables physiologiques de perfusion et d'œdème intramusculaire.

On pourrait concevoir qu'il serait peut-être plus facile d'utilisation pour un ergonome de terrain de développer une échelle psychophysique basée sur la température du pied puisque nous avons observé des corrélations significatives entre cette variable et les variables de perfusion et d'œdème.

• En revanche, l'estimation par une autoévaluation des postures contraignantes et de la manutention de matériel par questionnaire semble selon plusieurs auteurs avoir une validité faible et être peu reproductible [61].

Même si le questionnaire d'autoévaluation est le moins coûteux et le plus convivial, il n'en demeure pas moins que sa validité et sa fidélité restent très faibles quant aux questions ayant trait à la perception de la durée de maintien d'une posture [60, 62, 63, 64, 65, 66].

Ainsi, certains chercheurs [67, 68, 69] ont souligné la mauvaise validité de cet outil dans le cadre d'activités physiques.

Quoiqu'il ait été démontré que l'autoévaluation est influencée, tant par l'interprétation des questions que par des facteurs physiologiques, il n'est pas clair qu'un travailleur puisse être en mesure de détecter les avantages et les inconvénients physiologiques et biomécaniques de la posture de travail, afin de se retirer d'une situation pouvant porter atteinte à son système musculo-squelettique.

Application ergonomique de l'estimation des variables reliés à l'œdème et à l'hypoxie au niveau des membres inférieurs

• En premier lieu, il est intéressant de remarquer que les paramètres anthropométriques (âge, taille et circonférence de la taille) sont les premiers à ressortir par rapport aux analyses de régression multiple pas à pas, pour la variable dépendante œdème et $TcPO_2$ **(Tableau 4)**.

Ceci est en lien avec les quelques travaux [4, 10, 12, 14, 20, 24, 25] démontrant que les facteurs de risque d'œdème et d'apparition de varices semblent s'aggraver avec le vieillissement des travailleurs.

• Au niveau de la circonférence de la taille, nos résultats vont dans le même sens que les travaux [1, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 23] qui ont démontré que l'obésité fait aussi partie des facteurs de risques.

De plus, l'impact de la taille des sujets sur les paramètres physiologiques mesurée dans cette présente étude va dans le même sens que des travaux [28, 29, 32, 33, 34] qui ont fait la preuve que plus la distance pied-cœur est élevée et que, plus la colonne hydrostatique est élevée, plus la pression sanguine dans les jambes est élevée et peut causer à la longue de l'œdème et une stase veineuse capable d'initier l'apparition de varices.

• L'aspect de perfusion au niveau du pied est estimé en premier lieu par la FC **(Tableau 7)**. Par rapport aux régressions multiples pas à pas **(Tableau 6**, **Tableau 7** et **Tableau 8)**, les modèles simples (1 variable indépendante + constante) retiennent des paramètres qui ne prennent pas en compte la posture adoptée par les sujets.

Toutefois, lorsque les variables dépendantes (œdème, $TcPO_2$ et perfusion) sont estimées à partir de modèles plus complexes, on retrouve le delta pied-cœur qui tient compte de la posture et qui s'ajoute aux variables indépendantes de prédiction liées à la morphologie des sujets (âge, taille et circonférence de la taille).

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

Afin qu'un ergonome puisse estimer les facteurs de risque d'œdème et d'hypoxie au niveau des membres inférieurs lors du maintien d'une posture en industrie, nous avons effectué des corrélations multiples pas à pas à partir des variables facilement mesurables en milieu de travail.

Les résultats de la présente étude mettent en évidence que l'âge, la taille, la circonférence de la taille ainsi que la distance pied-cœur et la contraction des gastrocnémiens, sont des facteurs majeurs qui influencent les paramètres vasculaires des membres inférieurs lors du maintien d'une posture statique.

Quoique l'âge, qu'une plus grande taille et qu'un plus grand tour de taille augmentent le risque de développer de l'œdème et des varices au niveau des membres inférieurs, il serait possible de modifier la configuration d'une posture de travail afin de minimiser ces effets.

A cet effet, une posture statique de travail devrait être configurée selon une faible distance pied-cœur permettant un niveau de sollicitation minimale des gastrocnémiens afin d'obtenir une perfusion maximale.

D'ailleurs, les résultats de perfusion obtenus dans cette étude démontrent que lorsque la distance pied-cœur est élevée, la perfusion diminue, qui selon le modèle de Michels et al. [57] mène à la cascade d'événements physiologiques causant l'apparition d'œdème et de varices.

Les résultats de perception des sujets démontrent qu'ils s'orientent davantage sur la contraction des gastrocnémiens, la dépense énergétique de la posture, afin de se positionner dans la posture la moins coûteuse en énergie sans pouvoir percevoir les différences associées à la perfusion.

Références

1. Canonico S., Gallo C., Paolliso G., Pacifico F., Signoriello G., Sciaudone G., et al. Prevalence of varicose veins in Italian elderly population. Angiology 1998 ; 49 : 129-35.
2. Robbins S.E. Public health in the next decade. J. Public Health Policy 1985 ; 6, 4 : 440-6.
3. Wild L.R. Vascular structural disorders. In: Medical-Surgical Nursing. J.B. Lippincott Company, London 1986 : 656-8.
4. Schmeiser-Reider A., Kunze U., Mitsche N., Rosenberger A., Kunze M. Self reported prevalence of venous diseases in the general population of Austria-results of the SERMO (self-Reported Morbidity) study. Acta Med. Austria 1998 ; 25 : 65-8.
5. Laurrikka J., Laara E., Sisto T., Tarkka M., Auvinen O., Hakama M. Misclassification in questionnaire survey of varicose veins. J. Clin. Epidemiol. 1995 ; 48 : 1175-8.
6. Sobaszek A., Dômont A., Fromot P., Dreyfus J.P., Mirabaud C., Catilina P. L'insuffisance veineuse chronique des membres inférieurs en entreprise : enquête réalisée auprès de trois populations de salarié Français. Applied Ergonomics 1996 ; 13, 3 : 195-202.
7. Zhang L., Drury CG., Wooley SM. Constrained standing: Evaluating the foot/floor interface. Ergonomics 1991 ; 34, 2 : 175-92.
8. Ryan G.A. The prevalence of musculo-skeletal symptoms in supermarket workers. Ergonomics 1989 ; 32, 4 : 359-71.
9. Sun J.M. Epidemiologic study on peripheral vascular disease in Shangai. Chung Hua Wai Ko Tsa Chih (Eng. Abst) 1990 ; 28 : 480-3.
10. 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.
11. Mekky S., Schilling R.S.F., Walford J. Varicose veins in women cotton workers: an epidemiological study in England an Egypt. Br. Med. J. 1969 ; 12 : 591-5.
12. Carpentier P., Priollet P. Epidemiology of chronic venous insufficiency. Presse Med. 1994 ; 23 : 197-201.
13. Cornu-Thenard A., Boivin P., Baud J.M., De Vincenzi I., Carpentier P.H. Importance of the familial factor in varicose disease. Clinical study of 134 families. J. Dermatol. Surg. Oncol. 1994 ; 20 : 318-26.
14. Dindelli M., Basellini A., Rabaiotti E., Corsi G., Ferrari P.A., Zucca R., et al. Epidemiological analisis of the incidence of varicose pathology in pregnancy. Ann. Ostet. Ginecol. Med. Perinat. 1990 ; 111 : 257-64.
15. Komsuoglu B., Goldeli O., Kulan K., Certinarslan B., Komsuoglu S.S. Prevalence and risk factors of varicose veins in an elderly population. Gerontology 1994 : 40 : 25-31.
16. Scappaticci S., Capra E., Cortinovis M., Cortinovis R., Arbustini E., Diegoli M., et al. Cytogenetic studies in venous tissue from patients with varicose veins. Cancer Genet. Cytogenet. 1994 ; 75 : 26-30.
17. Scott T.E., LaMorte W.W., Gorin D.R., Menzoian J.O. Risk factors for chronic venous insufficiency: A dual case-control study. J. Vasc. Surg. 1995 ; 22 : 622-8.
18. Brand F.N., Dannenberg A.L., Abbot R.D. The epidemiology of varicose veins: The Framingham study. Am. J. Prev. Med. 1988 ; 4 : 96-101.
19. Sisto T., Reunanen A., Laurikka J., Impivaara O., Heliovaara M., Knekt P., et al. Prevalence and risk factors of varicose veins in lower extremities: Mini-Finland health survey. Eur. J. Surg. 1995 ; 161 : 405-14.
20. Krijnen R.M.A., de Boer E.M., Adèr H.J., Bruynzeel D.P. Venous insufficiency in male worker with a standing profession. Part 2. Diurnal volume changes of the lower legs. Dermatology 1997 ; 194 : 121-6.
21. Gubéran E., Widmer L.K., Gaus L. Causative factors of varicose veins: myths and facts. An Epidemiological study of 610 women 1973 ; 12 : 115-20.
22. Decimetiere P., Richard J.L., Pequinot G. Varicose veins a risk factor for artherosclerostic disease in the middle aged man? Int. J. Epidemiol. 1982 ; 10 : 329-35.
23. Abramson J.H., Hopp C., Epsttein L.M. The epidemiology of varicose veins: a survey in western Jerusalem. J. Epidemiol. Community Health. 1981 ; 35 : 213-7.
24. Hirai M., Naiki K., Nakayama R. Prevalence and risk factors of varicose veins in Japanese women. Angiology 1990 ; 3 : 228-32.
25. Petruzzellis V., Florio T., Quaranta D., Troccoli T., Serra M.A. Epidemiologic observations on the subjet of phlebopathy of the legs and its dermatologic complications. Minerva Med. 1990 ; 81 : 611-6.
26. Taillefer F., Boucher J.P., Zummo M., Comtois A.S., Savard R. Réponses physiologiques et biomécaniques à divers types de bancs assis-debout chez les femmes avec et sans problème veineux. Travail humain 2009 ; accepté pour publication.
27. Huskinsson E.C. Visual analogue scales. In: R. Melzack (Ed.) Pain measurement and assessment. New York : Raven Press 1974 ; 33-7.

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

28. Arnoldi C.C. Venous pressure in the leg of healthy human subjects at rest and during muscular exercise in the nearly erect position. Acta Chir. Scand. 1965 ; 130 : 570-83.
29. Arnoldi C.C., Greitz T., Linderholm H. Variation in cross sectional area and pressure in the veins of the normal human leg during rhythmic muscular exercise. Acta Chir. Scand. 1966 ; 132 : 507-22.
30. Sjöstrand T. The regulation of the blood distribution in man. Acta Physiol. Scand. 1952 ; 26 : 312-27.
31. Starling E.H. On the absorbtion of fluids froms the connective tissues spaces. J. Physiol. 1896 ; 19 : 312-26.
32. Greenleaf J.E., Shvartz E., Kravik S., Keil L.C. Fluid shifts and endocrine response during chair rest water immersion in man. J. Appl. Physiol. 1980 ; 48 : 79-88.
33. Granger H.J., Laine G.A., Barnes G.E., Lewis R.E. Dynamics and control of transmicrovascular fluid exchange. In: Staub N.C. and Tailors A.E. (Eds). Edema, Raven Press, New York : 1984 ; 189-228.
34. Weddell J.M. Varicose veins pilot survey. British Journal of Preventative and Social Medicine 1969 ; 23 : 179-86.
35. Boitel L., Courthiat M.C., Halter J., Jabot F., Leroux C., Robaux P., et al. Travail et pathologie variqueuse. Cah. A. Med. I. Profess. 1982 ; 85 : 15-27.
36. Grandjean E. Fitting the task to the man. An ergonomic approach. Taylor et Francis Ltd, London 1982 ; 379 p.
37. Maffei F.H.A., Magaldi C., Pinho S.Z. Varicose veins and chronic venous insufficienciency. In Brazil: prevalence among 1755 inhabitants of a country town. Int. J. Epidemiol. 1986 ; 15 : 110-7.
38. Lorenzi G., Bavera P., Cipolat L. The prevalence of primary varicose veins among workers of a metal and steel factory. In: Phlebology' 85, Ed. by Negus D., Jantet G. Paris : John Libbey 1986 ; 1 821 pages.
39. Winkel J., Bendix T. Muscular performance during seated work evaluated by two different EMG methods. Eur. J. Appl. Physiol. 1986 ; 55 : 167-73.
40. Winkel J. On the significance of physical activity in sedentary work. In: Knave B., Widebäck P.G., eds. Work with display units. Elsevier Science Publishers, North-Holland 1987 ; 86 : 229-36.
41. Novo S., Avellone G., Pinto A. Prevalence of primitive varicose veins of the lower limb limbs in a randomized population sample of western Sicily. Inter. Angiol. 1988 ; 7 : 176-81.
42. Noddeland H., Winkel J. Effects of leg activity and ambient barometric pressure on foot swelling and lower-limb skin temperature during 8h of sitting. Eur. J. Appl. Physiol. 1988 ; 57 : 409-14.
43. Raveyre J., Poitrineau J., Catilina P. Suivi de l'insuffisance veineuse en milieu industriel. Enjeux médico-sociaux et économiques du médicament en France. C.R.I.S. Éditeur, Paris 1991.
44. Sadick N.S. Predisposing factors of varicose and telangiectic leg veins. J. Dermatol. Surg. Oncol. 1992 ; 18 : 883-6.
45. Jorgensen K., Hansen L., Lundager K., Winkel J. Low back muscle reactions to constrained standing in relation to shock absorbing properties of floor and shoes. In: Nielson R., Jorgensen K. (Eds). Advances in industrial ergonomics and safety. V, Taylor and Francis, London 1993 ; 279-83.
46. Kontosic I., Vukelic M., Mesaros-Kanjski E., Materljan E., Jonjic A. Work condition as risk factors for varicose veins of the lower extremities in certain professions on the working population of Rijeka, 2000.
47. Aukland K., Nicolaysen G. Interstitial fluid volume: Local regulatory mechanisms. Physiol. Rev. 1981 ; 91 : 556-643.
48. Noddeland H. Transcapillary pressure in human subcutaneous tissue. A Study of edema-preventing mechanism in orthostasis, heart failure and hypoproteinemia. University of Bergen, Department of physiology, thesis 1984.
49. Amery A., Bossaert H., Deruyttere M., Vanderkinden L., Verstraete M. Influence of body posture on leg blood flow. Scand. J. Clin. Lab. Invest. 1973 ; 31, 128 : 29-36.
50. Henriksen O., Sejrsen P. Effect of "vein pump" activation upon venous pressure and blood flow in human subcutaneous tissue. Acta Physiol. Scand. 1977 ; 100 : 14-21.
51. Winkel J. On foot sweeling during prolong 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.
52. Alexander C.J. Chair-sitting and varicose veins. Lancet 1972 ; 1 : 822-3.
53. Van Cleef J.F., Griton P., Cloarec M., Moppert M., Ribeau C. Modèle dynamique de la pompe musculaire du mollet. Phlébologie 1990 ; 43, 2 : 217-25.
54. Claeys R., Thiery L., Uytterhaegen Ph. La pompe musculaire du mollet. 1993 ; 46, 2 : 287-92.
55. Barcroft H., Millen L.E. The blood flow through muscle during sustained contraction. J. Physiol. 1939 ; 97 : 17-31.
56. Blanchemenaison 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, 4 : 435-43.
57. Michels C., Arnould T., Remacle J. Endothelial cell response to hypoxie: initiation of a cascade of cellular interactions. Biochem. Biophys. Acta 2000 ; 1 : 1-9.
58. Paricelle E., Ducord J., Cahu J. Étude épidémiologique des troubles veineux des membres inférieurs selon le poste de travail. A propos de 2 895 dossiers. Archives des maladies professionnelles 1993 ; 54 : 30-61.
59. Tomei F., Baccolo T.P., Tamao E., Palmi S., Rosati M.V. Chronic venous disorders and occupation. American Journal of Industrial Medecine 1999 ; 36, 6 : 653-65.
60. Messing K., Tissot F., Stock S. Distal Lower-Extremity Pain and Work Postures in the Quebec Population. American Journal of Public Health 2008 ; 98 : 705-13.
61. Wicktorin C., Wigaeus Hjelm E., Winkel J., Köster M. Stockolm MUSIC I Study Group. Reproductibility of a questionnaire for assessment of physical load during work and leisure time. Journal Occupational and Environmental Medicine (JOEM) 1995 ; 38, 2 : 190-7.
62. Baty D., Buckle P.W., Stubbs D.A. Posture recording by direct observation, questionnaire assessment and instrumentation: a comparison base on a recent field study. In: Corlett N., Wilson J., Manenica I. (Eds). The Ergonomics of working postures. Proceedings of the first international Occupational Ergonomics Symposium, 15-17 april 1985, London and Philadelphia : Taylors & Francis 1986 ; 283-91.
63. Rossignol M., Baetz J. Task-related risk factors for factors spinal injury: validation of a self-administration questionnaire on hospital employees. Ergonomics 1987 ; 30 : 1531-40.
64. Burdoff A., Laan J. Comparison of methods for assessment of postural load on the back. Scand. J. Work. Environ. Health 1991 ; 17 : 425-9.
65. Van der Beek A., Braam I., Douwes M. Validity of a diary estimating exposure to task, activities, and postures of the trunk. Int. Arch. Occup. Environ. Health 1994 ; 66 : 173-8.
66. Wicktorin C. An interview technique for recording work postures in epidemiological studies. Int. J. Epidemiol. 1996 ; 25, 1 : 171-8.
67. Washburn R.A., Montoye H.J. The assessment of physical activity questionnaires. Am. J. Epidemiol. 1986 ; 123 : 563-76.
68. Lamb K.L., Brodies D.A. The assessment of physical activity by leisure-time physical activity questionnaires. Sport Med. 1990 ; 10 : 159-80.
69. Ainsworth B., Jacobs D., Leon A., Richardson M., Montoye H. Assessment of the accurancy of physical activity questionnaire occupational data. J. Occup. Med. 1993 ; 35 : 1017-27.