

Physiologie Cardiovasculaire

Hémodynamique intra- cardiaque/ facteurs déterminants de la performance cardiaque

Pr. Hélène Thibault

Explorations Fonctionnelles Cardiovasculaires

Hôpital Louis Pradel, Lyon



PLAN: Physiologie cardiovasculaire

INTRODUCTION

Organisation générale de la circulation
Bases anatomique et histologique du cœur
Innervation cardiovasculaire

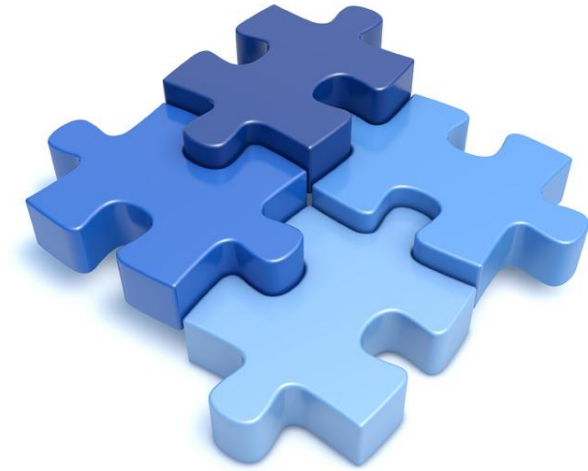
CIRCULATION

1. Généralités
2. Différenciation fonctionnelle des vaisseaux
3. Caractéristiques générales de la circulation systémique

COEUR

1. Activation rythmique de la contraction
2. Couplage excitation/ contraction
3. Hémodynamique intra- cardiaque/ le cycle cardiaque
 - partie 1 : hémodynamique intracardiaque et auscultation cardiaque
 - partie 2: courbes pression volume ventriculaire

4. Hémodynamique intra- cardiaque/ facteurs déterminants de la performance cardiaque





Pré-requis

- Avoir compris le diagramme pression volume ventriculaire
- Avoir des notions sur les paramètres suivants: pré-charge, post-charge, élastance et compliance ventriculaire
- Savoir calculer le volume d'éjection systolique, la FEVG et le débit cardiaque
- Avoir étudié le système circulatoire (haute et basse pression) et la pression artérielle





Plan: Facteurs déterminants de la performance cardiaque

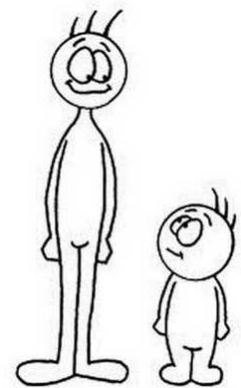
- Introduction
- Elasticité et compliance ventriculaire
- Contractilité myocardique
- Pré- charge
- Post- charge
- Conclusion



Introduction: Définitions

- Le **débit cardiaque** est la quantité de sang éjectée par le ventricule en une minute.
 - Physiologiquement, le ventricule droit et le ventricule gauche ont le même débit.
 - Au repos le débit cardiaque se situe entre 4 et 5 l/min.
- **Index cardiaque (Ic)** est le débit cardiaque rapporté à la surface corporelle. Il est de l'ordre de 2,5- 3 l/min/ m².
- La **réserve cardiaque** est la différence pour un individu donné entre son débit cardiaque de repos et son débit cardiaque maximum.

$Q_c \times 2 \text{ ou } 3 \Rightarrow 4 \text{ ou } 5$ chez le patient sportif au cours de l'effort.



Introduction

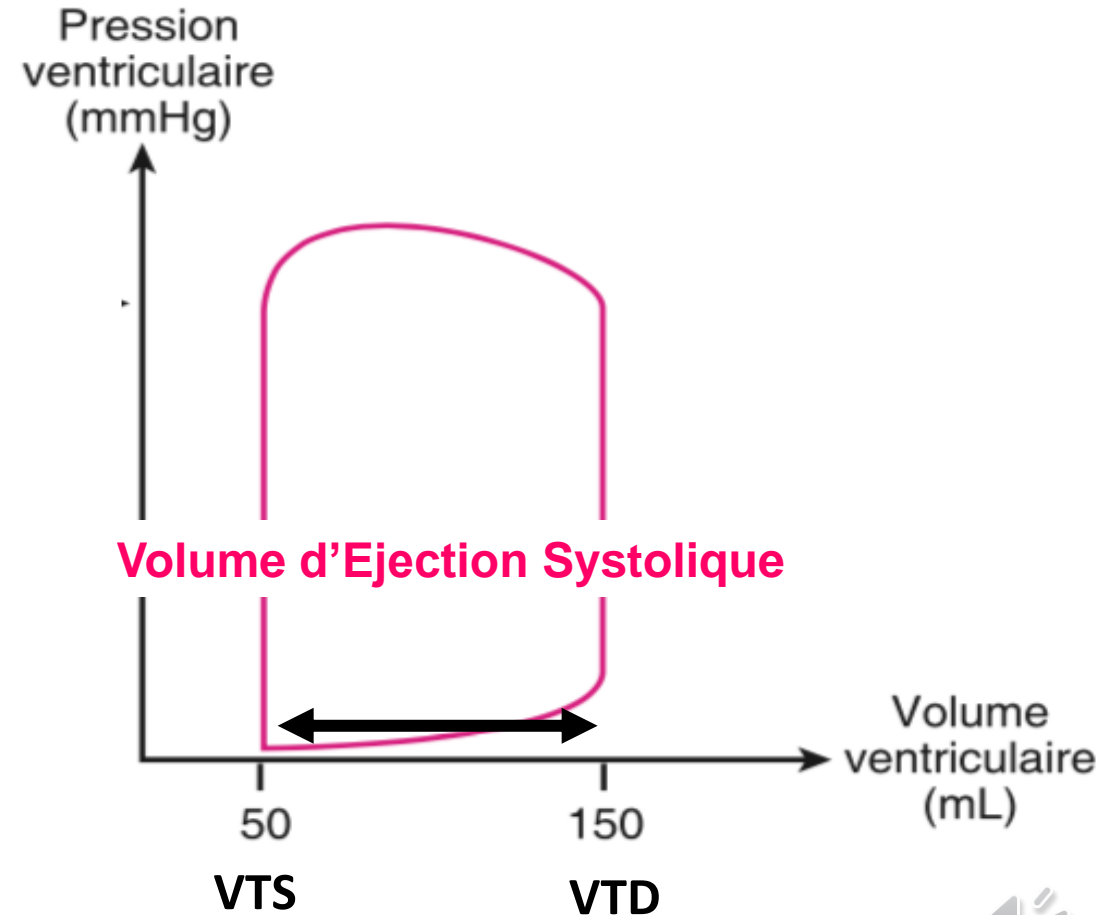
Débit Cardiaque (l/min)

$$Q_c = VES * FC$$

Volume d'éjection systolique

Fréquence cardiaque

VTD: volume télédiastolique
VTS: volume télésystolique



Introduction: Le volume d'éjection systolique

Débit Cardiaque (l/min)

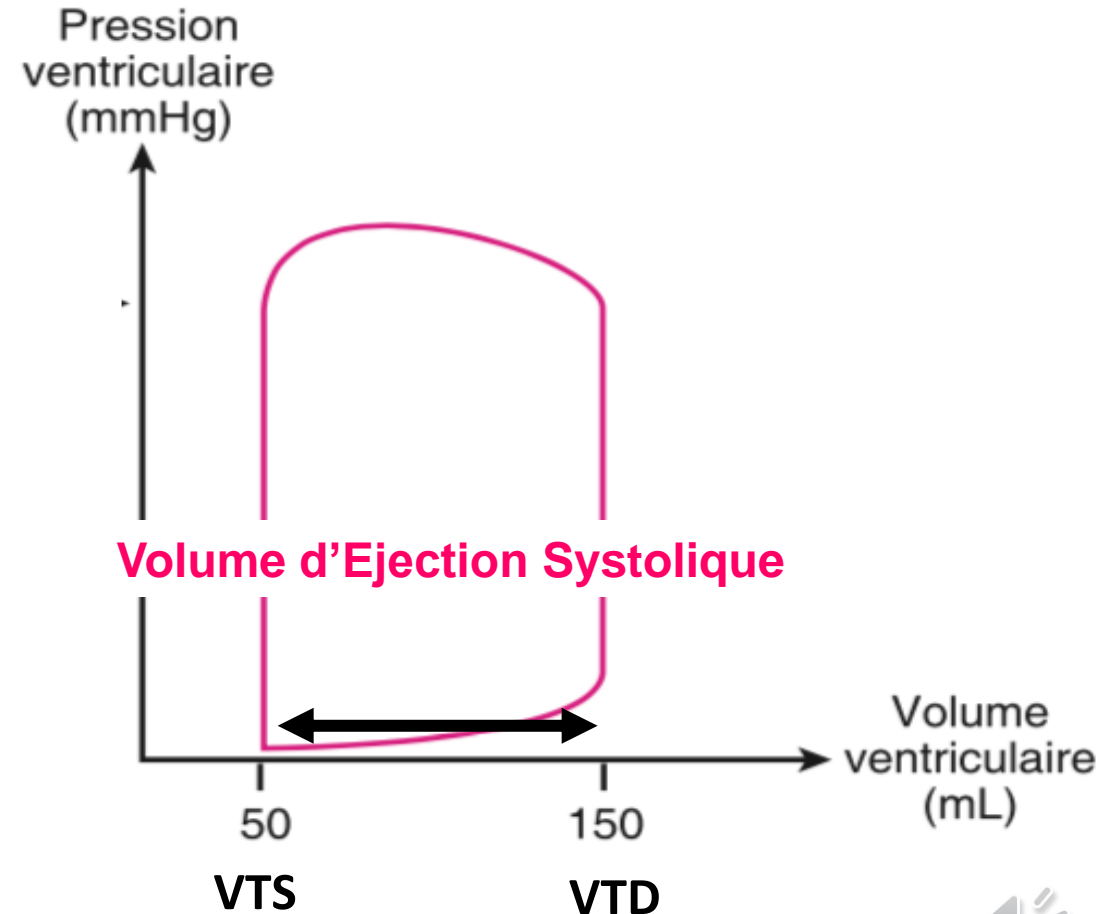
$$Q_c = VES * FC$$

Volume d'éjection systolique

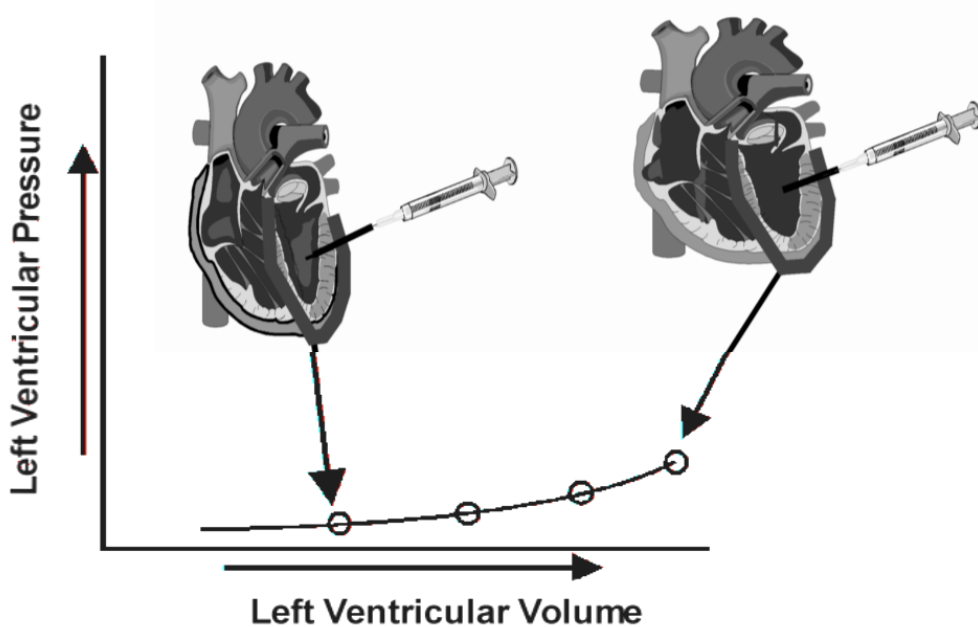
- Elasticité / compliance
- Contractilité/ élastance
- Précharge
- Postcharge

Fréquence cardiaque

VTD: volume télédiastolique
VTS: volume télésystolique



« Elasticité » ventriculaire



Après la relaxation VG, durant le **remplissage diastolique** => le ventricule se comporte comme un sac que l'on remplirait.

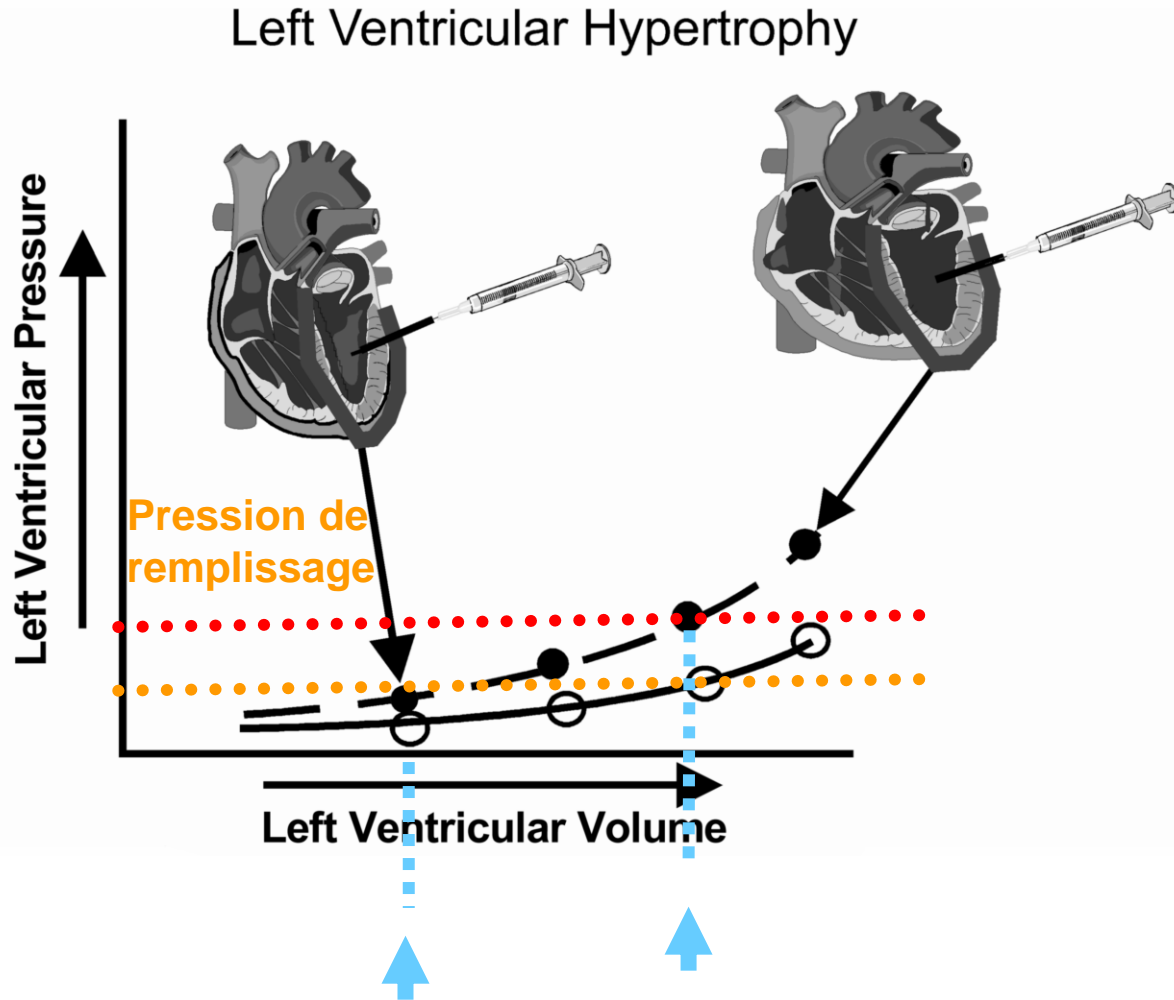
Plus on le remplit, plus la pression augmente et on obtient la relation: pression-volume.

L'élasticité ventriculaire influencera la **forme de cette courbe**.



« Elasticité » ventriculaire

Ex: Cardiopathie hypertrophique



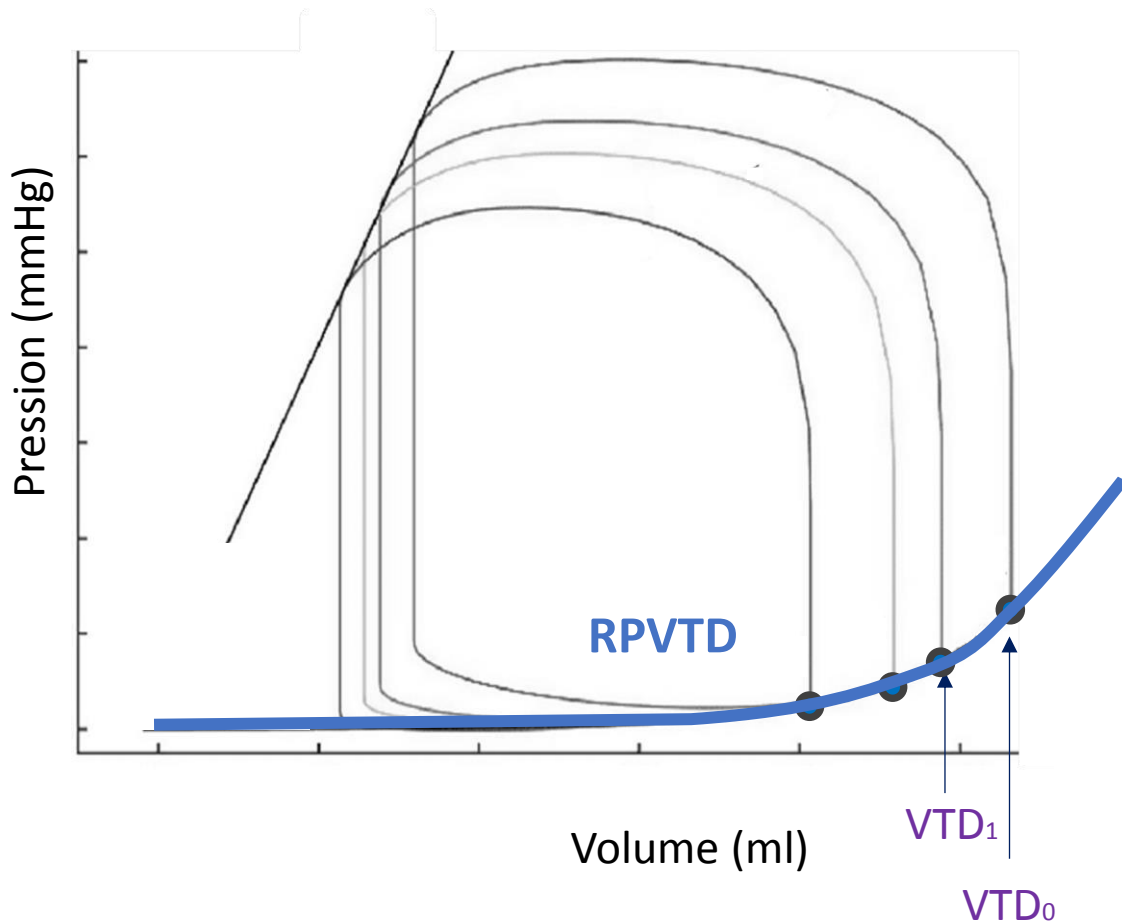
Pour un même niveau de volume ventriculaire, la pression ventriculaire est plus haute dans CMH.

Or: pression ventriculaire => pressions OG (diastole) et pression post-capillaire pulmonaire...



« Elasticité » ventriculaire

Compliance ventriculaire ($\Delta V / \Delta P$)



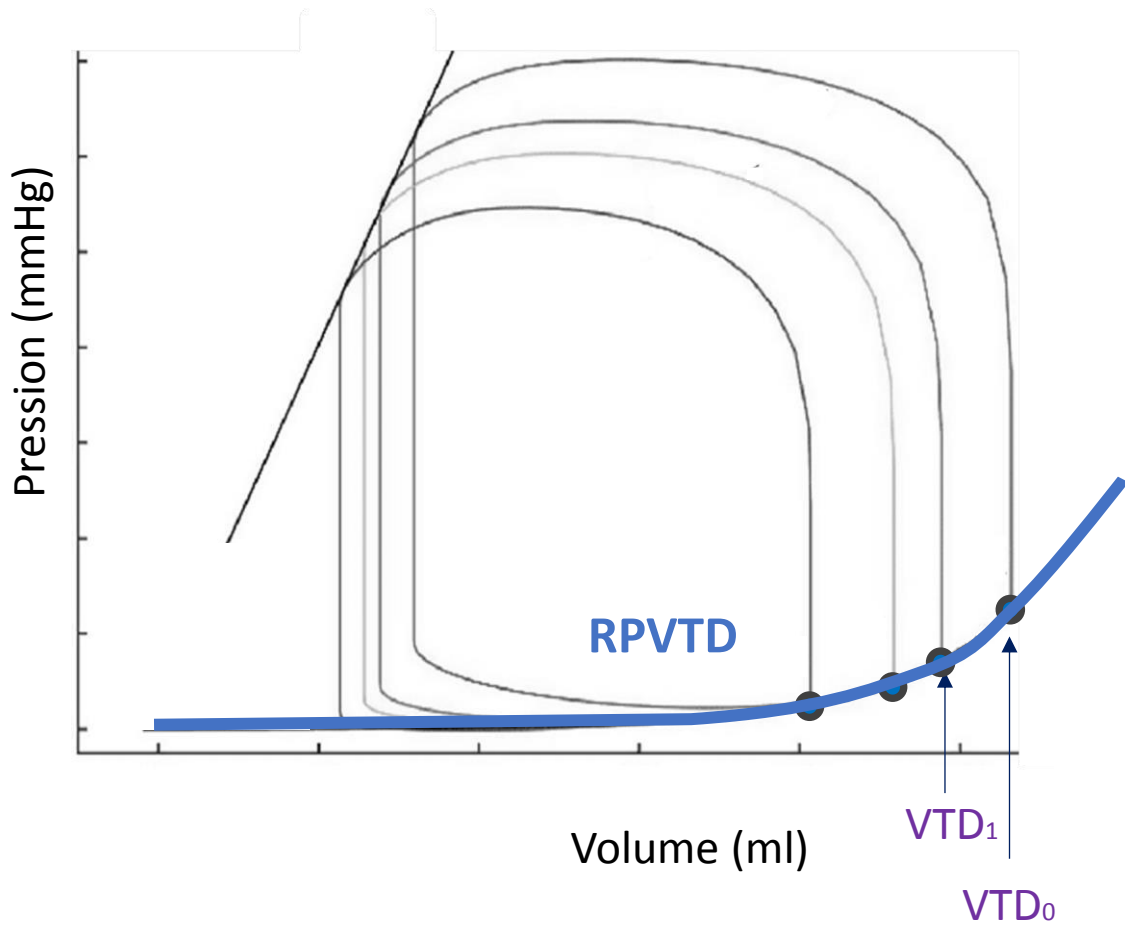
Les propriétés « élastiques » du ventricule peuvent être évaluées par:

- la relation pression volume TD (RPVTD)
- la compliance ventriculaire: ($\Delta V / \Delta P$)



« Elasticité » ventriculaire

Compliance ventriculaire ($\Delta V / \Delta P$)



Les propriétés « élastiques » du ventricule peuvent être évaluées par :

- la relation pression volume TD (RPVTD)
- la compliance ventriculaire: ($\Delta V / \Delta P$)

Les facteurs déterminants majeurs de la compliance ventriculaire

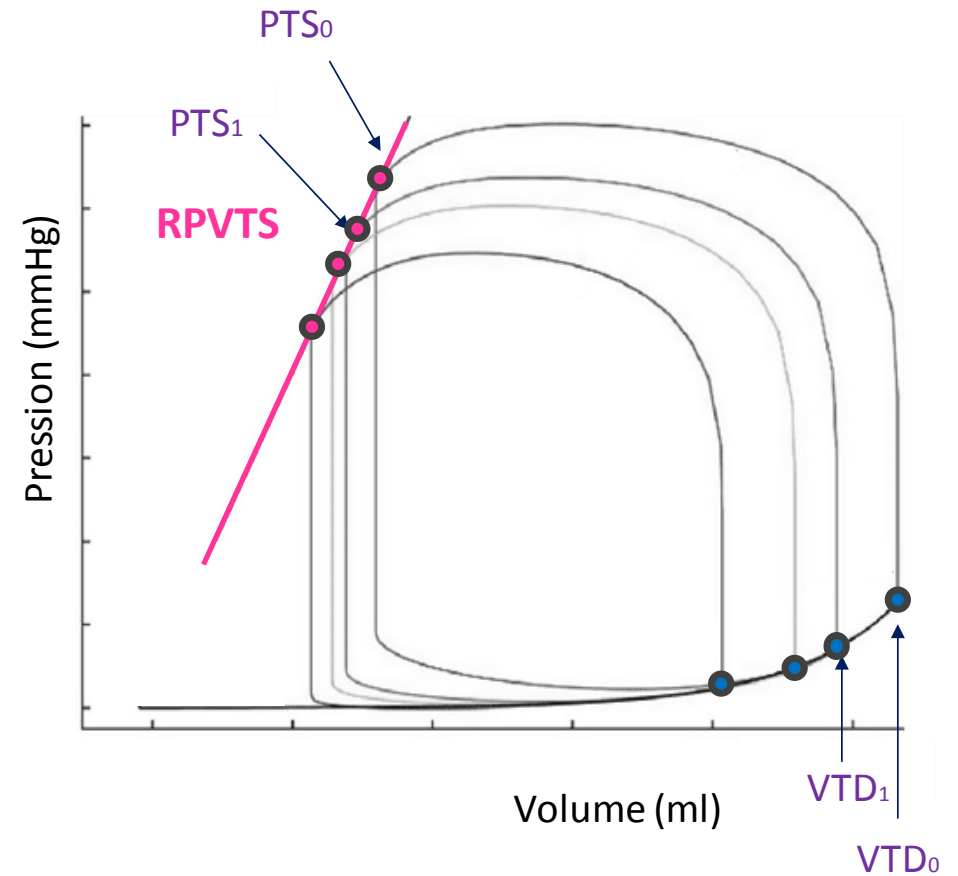
- compliance du **myocarde** lui-même (ex. modifié par la fibrose)
- **septum inter-ventriculaire** (interdépendance droite-gauche)
- **péricarde**



Contractilité myocardique

Contractilité myocardique: Propriété du muscle cardiaque à modifier sa performance à pré- et postcharge constantes.

Elle pourra être explorée par l'**élastance** : pente de la relation pression volume TS (RPVTS).



Variation de la contractilité

Contractilité myocardique: Propriété du muscle cardiaque à modifier sa performance à pré- et post- charges constantes

=> Modulations des mouvements calcium intracytoplasmique

Catécholamines circulantes

Syst Nerveux
Sympathique

Agents inotropes +
(digitaliques)

Contractilité Myocardique

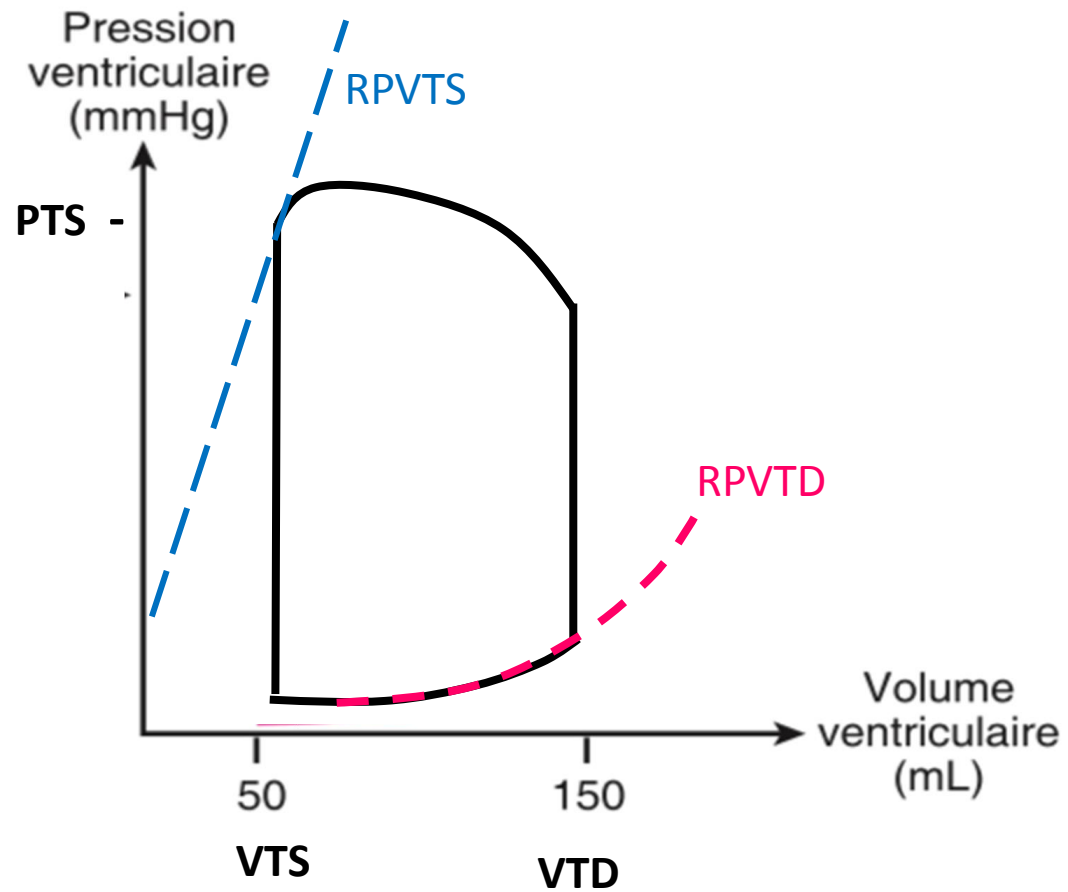
Dépression
Pharmacologique

Anoxie
Acidose

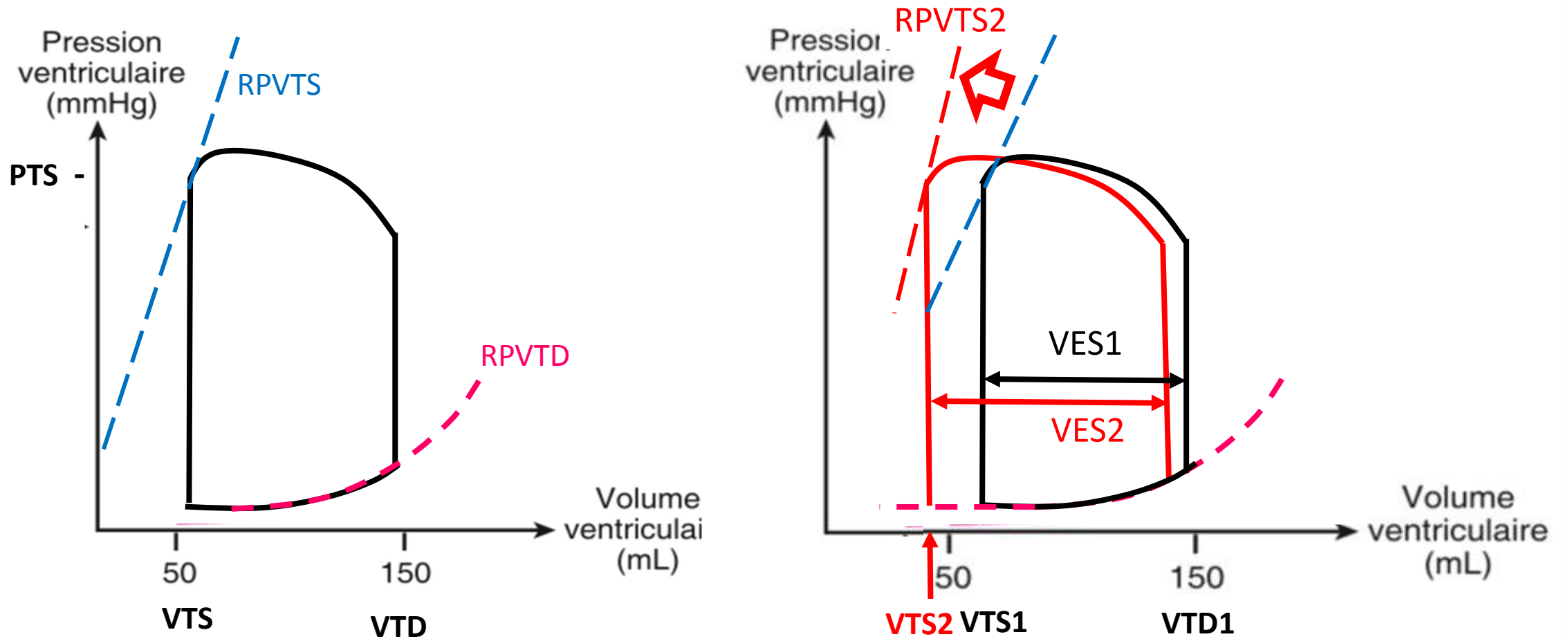
Perte de cardiomyocytes



Effet des variations de contractilité sur le VES



Effet des variations de contractilité sur le VES



Effet des variations de contractilité sur le VES

L'effet d'une augmentation de la contractilité est:

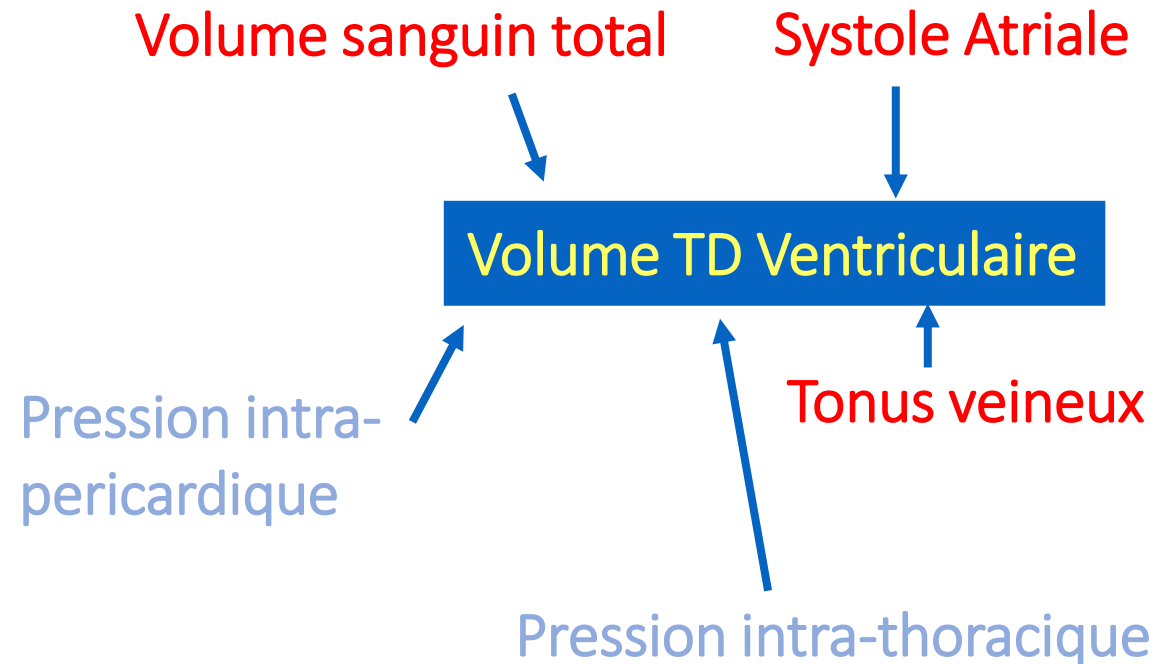
- diminution du VTS
- donc une augmentation du volume d'éjection systolique



Précharge

Pré-charge correspond à la force qui distend les fibres myocardiques avant leur contraction // volume télé-diastolique ventriculaire (VTD).

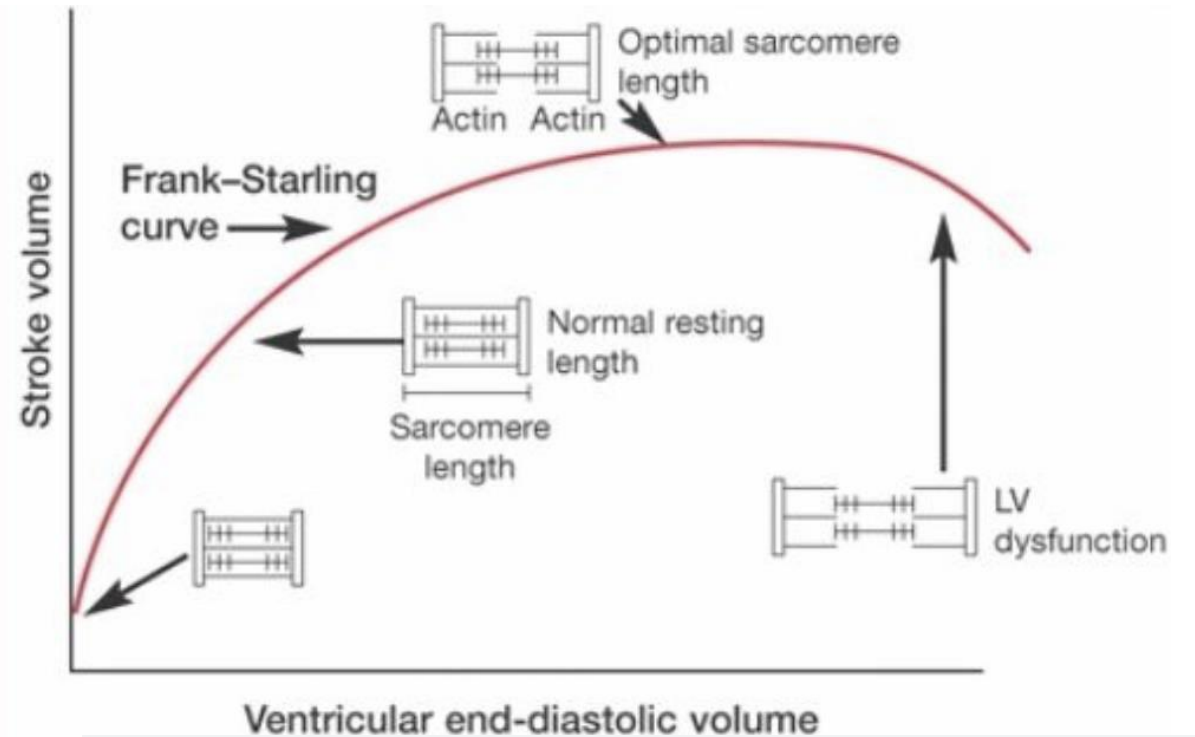
Le VTD détermine une PTD en fonction des caractéristique « élastique » du ventricule.



Précharge

Loi de Frank-Starling (ou relation de Frank-Starling)

Plus le volume télédiastolique d'un ventricule augmente, plus l'énergie produite par ce dernier pour éjecter le sang sera grande.



medicinespecifics.com/frank-starling-mechanism-physiology/

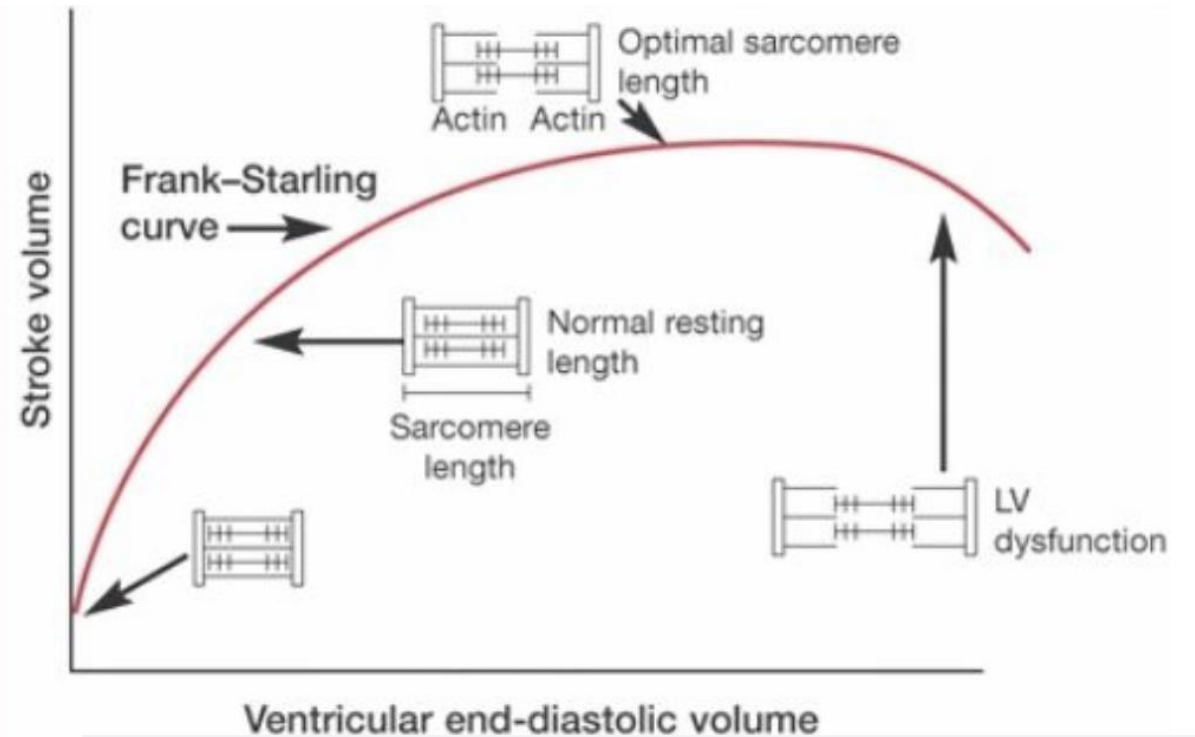
Il existe une relation entre l'étirement des fibres musculaires myocardiques et leur performance contractile



Précharge

Loi de Frank-Starling (ou relation de Frank-Starling)

Plus le volume télédiastolique d'un ventricule augmente, plus l'énergie produite par ce dernier pour éjecter le sang sera grande.



medicinespecifics.com/frank-starling-mechanism-physiology/

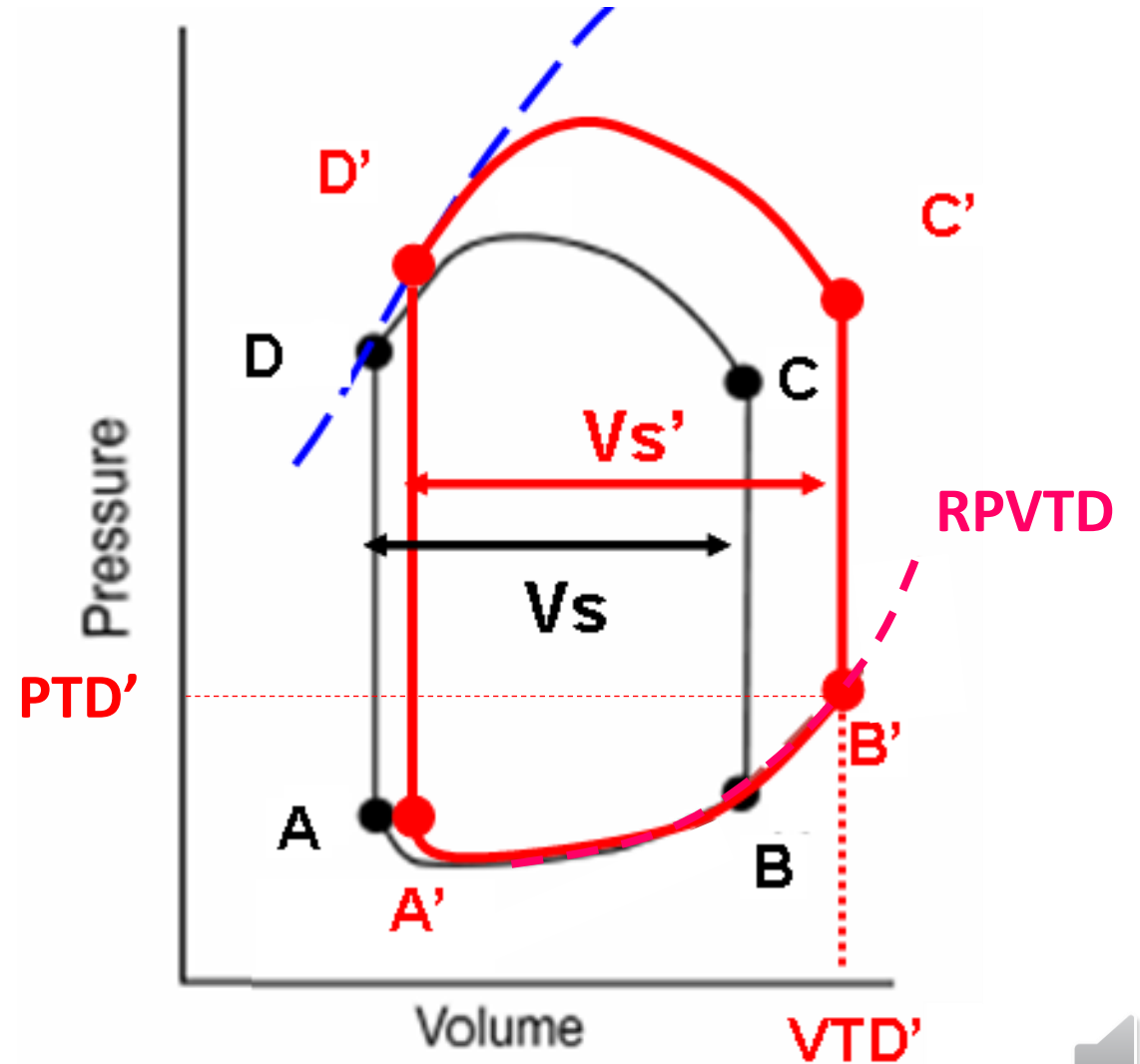
Il existe une relation entre l'étirement des fibres musculaires myocardiques et leur performance contractile



Effets de la précharge sur le VES

Une augmentation du volume télé-diastolique entraîne une augmentation du volume d'éjection

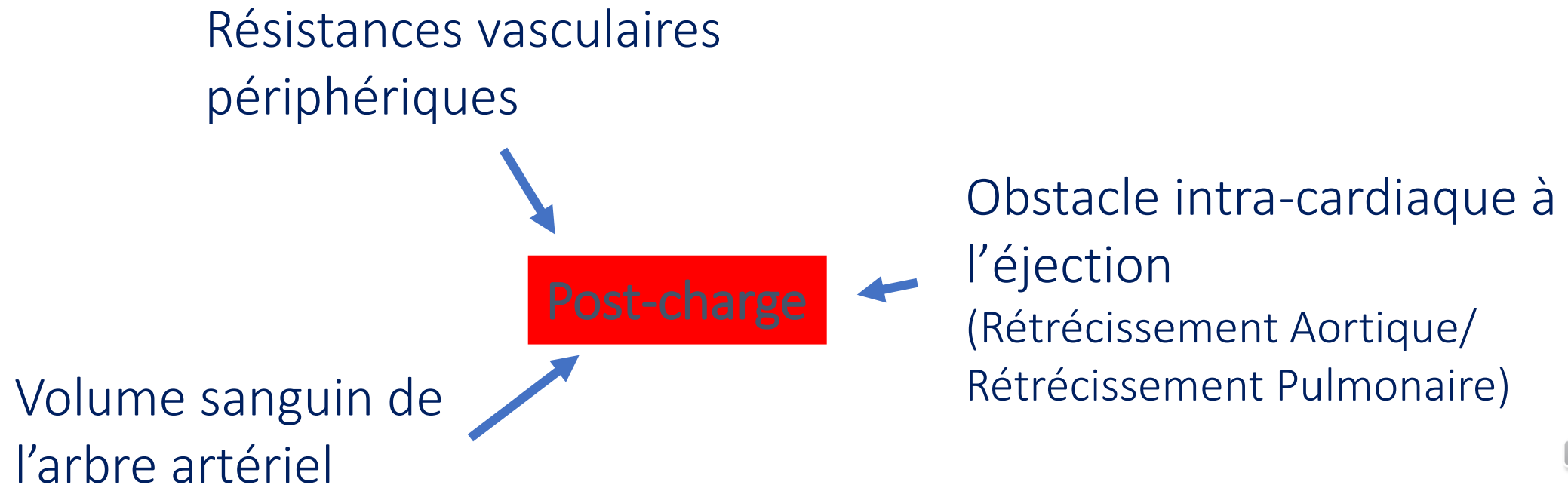
Une diminution de la pré-charge a l'effet inverse.



Post-charge

Post-charge = force qui s'oppose à l'éjection du sang par le ventricule en systole

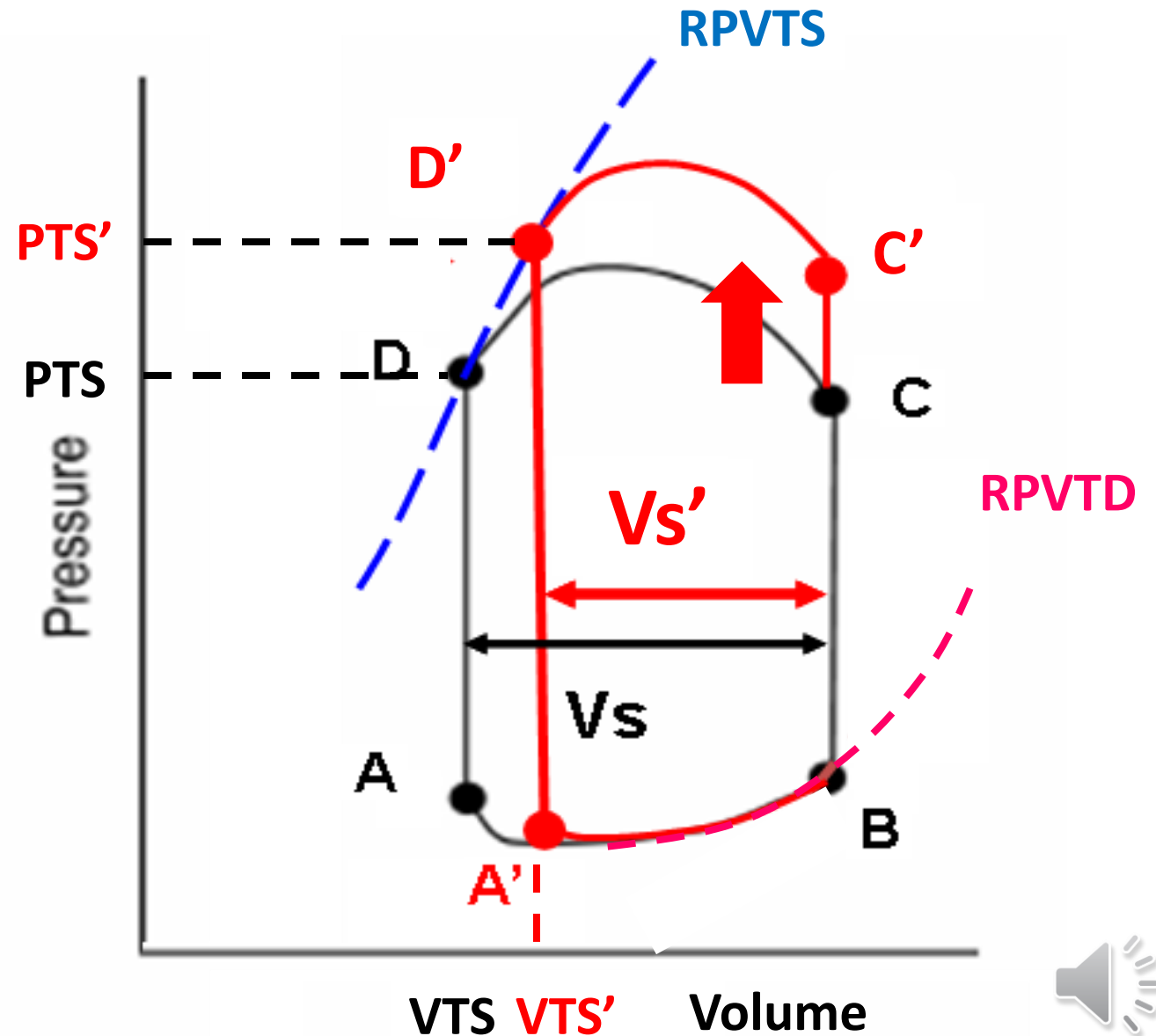
Pour un cœur normal la post-charge correspond à la pression aortique/ artérielle pulmonaire // pression systolique ventriculaire



Effets de la post-charge sur le VES

Effet initial de l'augmentation de la post-charge:

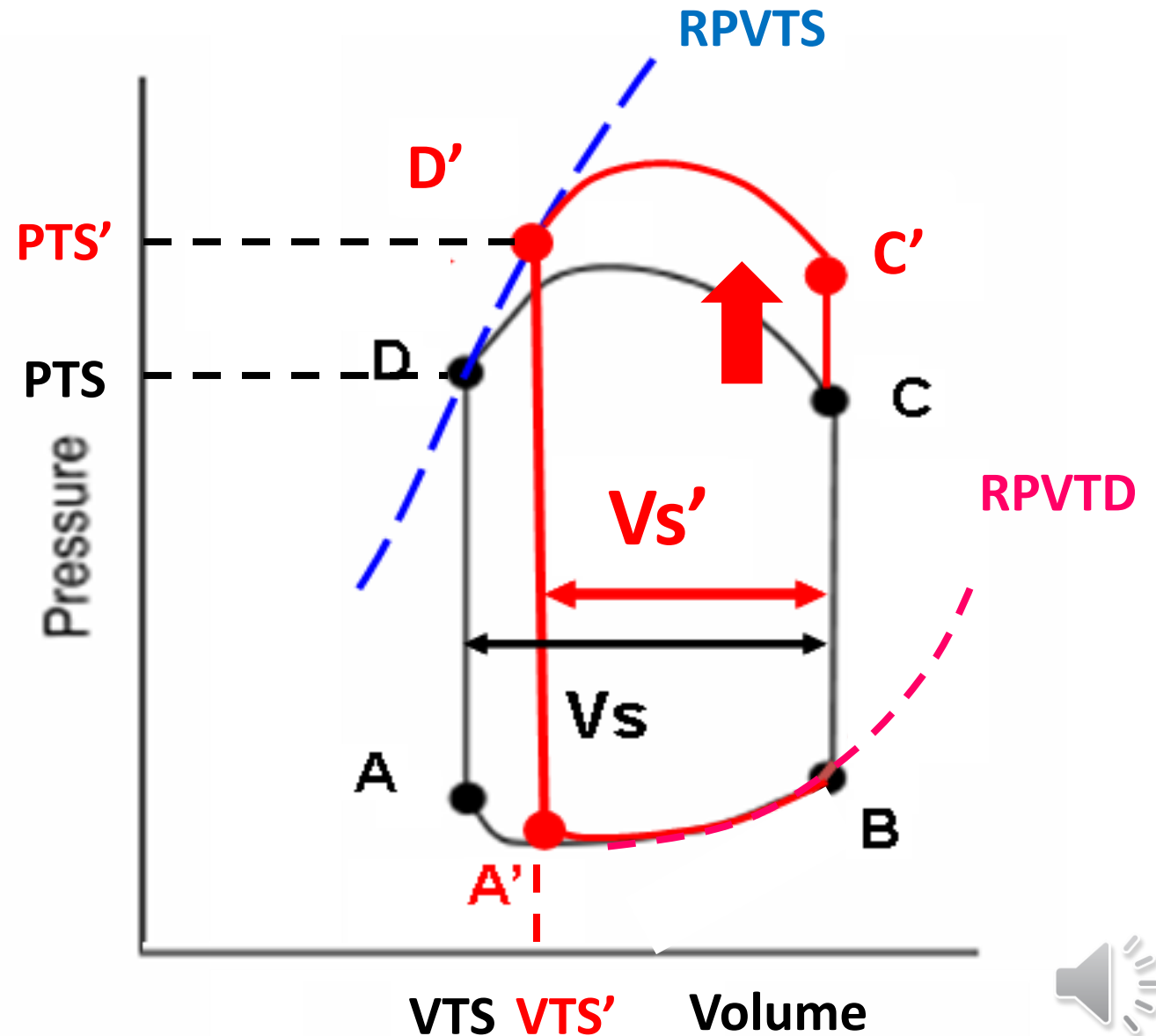
- augmentation du VTS
- diminution du volume d'éjection



Effets de la post-charge sur le VES

Effet initial de l'augmentation de la post-charge:

- augmentation du VTS
- diminution du volume d'éjection



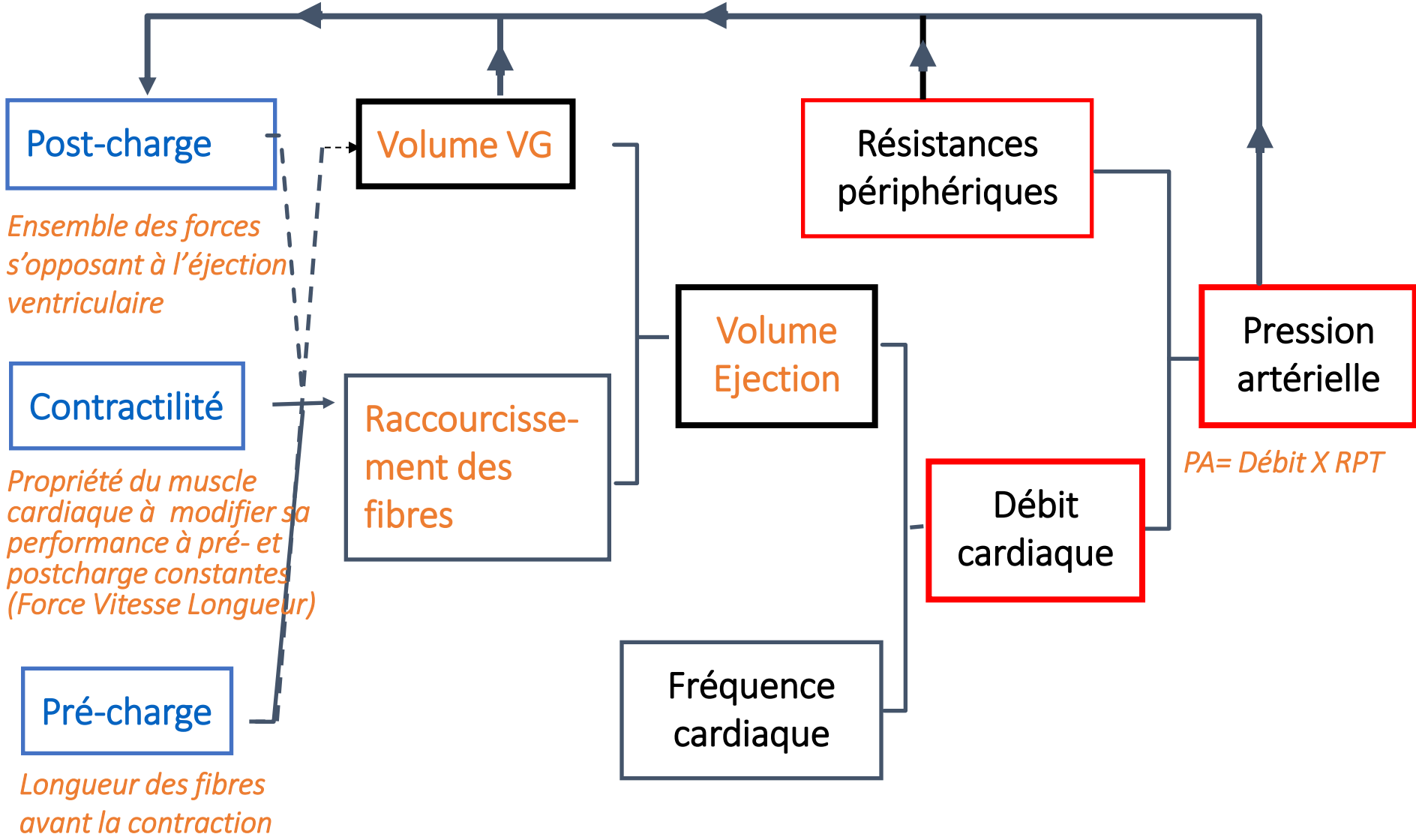


Conclusion

- Interactions entre conditions de charge, propriétés contractiles du cœur, fréquence cardiaque...
- Mécanismes d'adaptation



Conclusion



Shéma modifié à partir de Braunwald E





Références bibliographiques

- Les fondamentaux de la pathologie cardiovasculaire; Enseignement intégré - Système cardiovasculaire. Collège National des enseignants de cardiologie, (SFC) Société Française de Cardiologie
- CNEC (Collège National des Enseignants en Cardiologie et Maladie Vasculaire) — Site de la Société Française de Cardiologie; www.sfc cardio.fr › Enseignement; Université Médicale Virtuelle Francophone
- Comprendre la physiologie cardiovasculaire. Auteur : EP D'ALCHÉ. Editeur : MÉDECINE SCIENCES FLAMMARION
- Atlas de Physiologie. S Sibernagel. A Despoulos; Flammarion
- Débit cardiaque; CFEUPS: Collège Français des Enseignants Universitaires de Physiologie en Santé





L'essentiel – Points à retenir

- Connaître les définitions et valeurs normales de débit cardiaque et index cardiaque
- Connaître et comprendre les notions de compliance, d'élastance, pré-charge et post-charge
- Comprendre comment varie le volume d'éjection systolique en fonction des variations de postcharge, précharge et contractilité myocardique
- Comprendre les paramètres faisant varier la précharge, la postcharge, la contractilité et la compliance

