



Konferenca NAK – za učitelje naravoslovnih predmetov

# Modeliranje v fiziologiji

doc. dr. Jurij Dolenšek

Medicinska fakulteta, Univerza v Mariboru

4. konferenca učiteljev naravoslovnih predmetov – NAK 2017



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

Naložbo sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada

# Modeliranje?

Kompleksnost je pogosta v fiziologiji.

Izražena je v povezavah v sistemih, njihovi hierhiji.

Pogosto ni mogoča neposredna meritev željenega parametra.

Model lahko napove dejansko vrednost parametra.

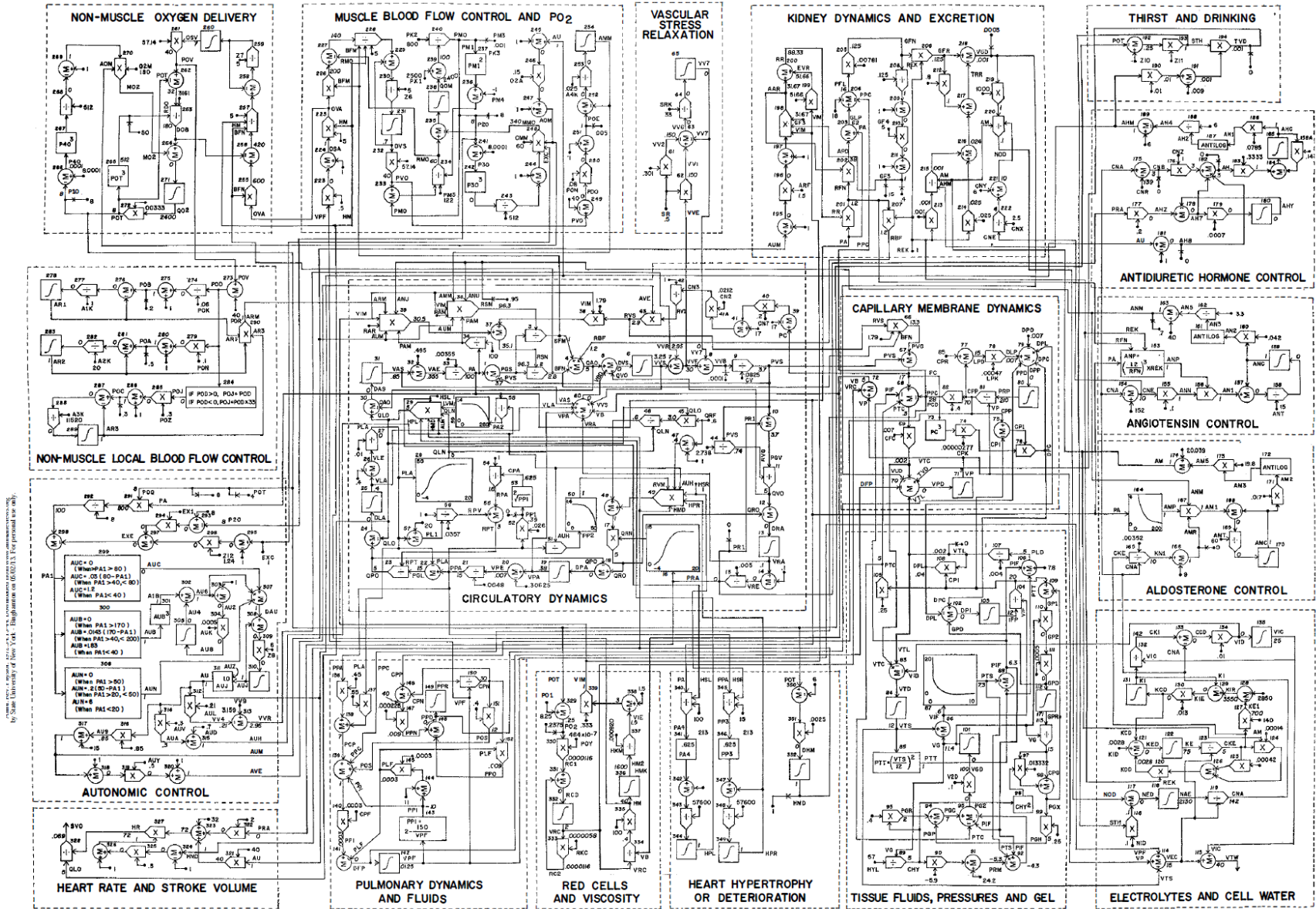
Modeliranje v fiziologiji in medicini lahko pripomore k razumevanju.

Carson, Cobelli. Modelling methodology for physiology and medicine, 2014.



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



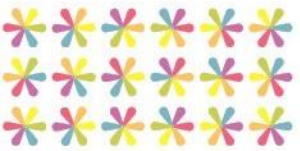


Guyton, A.C. (1972). A computer model of the human body. *Journal of Applied Physiology*, 33, 1-10.   
 Copyright © 1972 by American Physiological Society. All rights reserved.



# Modeliranje:

- a) kislinsko-bazno ravnovesje
- b) električno dogajanje v celici
- c) krvožilni sistem



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



# Modeliranje:

## c) krvožilni sistem

Model, s katerim predvidimo hitrost kroženja krvi in venski tlak

Model, s katerim predvidimo arterijski tlak in utripni volumen



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



# Modeliranje:

## c) krvožilni sistem

Model, s katerim predvidimo hitrost kroženja krvi in venski tlak

Model, s katerim predvidimo arterijski tlak in utripni volumen

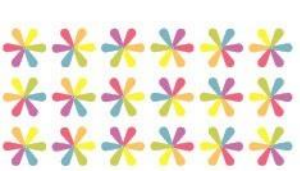
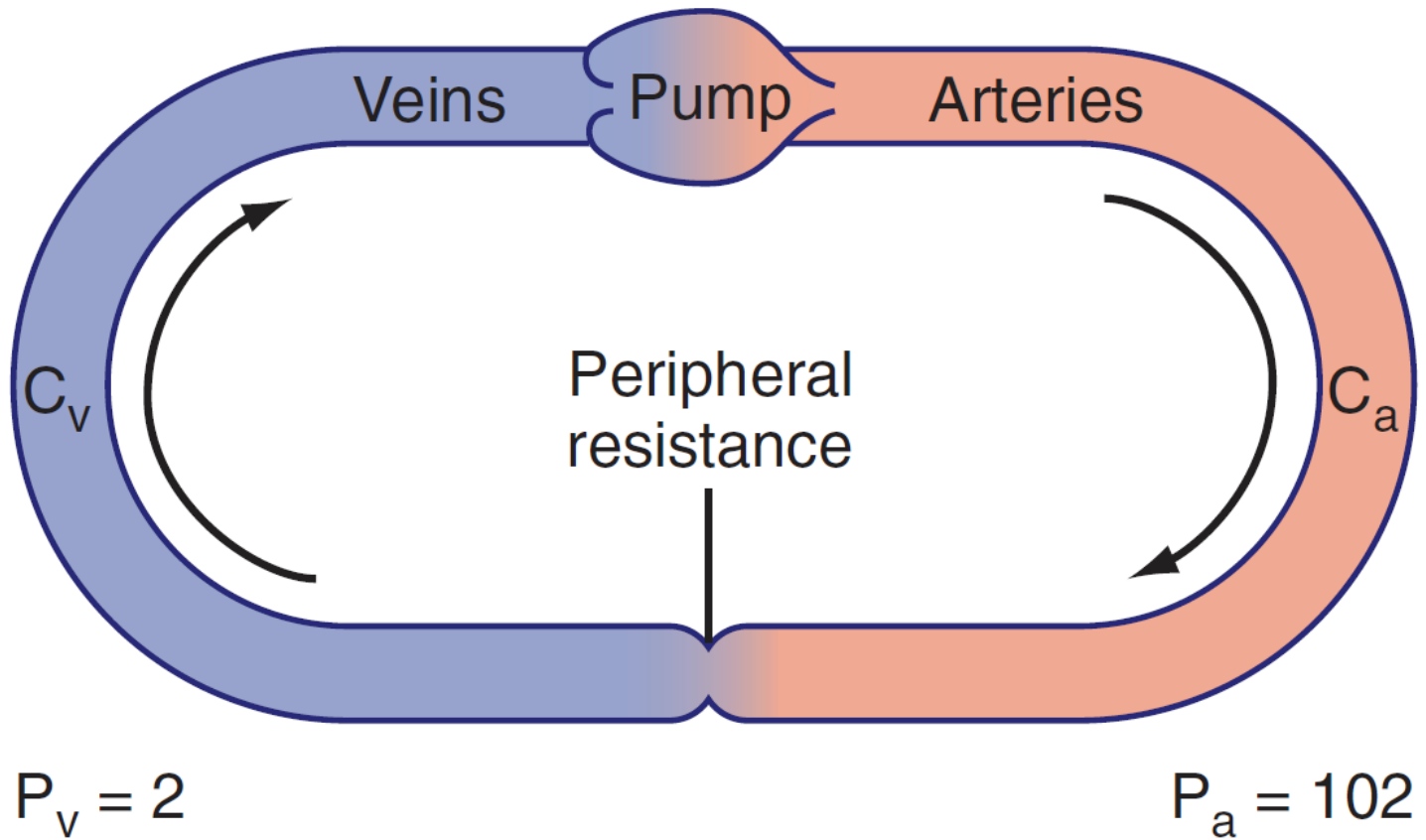


REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



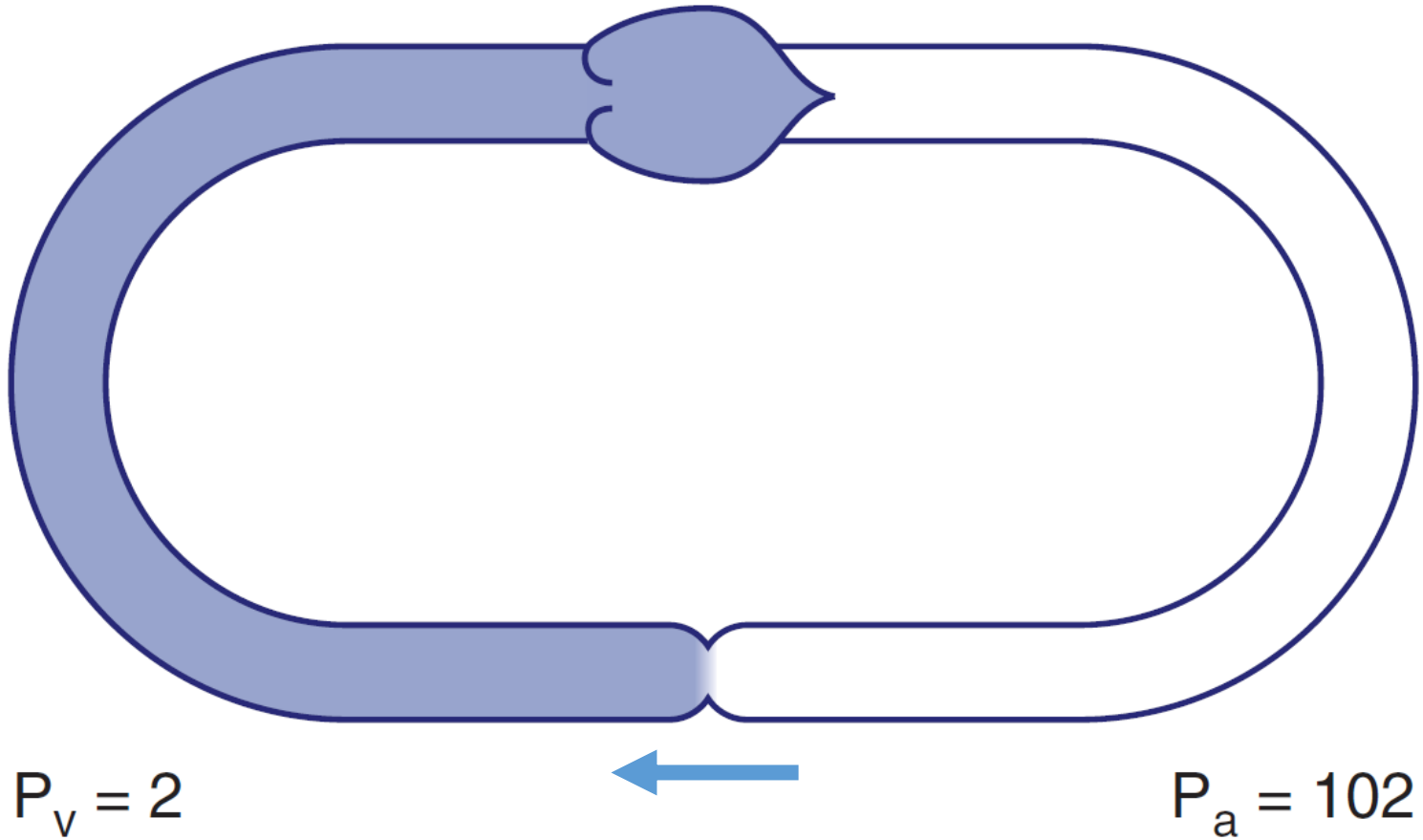
# Preprost model sistemskega obtoka

$$MVS = 5 \text{ l/min}$$



# Začetek srčnega zastoja

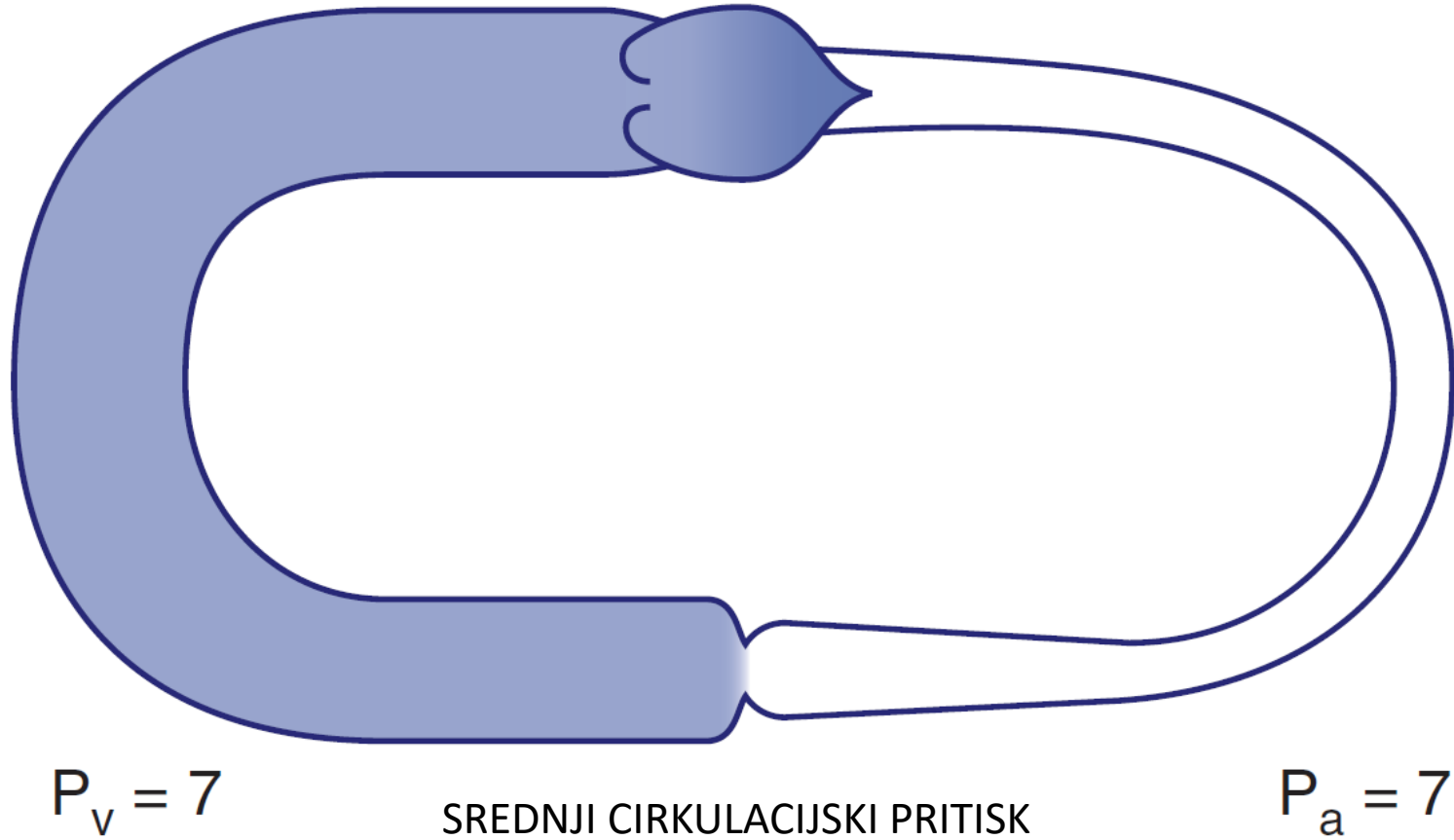
$MVS = 0 \text{ l/min}$





# Ravnotežno stanje srčnega zastoja

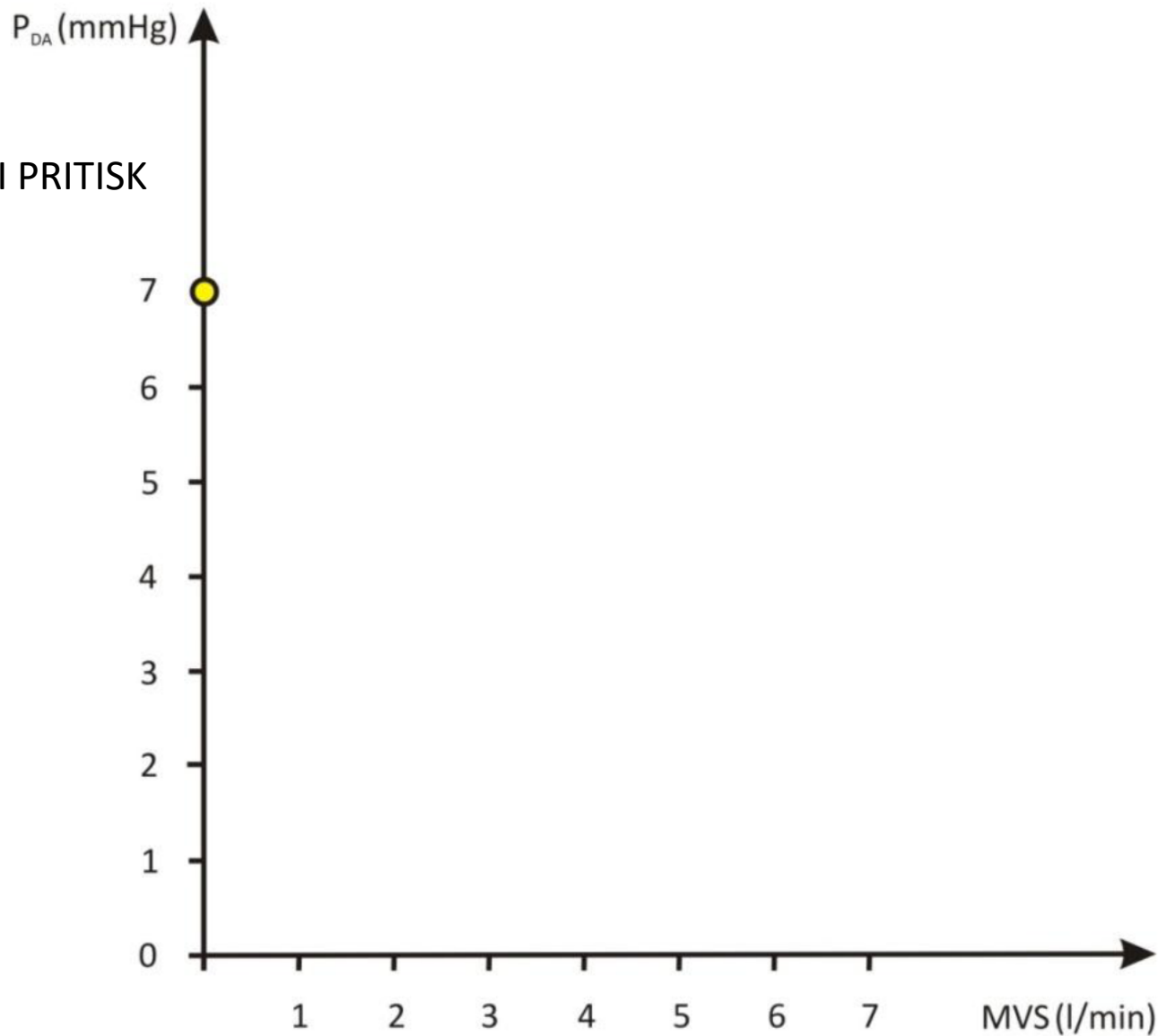
$$MVS = 0 \text{ l/min}$$



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



# SREDNJI CIRKULACIJSKI PRITISK



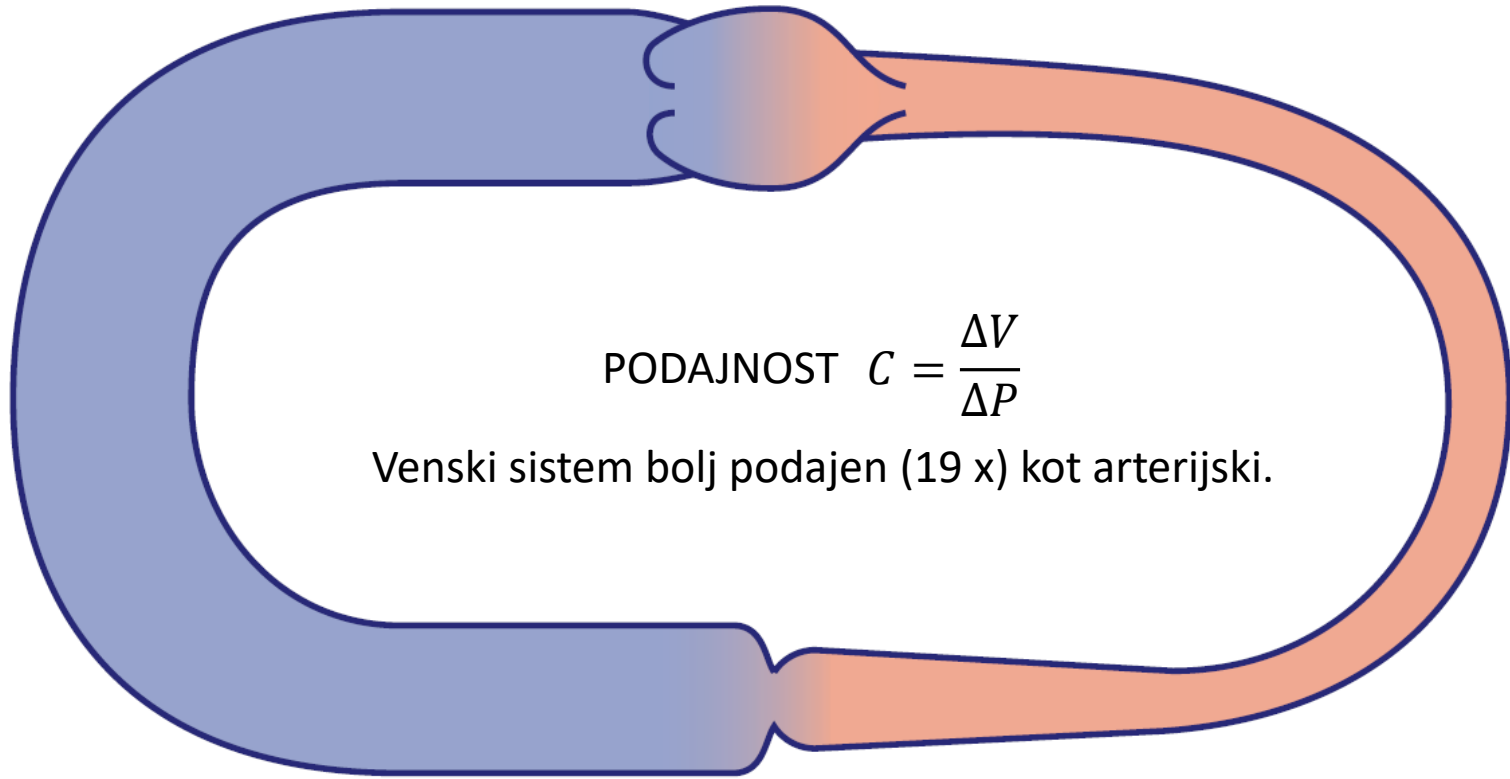
REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

# Obnovitev pretoka

$$MVS = 1 \text{ l/min}$$

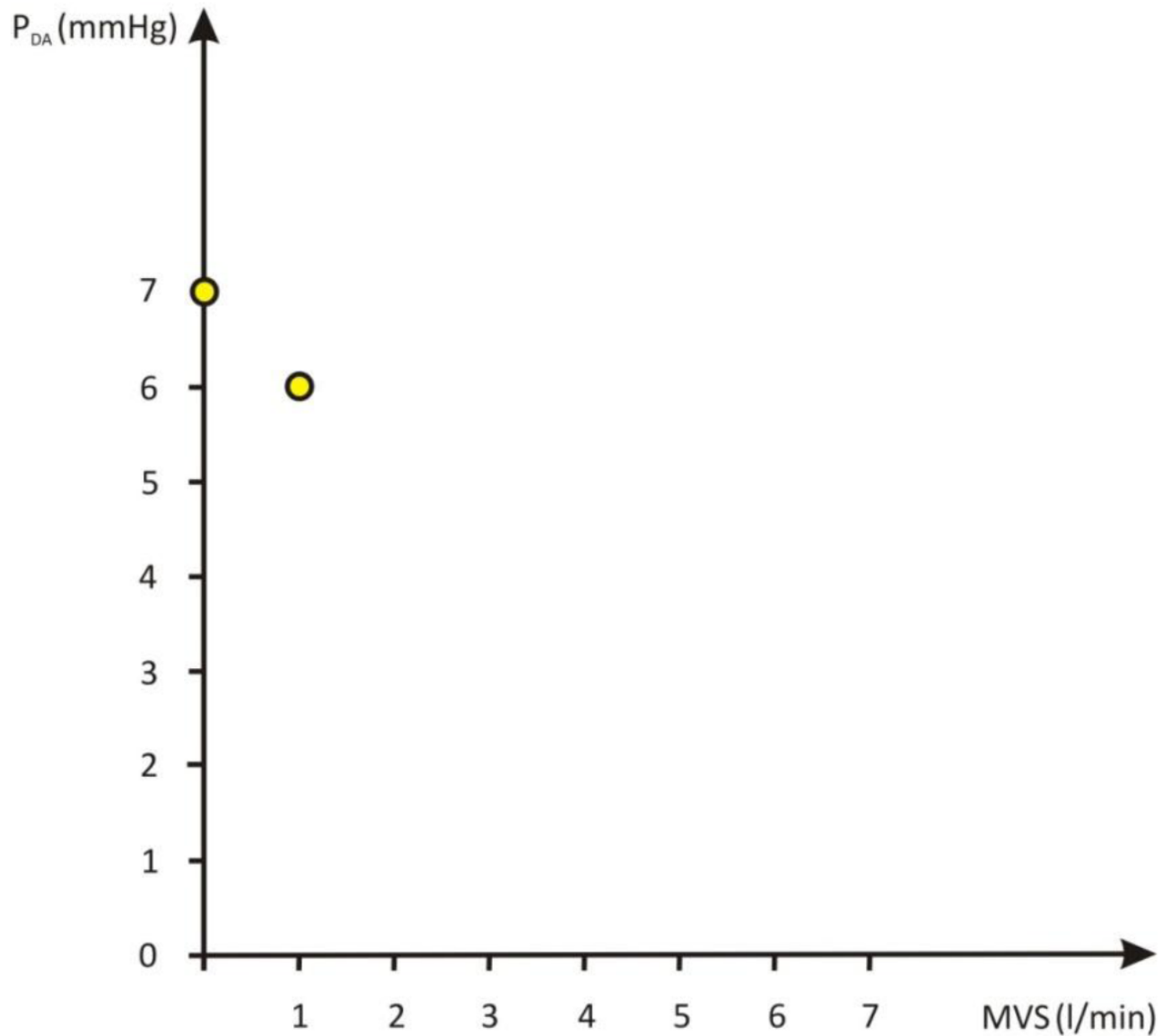


$$Pv = 7 - 1 = 6 \text{ mmHg}$$

$$Pa = 7 + (19 \times 1) = 26 \text{ mmHg}$$



# Graf žilne funkcije

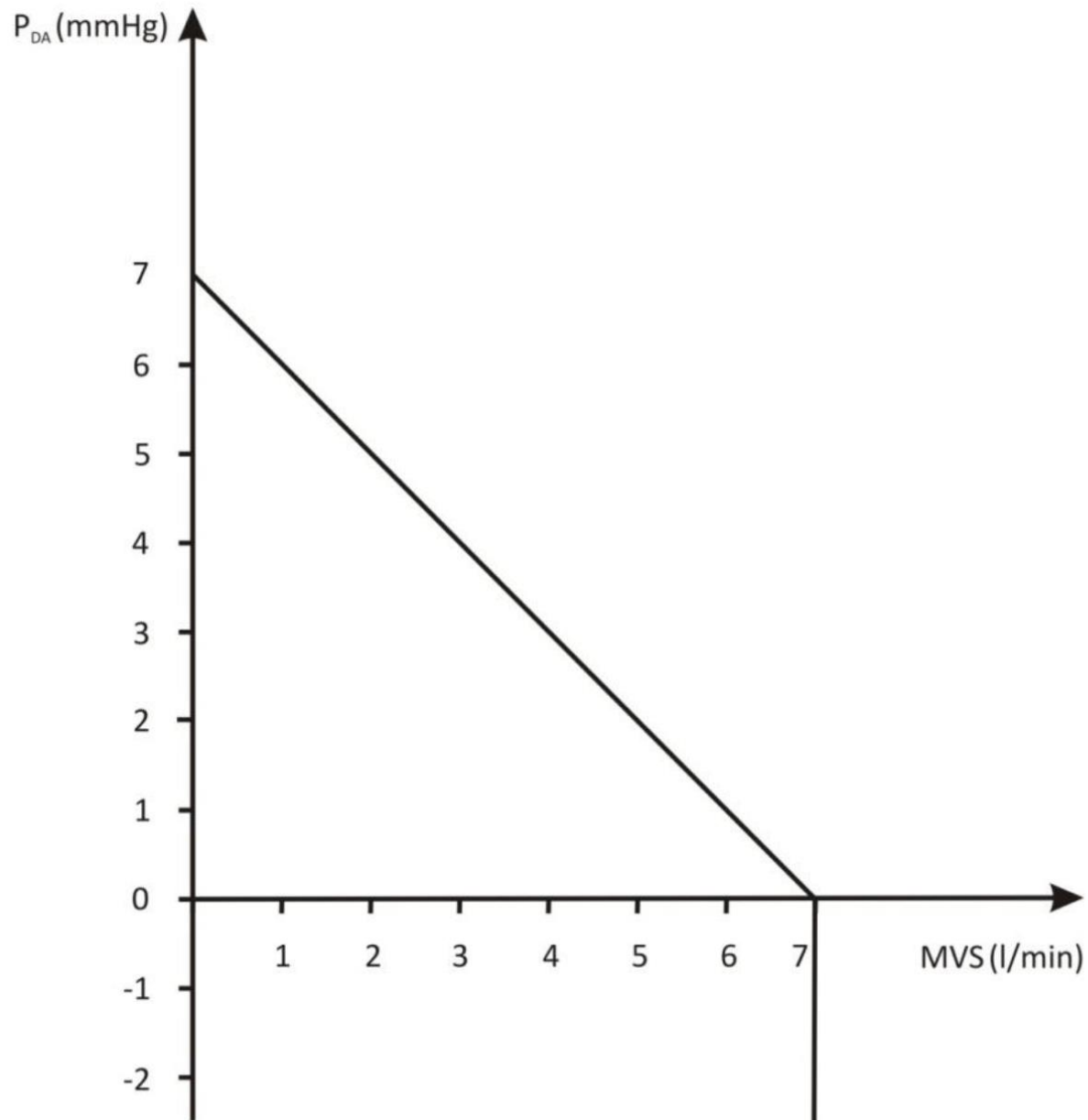


REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

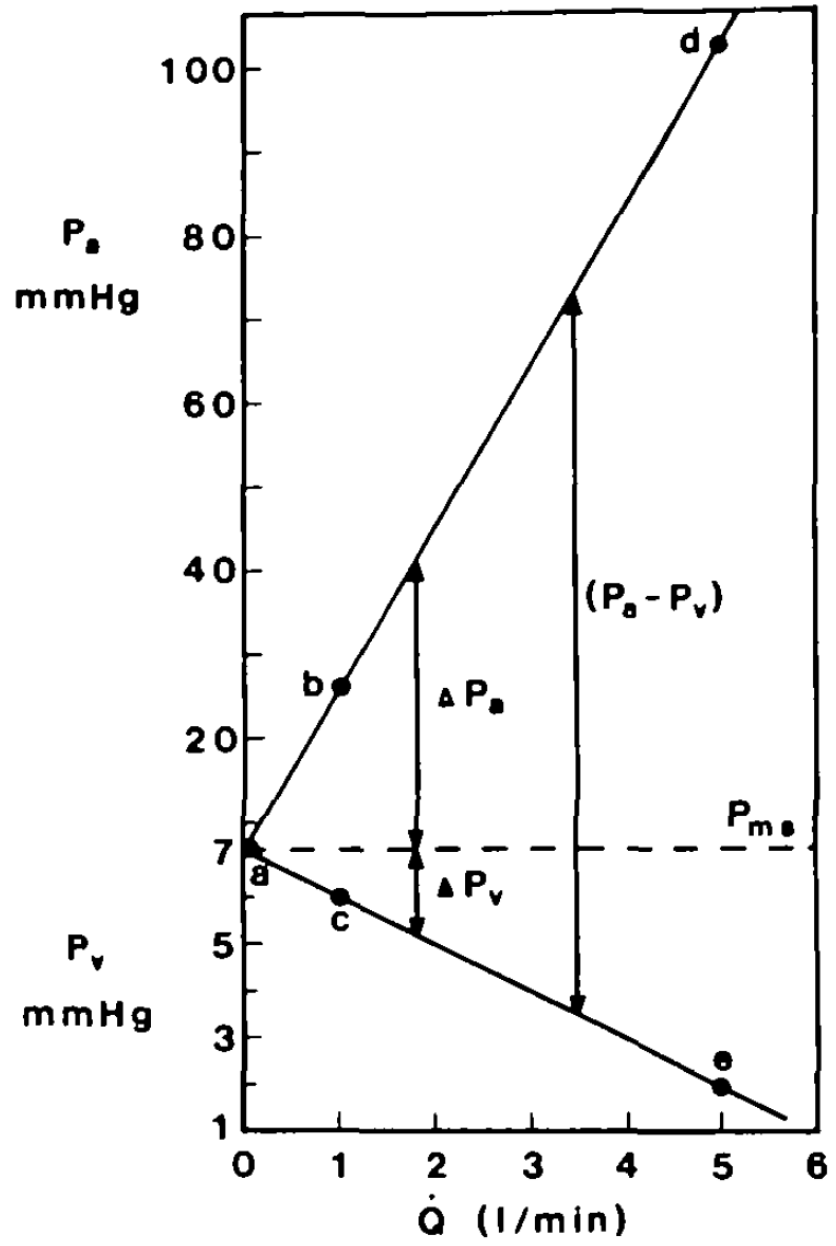
# Graf žilne funkcije



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



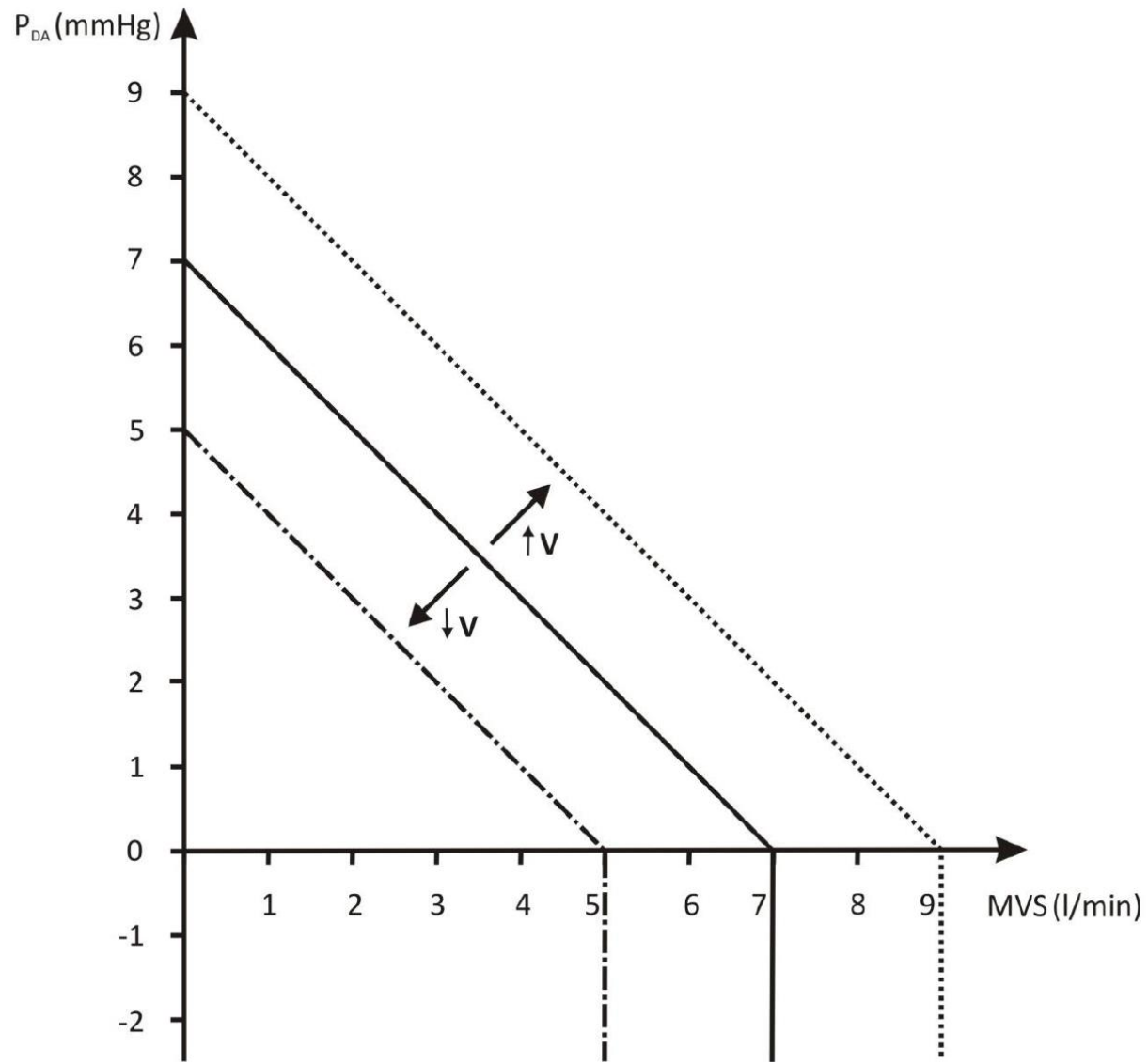
# Graf žilne funkcije



Levy Circulation Research 1979



# Vpliv volumna krvi in venskega tonusa

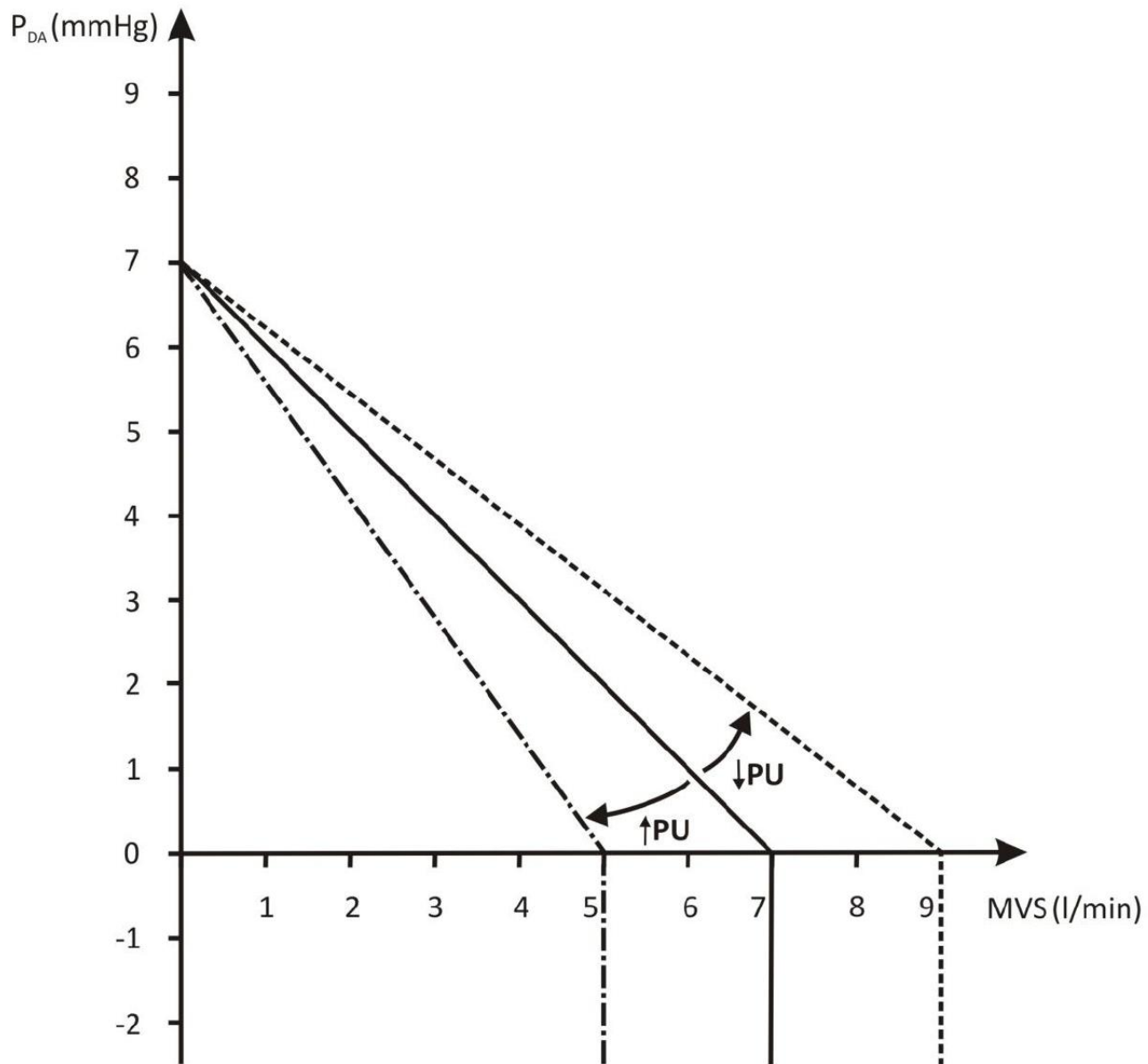


REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

# Vpliv TPU



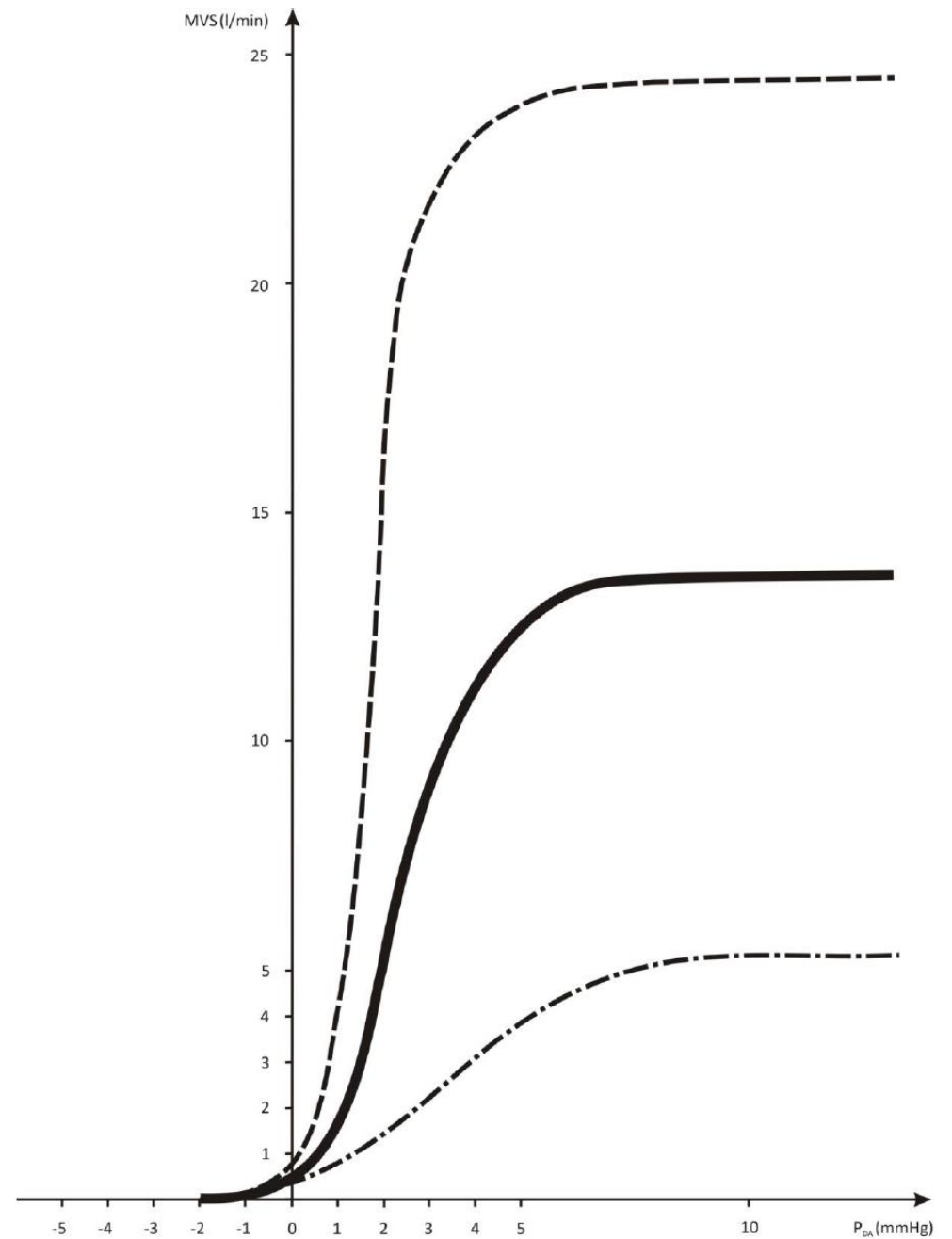
REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST



# Graf srčne funkcije



Zavod  
Republika  
Slovenija  
za šolstvo

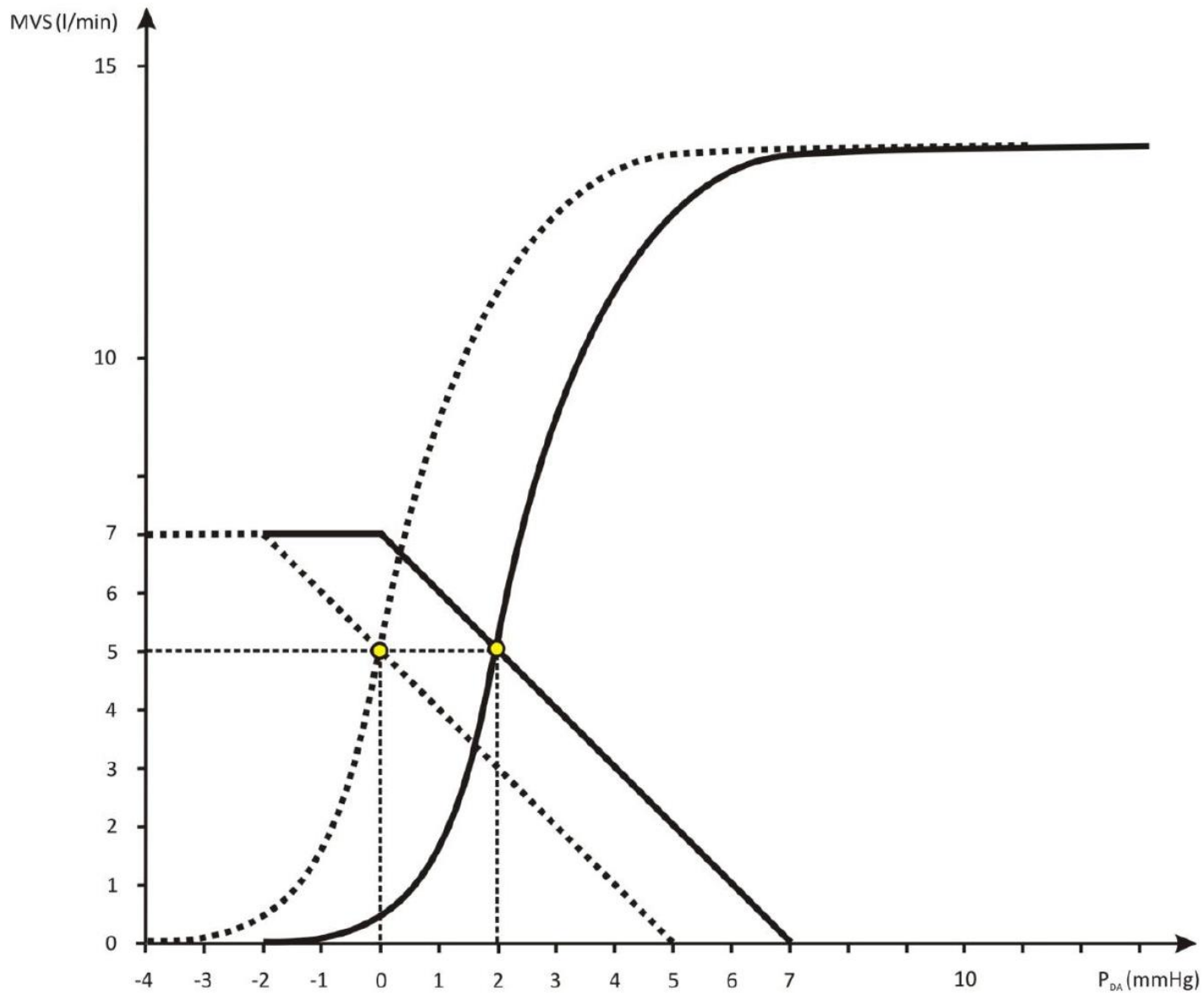


REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI SKLAD  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

# Sklopitev srčne in žilne funkcije



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

# Modeliranje:

## c) krvožilni sistem

Model, s katerim predvidimo hitrost kroženja krvi in venski tlak

Model, s katerim predvidimo arterijski tlak in utripni volumen



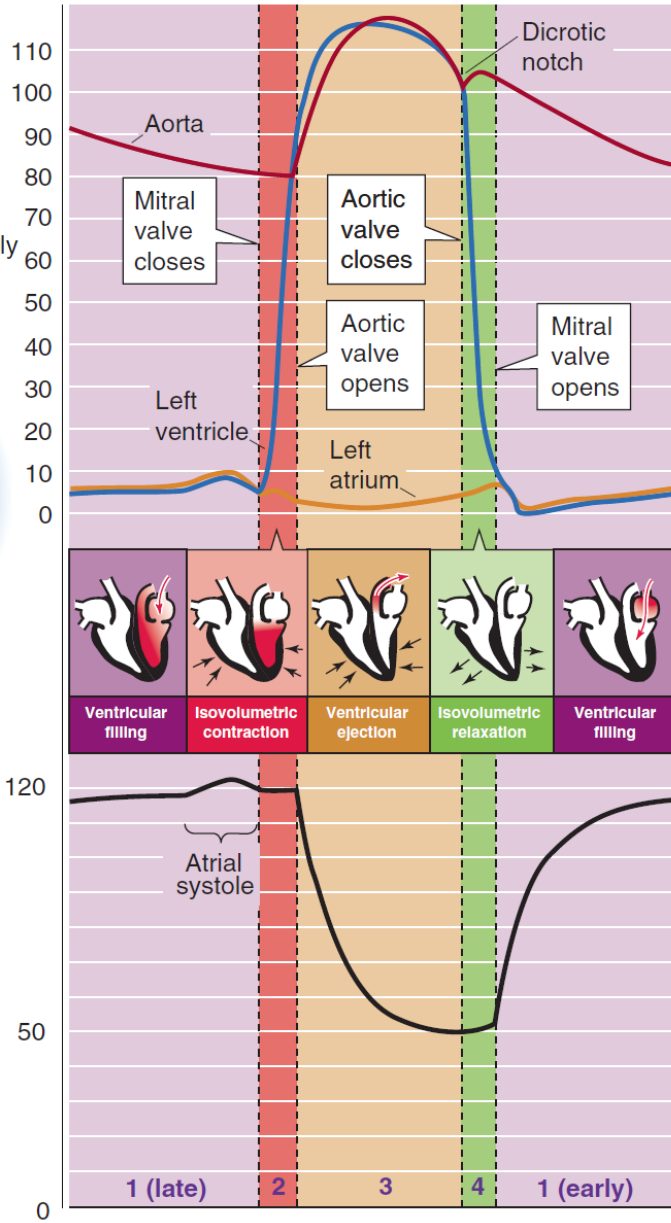
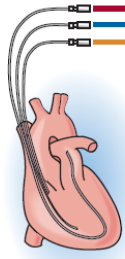
REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



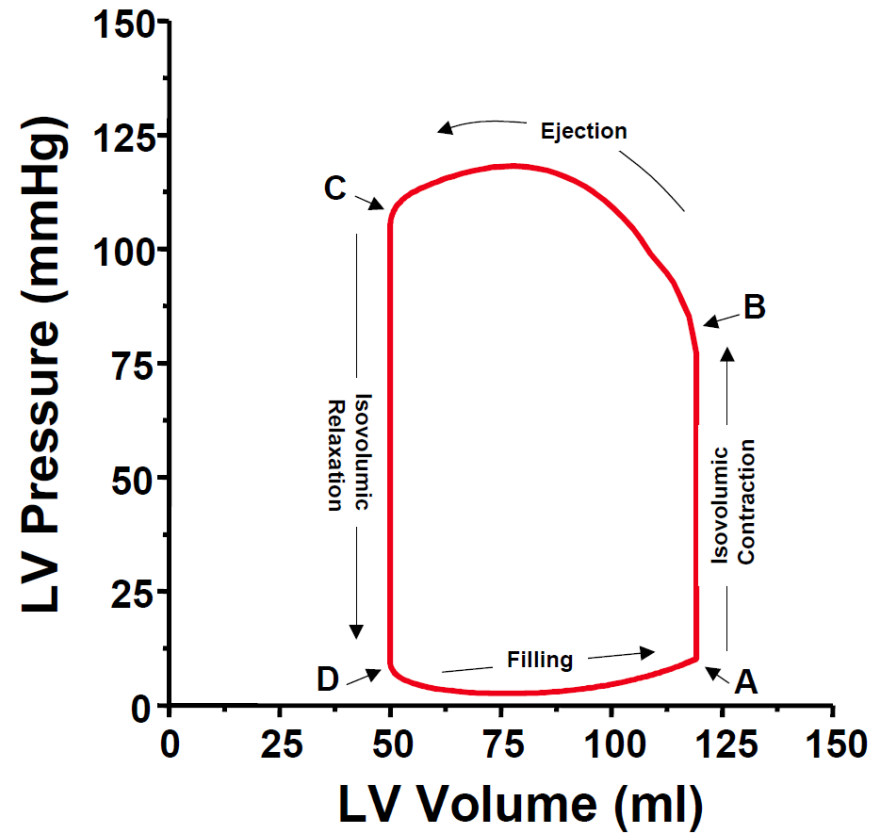
# Srčni cikel

## B LEFT HEART

Pressures (mm Hg) recorded simultaneously from:



## P-V diagram

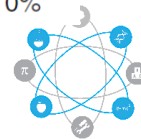


Phase:

1 (late) 2 3 4 1 (early)



0%



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT

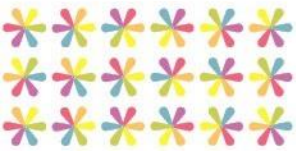
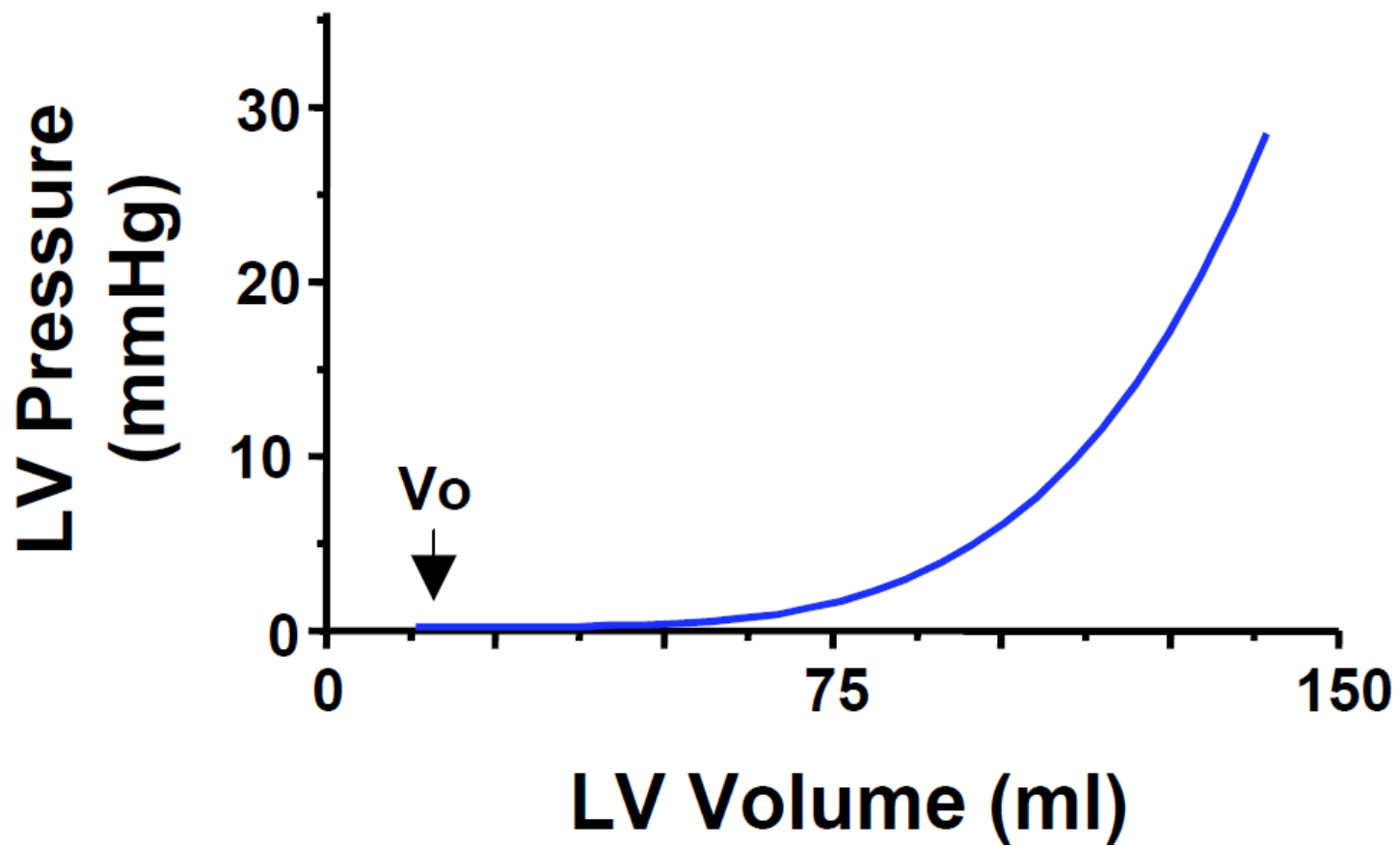


# Kaj določa obliko P-V diagrama?



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT

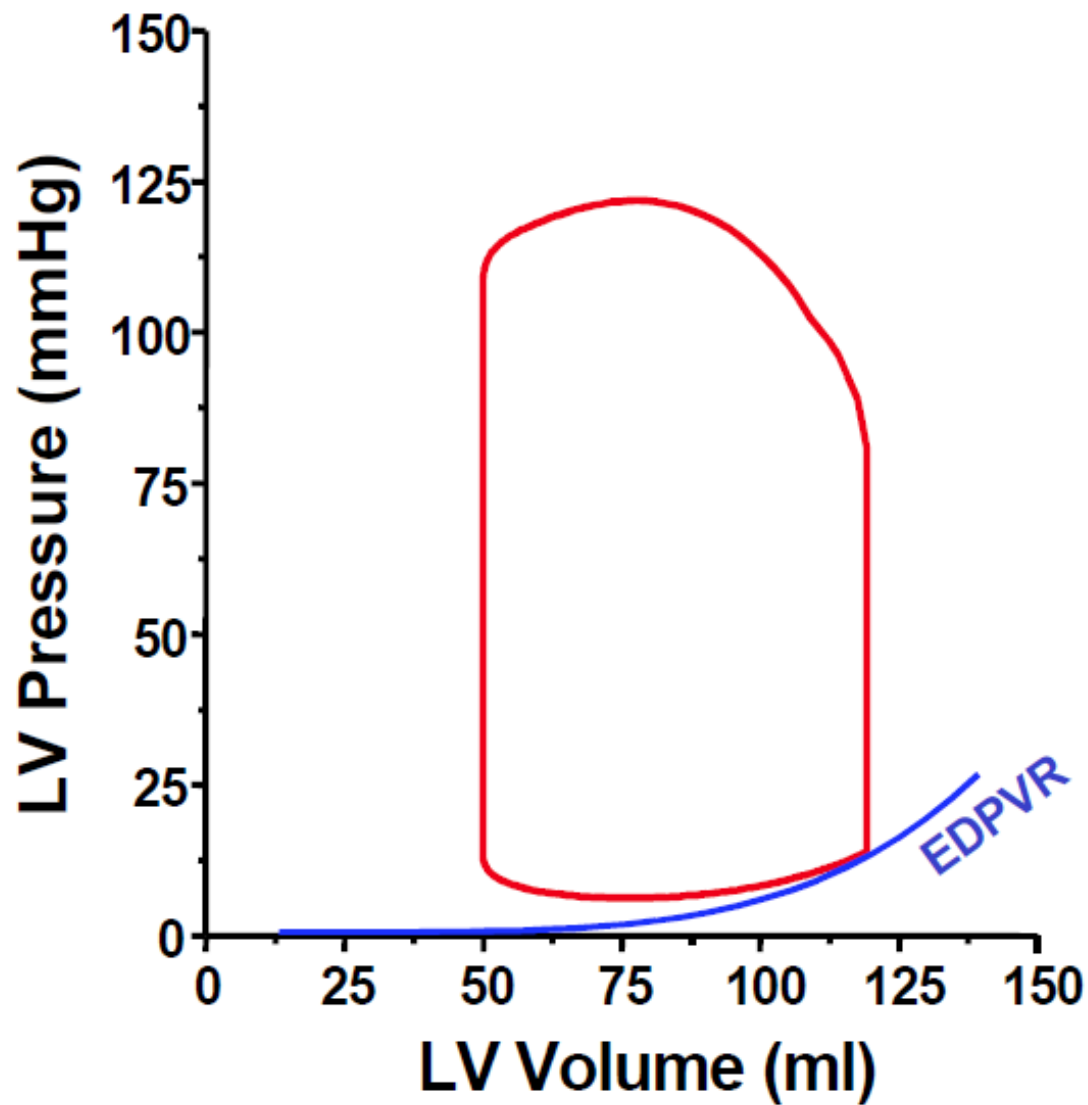




REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



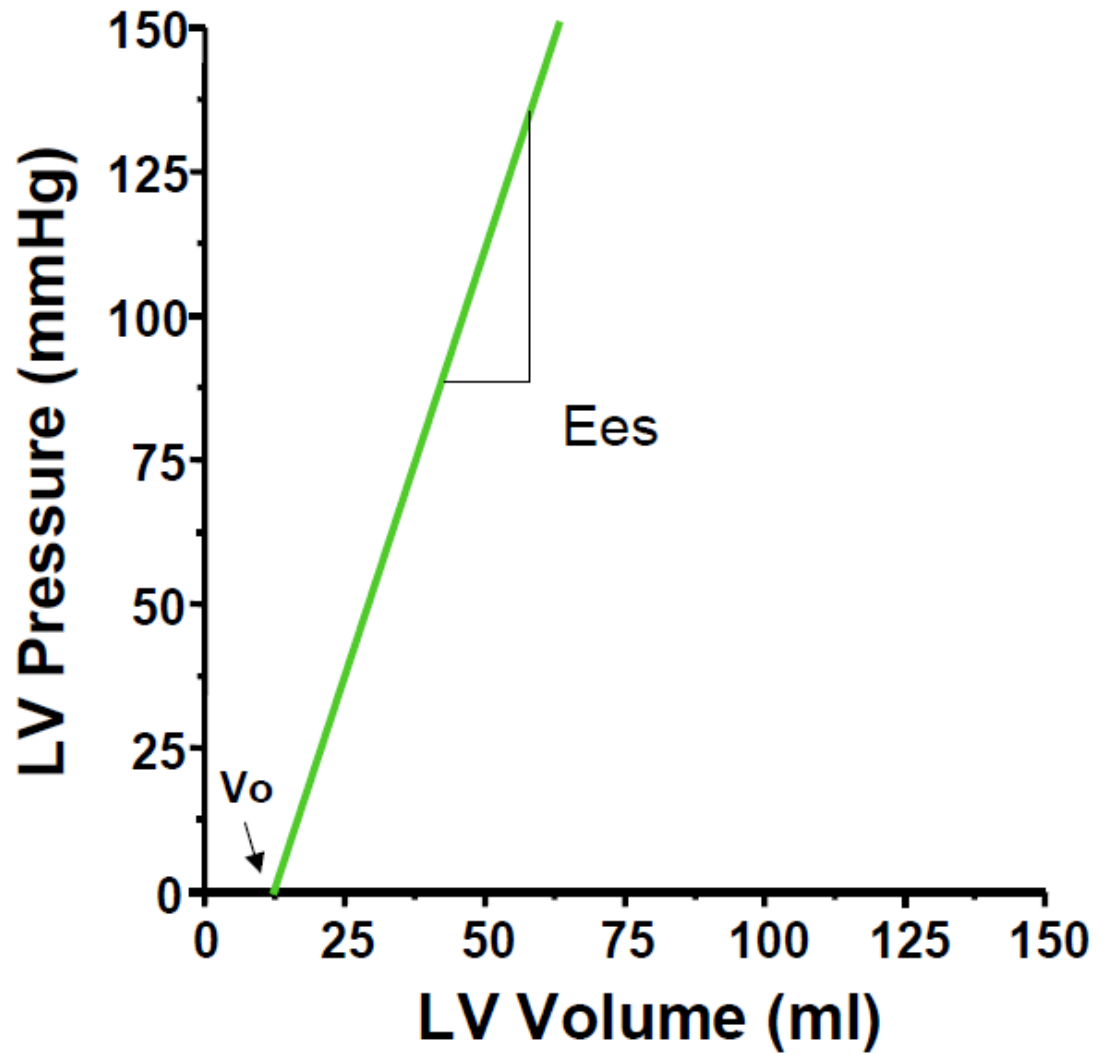
EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT

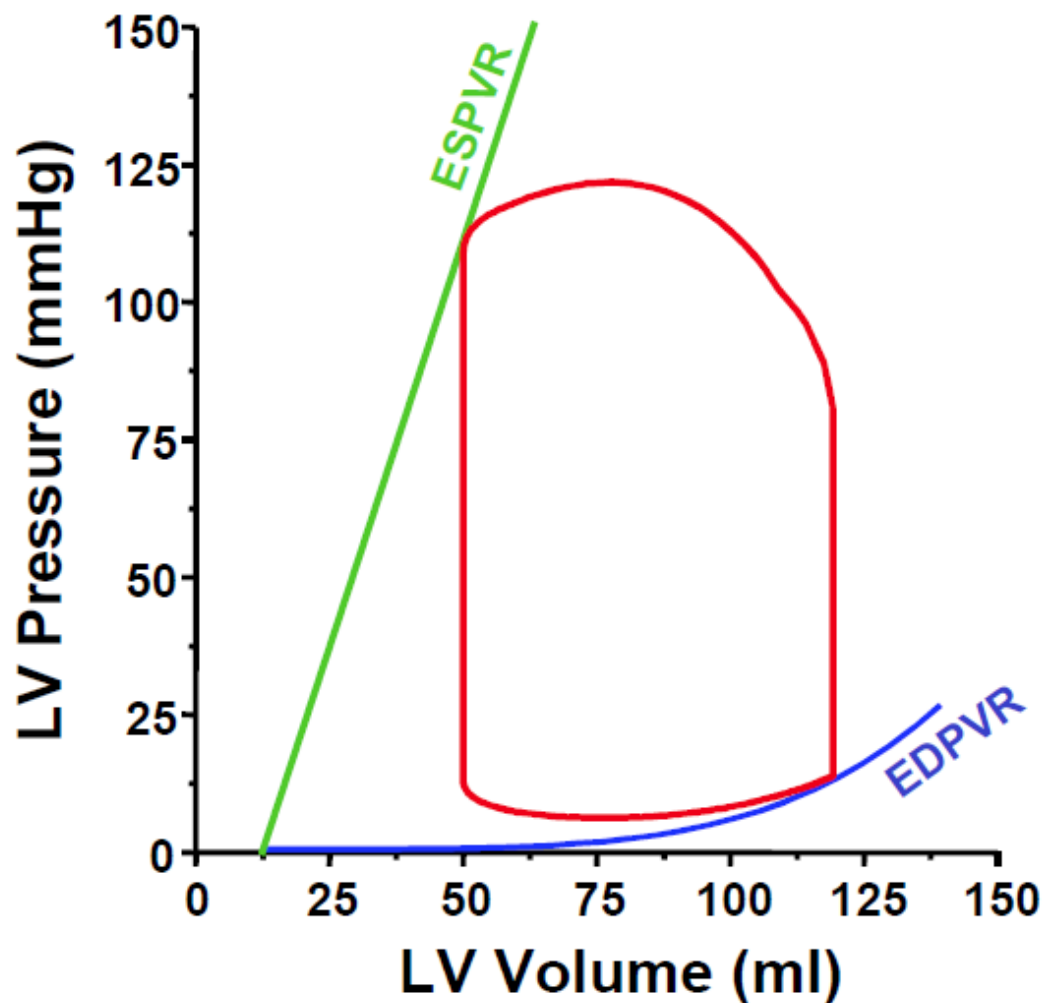


EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI SKLAD  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST





# ESPVR

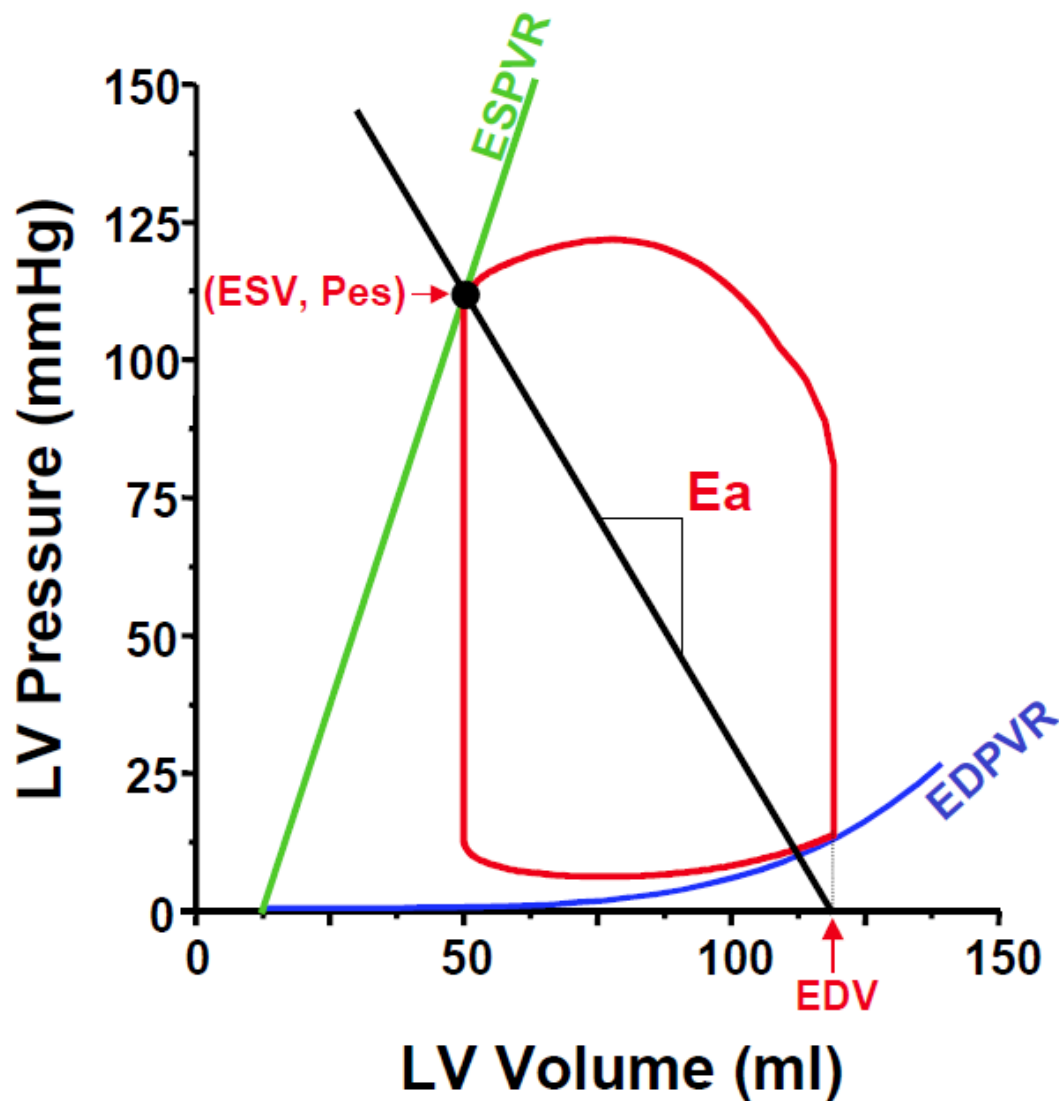


REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT

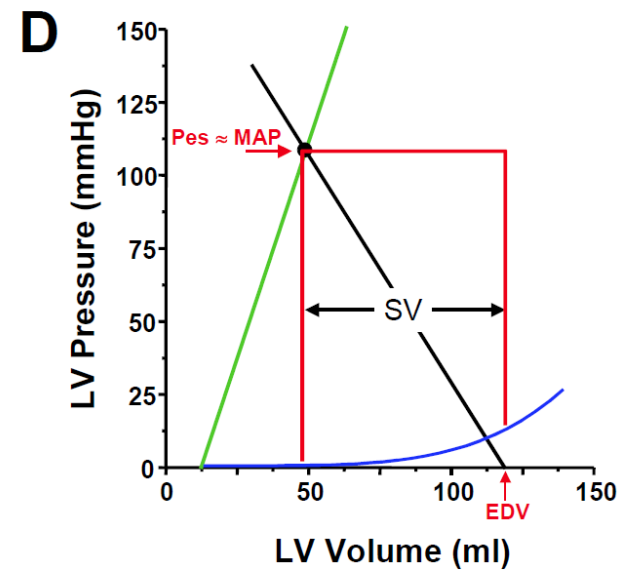
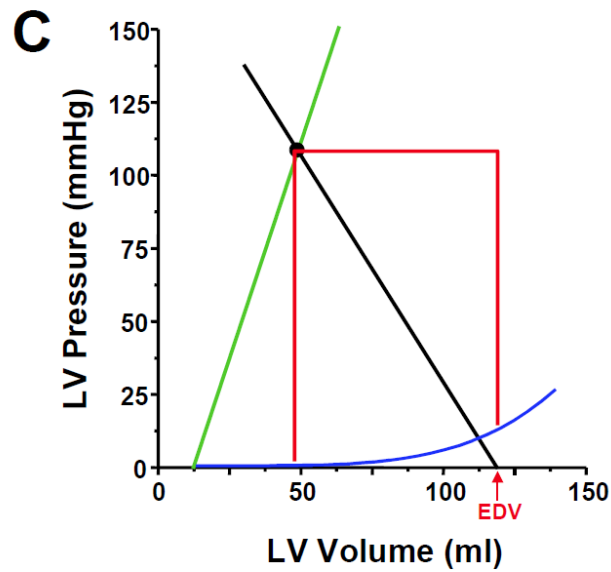
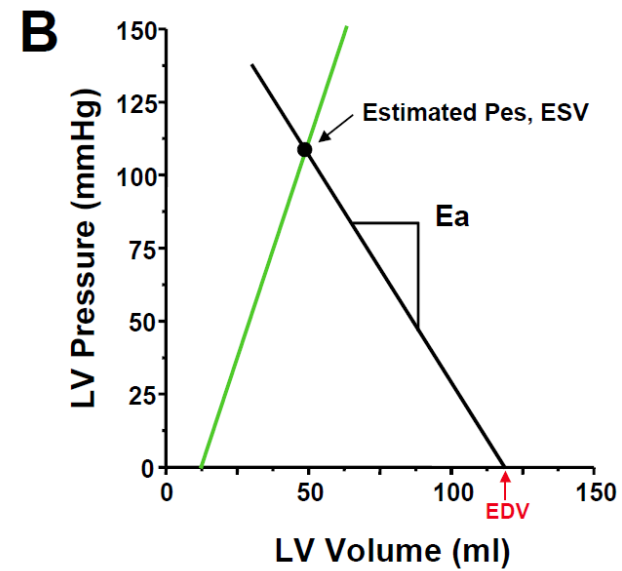
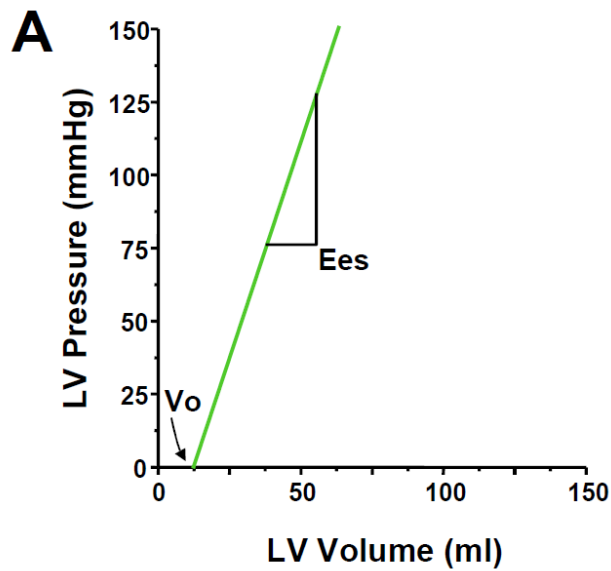


EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI SKLAD  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

# Učinek arterij – arterijska elastanca ( $E_a$ )



# Gradnja P-V diagrama srca



# Modeliranje parametrov P-V diagrama srca

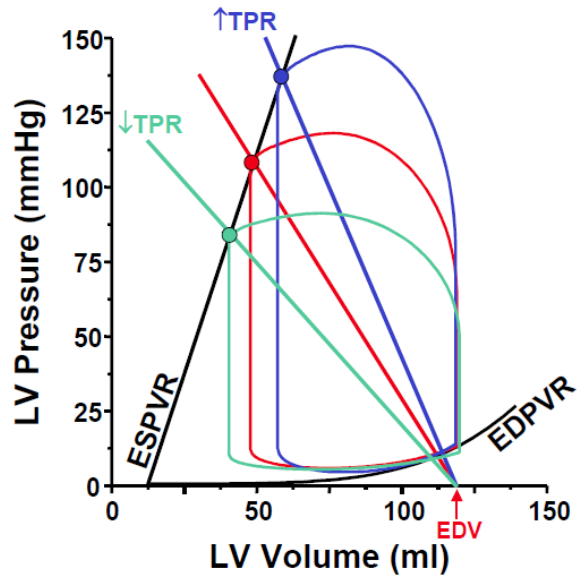


Figure 20

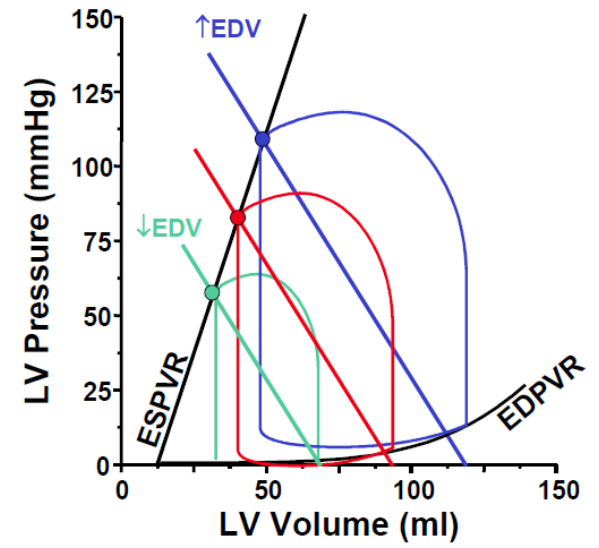


Figure 21

