



Available online at  
**ScienceDirect**  
[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Elsevier Masson France  
**EM|consulte**  
[www.em-consulte.com/en](http://www.em-consulte.com/en)



CLINICAL RESEARCH

# Influence of critical closing pressure on systemic vascular resistance and total arterial compliance: A clinical invasive study

*Étude clinique invasive de l'influence de la pression critique de fermeture sur la résistance vasculaire systémique et la compliance artérielle totale*

Denis Chemla<sup>a,b,c,\*</sup>, Edmund M.T. Lau<sup>d</sup>, Philippe Hervé<sup>e</sup>, Sandrine Millasseau<sup>f</sup>, Mabrouk Brahim<sup>a,b</sup>, Kaixian Zhu<sup>a,b</sup>, Caroline Sattler<sup>a,b,c</sup>, Gilles Garcia<sup>a,b,c</sup>, Pierre Attal<sup>g</sup>, Alain Nitenberg<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Service de physiologie, hôpital de Bicêtre, hôpitaux universitaires Paris-Sud, 94275 Le Kremlin-Bicêtre, France

<sup>b</sup> Université Paris-Sud, 94275 Le Kremlin-Bicêtre, France

<sup>c</sup> Inserm UMR\_S999, LabEx Lermite, centre chirurgical Marie-Lannelongue, 92350 Le Plessis Robinson, France

<sup>d</sup> Sydney medical school, university of Sydney, Camperdown, Australia

<sup>e</sup> Département de chirurgie thoracique, vasculaire et de transplantation pulmonaire, hôpital Marie-Lannelongue, 92350 Le Plessis Robinson, France

<sup>f</sup> Pulse wave consulting, 95320 Saint-Leu-la-Forêt, France

<sup>g</sup> Department of otolaryngology, head and neck surgery, Shaare-Zedek medical centre, Hebrew university medical school, Jerusalem, Israel

Received 1st December 2016; received in revised form 25 January 2017; accepted 23 March 2017

**Abbreviations:** Pd, Diastolic aortic pressure; Pes, End-systolic aortic pressure; Pm, Mean aortic pressure; P<sub>∞</sub>, Pressure asymptote of the exponential diastolic aortic pressure decay; SVR, Systemic vascular resistance; TAC, Total arterial compliance; Tau, Time constant of the arterial Windkessel.

\* Corresponding author. Service des explorations fonctionnelles cardiovasculaires, Broca 4, hôpital de Bicêtre, 78, rue du Général-Leclerc, 94275 Le Kremlin-Bicêtre, France.

E-mail address: [denis.chemla@aphp.fr](mailto:denis.chemla@aphp.fr) (D. Chemla).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.acvd.2017.03.008>

1875-2136/Crown Copyright © 2017 Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Please cite this article in press as: Chemla D, et al. Influence of critical closing pressure on systemic vascular resistance and total arterial compliance: A clinical invasive study. Arch Cardiovasc Dis (2017), <http://dx.doi.org/10.1016/j.acvd.2017.03.008>

## KEYWORDS

Arterial Windkessel;  
Systemic vascular  
resistance;  
Total arterial  
compliance;  
Exponential aortic  
pressure decay

## Summary

**Background.** – Systemic vascular resistance (SVR) and total arterial compliance (TAC) modulate systemic arterial load, and their product is the time constant (Tau) of the Windkessel. Previous studies have assumed that aortic pressure decays towards a pressure asymptote ( $P_{\infty}$ ) close to 0 mmHg, as right atrial pressure is considered the outflow pressure. Using these assumptions, aortic Tau values of  $\sim 1.5$  seconds have been documented. However, a zero  $P_{\infty}$  may not be physiological because of the high critical closing pressure previously documented in vivo.

**Aims.** – To calculate precisely the Tau and  $P_{\infty}$  of the Windkessel, and to determine the implications for the indices of systemic arterial load.

**Methods.** – Aortic pressure decay was analysed using high-fidelity recordings in 16 subjects. Tau was calculated assuming  $P_{\infty}=0$  mmHg, and by two methods that make no assumptions regarding  $P_{\infty}$  (the derivative and best-fit methods).

**Results.** – Assuming  $P_{\infty}=0$  mmHg, we documented a Tau value of  $1372 \pm 308$  ms, with only 29% of Windkessel function manifested by end-diastole. In contrast, Tau values of  $306 \pm 109$  and  $353 \pm 106$  ms were found from the derivative and best-fit methods, with  $P_{\infty}$  values of  $75 \pm 12$  and  $71 \pm 12$  mmHg, and with  $\sim 80\%$  completion of Windkessel function. The ‘effective’ resistance and compliance were  $\sim 70\%$  and  $\sim 40\%$  less than SVR and TAC (area method), respectively.

**Conclusion.** – We did not challenge the Windkessel model, but rather the estimation technique of model variables (Tau, SVR, TAC) that assumes  $P_{\infty}=0$ . The study favoured a shorter Tau of the Windkessel and a higher  $P_{\infty}$  compared with previous studies. This calls for a reappraisal of the quantification of systemic arterial load.

Crown Copyright © 2017 Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## MOTS CLÉS

Windkessel artériel ;  
Résistance vasculaire  
systémique ;  
Compliance artérielle  
totale ;  
Pression aortique  
diastolique

## Résumé

**Contexte.** – La résistance vasculaire systémique (RVS) et la compliance artérielle totale (CAT) modulent la charge artérielle. Leur produit est la constante de temps (Tau) de la décroissance de la pression aortique diastolique selon le modèle du Windkessel. Les travaux antérieurs font l’hypothèse d’une asymptote de pression en débit nul ( $P_{\infty}$ ) égale à 0 mmHg, aboutissant à des valeurs de Tau d’environ 1,5 secondes. Une valeur nulle de  $P_{\infty}$  n’est cependant pas physiologique.

**Objectifs.** – Calculer précisément Tau et  $P_{\infty}$  à l’aide de nouvelles méthodes numériques.

**Méthodes.** – La pression aortique a été acquise par sondes haute-fidélité chez 16 patients. Tau a été d’abord calculée par la méthode semi-logarithmique en faisant l’hypothèse que  $P_{\infty}=0$  mmHg, puis par deux méthodes ne faisant pas d’hypothèse sur  $P_{\infty}$  : la méthode des dérivées et la méthode du meilleur ajustement.

**Résultats.** – En faisant l’hypothèse  $P_{\infty}=0$  mmHg, la valeur de Tau est de  $1372 \pm 308$  ms et l’utilisation de la fonction Windkessel en télé-diastole est très incomplète (29%). Avec les méthodes des dérivées et du meilleur ajustement, Tau =  $306 \pm 109$  et  $353 \pm 106$  ms, respectivement,  $P_{\infty} = 75 \pm 12$  et  $71 \pm 12$  mmHg, et la fonction Windkessel est utilisée à  $\sim 80\%$  en télé-diastole. Avec ces deux dernières méthodes, la résistance « effective » était  $\sim 70\%$  plus basse que la RVS et la compliance  $\sim 40\%$  plus basse que CAT (méthode des surfaces).

**Conclusion.** – L’existence d’une pression critique de fermeture élevée pourrait être responsable d’une surestimation franche de la RVS (et à un moindre degré de CAT) par les méthodes classiques qui font l’hypothèse d’une pression d’aval négligeable.

Crown Copyright © 2017 Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## Background

Systemic vascular resistance (SVR) and total arterial compliance (TAC) modulate the arterial load faced by the left ventricle. While SVR modulates the steady component of arterial load, as reflected in mean aortic pressure (Pm), TAC

modulates the pulsatile component, as reflected in aortic pulse pressure, which is also influenced by wave reflections [1–3]. SVR and TAC are mostly dependent on the distal portion (resistive arterioles) and proximal portion (elastic large arteries) of the vascular tree, respectively. Right atrial pressure is considered as the downstream pressure

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8653704>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8653704>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)