

# Aplysia CardioVascular Lab



<https://aplysia.se/aplysiacardiovascularlab.htm>

Seznam použitých zkratk:

TK – tlak krve (blood pressure)

MSV – minutový srdeční výdej (cardiac output)

TF – tepová frekvence (heart rate)

CVP – centrální žílní tlak (central venous pressure)

SVR – systémová cévní rezistence (systemic vascular resistance)

## Návod

Po spuštění se ujistěte, že v záložce „**Settings**“ je nastaveno „**Advanced**“ (aby byly dostupné všechny položky v aplikaci).

Záložka „**Monitor**“ slouží k nastavení zobrazených oken. Po spuštění se zobrazuje pouze „**Clinical**“. Přidejte do zobrazení „**Pressure-Volume loops**“ a „**Electrocardiogram**“.

Vhodné nastavení velikosti zobrazovaných oken můžete provést automaticky v záložce „**Settings**“, položka „**Title Vertical**“.

Pro měření tlaku v plicnici, v záložce „**Interventions**“ vyberte položku „**Cardiac cathetrization**“, v novém okně zaškrtněte „**Right heart**“, a zasuňte katetr do plicnice (cca 47cm). V dialogovém okně „**Clinical**“ se objeví hodnoty tlaku v plicnici (žlutý sloupek). Změřte hodnoty tlaku v plicnici a po nafouknutí balónku také tlak v zaklínění.

*Pro měření tlaku v zaklínění je nutné mít katetr zasunut dostatečně distálně do větví v plicnici. Příliš proximálně umístěný balónek neucpe cévu. Naopak příliš distálně zasunutý balónek ucpe cévu i bez nafouknutí.*

V okně „**Clinical monitoring**“ dole zaškrtněte „**Left atrium**“ pro zobrazení tlaku v levé síni.

Za účelem lepšího registrování prováděných změn je vhodné zpomalit simulaci. To provedete v záložce „**Settings**“, položka „**Settings**“, kolonka „**Simulation speed**“, nastavte na 0,50.

Simulaci lze kdykoliv pozastavit stisknutím „**F4**“, a opět spustit stisknutím „**F3**“.

Před vlastním upravováním hodnot fyziologických funkcí vždy provedte načtení nového pacienta (záložka „**Patient**“ – „**Selected cases**“ – „**Adult 40 years**“) – vynulujete tím všechny Vámi provedené předchozí změny.

Pokud není uvedeno jinak, všechna ostatní nastavení se provádějí v záložce „**Physiology**“. Sledujte efekty uvedených intervencí na hodnoty fyziologických parametrů (TK, MSV aj.)

*Změny fyziologických parametrů provádějte postupně. Příliš velké změny občas vedou k pádu aplikace, je pak třeba restart a opětovné výchozí nastavení.*

**Bradykardie:** Snižte TF („**Heart rate**“) na 40/min.

**Tachykardie:** Zvyšte TF na 180/min.

*V programu nelze zvýšit TF na hodnoty > 180/min.*

Při vysoké TF nedochází k plnění komory. Nasimulujte diastolické srdeční selhání při tachykardii vytvořením tamponády (záložka „**Pericardial and septal settings**“, kolonka „**Pericardial fluid**“) – zvyšujte po 50 ml krocích na cca 325 ml.

Sledujte vliv na MSV a TK.

**Hypovolemický šok:** Snižte hodnotu „**Blood volume**“ na cca 5l.

Sledujte vliv na MSV, TK a CVP. CVP je citlivý ukazatel detekující i časné, kompenzované fáze šoku.

-Postupně snižujte hodnotu „**Blood volume**“ až na cca 3,5l a současně s tím zvyšujte tepovou frekvenci.

*Při velkém poklesu TK má aplikace občas tendenci spadnout. Je pak třeba restart a opětovné výchozí nastavení.*

**Distribuční šok:** Snižujte hodnotu systémové cévní rezistence (kolonka „**SVR**“).

Sledujte vliv na MSV, TK a CVP.

**Srdeční selhání – kontraktilita:** Snižte kontraktilitu levé komory (kolonka „**Contractility**“).

Sledujte vliv na MSV, TK.

Všimněte si změn na PV diagramu (křivka podpůrných maxim) a hodnot tlaku v levé síni.

Na EKG je pokles voltáže.

- otevřete kolonku „**Shunt settings**“ a zaškrtněte položku „**Pulmonary oedema**“

Popište vliv na SaO<sub>2</sub>.

- v záložce „**Interventions**“ znovu otevřete položku „**Cardiac cathetrization**“.  
Změřte hodnoty tlaku v plicnici a tlaku v zaklínění. Porovnejte s fyziologickými hodnotami.

- v záložce „**Interventions**“ klikněte na „**Intra aortic baloon pump**“, zaškrtněte „**Insert baloon**“ a klikněte na „**OFF**“ (přepne se na „ON“).

Všimněte si změn na křivce TK a popište je. Všimněte si MSV.

*Intervence je třeba manuálně vypnout. Nestačí pouze načíst nového pacienta – intervence by zůstala zapnutá.*

**Pravostranné srdeční selhání – kontraktilita:** Snižte kontraktilitu pravé komory (kolonka „**Contractility**“).

Sledujte vliv na MSV, TK.

Všimněte si vlivu na CVP.

Všimněte si změn na PV diagramu (PV diagram pravé komory je žlutě) a hodnot tlaku v levé síni.

**Srdeční selhání – poddajnost:** Snižte poddajnost levé komory (zvýšení parametru „**Stiffness**“).

Sledujte vliv na MSV, TK.

Všimněte si změn na PV diagramu (křivka poddajnosti) a hodnot tlaku v levé síni.

**Srdeční selhání – afterload:** Zvyšte hodnotu systémové cévní rezistence (kolonka „**SVR**“).

Sledujte vliv na MSV, TK.

Všimněte si změn na PV diagramu (posun po křivce podpůrných maxim) a hodnot tlaku v levé síni.

**Srdeční selhání – preload:** V nastavení „**Valve settings**“ nastavte hodnotu „closed“ u aortální chlopně na „1“.

Sledujte vliv na MSV, TK.

Všimněte si změn na PV diagramu (zvýšení preloadu) a hodnot tlaku a objemu v levé síni.

**Chlopenní vady:** V nastavení „**Valve settings**“ postupně vytvořte stenózu a insuficienci každé z chlopní (aortální, mitrální, trikuspidální, pulmonální).

*Program nerozlišuje rozdílné velikosti jednotlivých chlopní.*

*Vhodné nastavení pro stenózu je z 5 → 1, pro insuficienci je z 0 → 1.*

**VSV – defekt septa komor:** V nastavení „**Shunt settings**“ nastavte „Ventricular septal defect“ na 0,5.

Sledujte změny v PV diagramu, TK a MSV

Všimněte si poměru Qp/Qs v kartě „**Shunt physiology**“

-rozvoj plicní hypertenze: Zvyšte kolonku „**SVR**“ na 0,5.

Sledujte změny v PV diagramu, TK a MSV.

Všimněte si poměru Qp/Qs v kartě „**Shunt physiology**“. Uvědomte si, jaké bude mít pacient klinické příznaky a nálezy ve fyzikálním vyšetření (poslech) a co to znamená prognosticky.

**VSV – defekt septa síní:** V nastavení „**Shunt settings**“ nastavte „Atrial septal defect“ na 0,5.

Sledujte změny v PV diagramu, TK a MSV

Všimněte si poměru Qp/Qs v kartě „**Shunt physiology**“

Srovnejte uvedené nálezy s předchozím defektem septa komor.

**VSV – transpozice:** Při defektu septa síní (stejně jako v předchozím případě) zaškrtněte kolonku „**transposition**“.

Sledujte vliv na SaO<sub>2</sub> (v kartě „clinical“).

- postupně uzavírejte defekt septa síní a sledujte vliv na SaO<sub>2</sub>

**Plicní hypertenze:** Zvyšte hodnotu „**PVR**“ na 0,5

Sledujte změny TK, MSV, CVP a PV diagramu.

- v záložce „**Interventions**“ znovu otevřete položku „**Cardiac cathetrization**“.  
Změřte hodnoty tlaku v plicnici a tlaku v zaklínění. Porovnejte s fyziologickými hodnotami a hodnotami při levostranném srdečním selhání.

- inhalační NO: V záložce „**Pharmacology**“ vyberte „**Nitric oxide**“ (*jedná se o inhalační podání*) a nastavte jej na maximum (40).

*Vyčkejte na plný nástup efektu (aplikace počítá s reálnými poločasy).*

Všimněte si změn po podání NO.

**Systémová hypertenze:** Zvyšte hodnotu „**SVR**“ na 2.

**Pružníková hypertenze:** Zvyšte hodnotu „**Arterial stiffness**“ na 1,5.

Sledujte změny TK.

*Koronární průtok lze nastavit v záložce autoregulation. Program však nereaguje dobře na ischemické změny (zejm. EKG – inverze T a kmity Q jsou na EKG i za normálních podmínek a nemění se s klesajícím koronárním průtokem). Nelze simulovat okluze jednotlivých větví koronárek.*

**EKG – hypertrofie levé komory:** Zvyšte kontraktilitu levé komory kolonka „**Contractility**“) na hodnotu „5“.

Popište nálezy na EKG (voltáž).

**EKG – hypertrofie pravé komory:** Zvyšte kontraktilitu pravé komory kolonka „**Contractility**“) na hodnotu „2“.

Popište nálezy na EKG (svod V1, srdeční osa).

**EKG – hypertrofie pravé síně:** V kolonce „**Cardiac settings**“ zvyšte right atrium **contractility** na hodnotu „0,5“.

Popište nálezy na EKG.

*Program neimituje správně tvar p-pulmonale ve svodu V1.*

*Program neimituje správně tvar p-mitrale (zobrazuje nárůst amplitudy, nikoliv trvání = stejně jako p-pulmonale).*

**EKG – fibrilace síní:** V kolonce „**Cardiac settings**“ nastavte rytmus na „**Atrial fibrillation**“.

Popište nálezy na EKG (akce).

Popište hemodynamický účinek této arytmie (MSV, TK).

- vliv frekvence: Nastavte rytmus na „**Sinus rhythm 120/min**“, vyčkejte na stabilizaci hodnot a poté změňte na „**Atrial fibrillation 120/min**“.

Popište hemodynamický účinek této arytmie (MSV, TK). Srovnajte s nálezem při frekvenci 60/min.

**EKG – komorový rytmus:** V kolonce „**Cardiac settings**“ nastavte rytmus na „**Ventricular rhythm**“ a snižte frekvenci na 40/min.

Popište nálezy na EKG (QRS).

Popište hemodynamický účinek této arytmie (MSV, TK).

**EKG – komorová tachykardie:** V kolonce „**Cardiac settings**“ nastavte rytmus na „**Ventricular tachycardia 120/min**“.

Popište nálezy na EKG.

Popište hemodynamický účinek této arytmie (MSV, TK).

Zvyšte frekvenci na „**Ventricular tachycardia 160/min**“ a srovnajte s předchozím stavem.

**EKG – komorová fibrilace:** V kolonce „**Cardiac settings**“ nastavte rytmus na „**Ventricular fibrillation**“.

Popište nálezy na EKG.

Popište hemodynamický účinek této arytmie (MSV, TK).

*Na zástavu oběhu nereagují hodnoty SaO<sub>2</sub>.*

V záložce „**Interventions**“ vyberte „**Cardio pulmonary resuscitation**“.

Zaškrtněte „**Chest compressions**“. Můžete zvýšit „**High pressure**“ na „30“.

Nastavte „**DC conversion**“ energii na „360 J“. Nabijte kondenzátory defibrilátoru stisknutím „**Load**“.

*Nevíme zda je defibrilátor monofázický (360 J) či bifázický (150-200 J).*

Před vlastní defibrilací vypněte „Chest compressions“. Aplikujte výboj stisknutím „Shock“.

*Ne každá defibrilace je úspěšná. Při úspěšné defibrilaci program sám automaticky přepne rytmus. Správný postup je jeden defibrilační výboj každé 2 minuty.*

**EKG – kardioverze:** V kolonce „**Cardiac settings**“ nastavte rytmus na „**Ventricular tachycardia 160/min**“.

V záložce „**Interventions**“ vyberte „**Cardio pulmonary resuscitation**“.

Nastavte „DC conversion“ energii na „100 J“. Nabijte kondenzátory defibrilátoru stisknutím „Load“ a zaškrtněte „Synchronized“.

Aplikujte výboj stisknutím „Shock“.

Pokud výboj nebyl úspěšný, zvyšte energii na „200 J“ a postup opakujte.

*Ne každá kardioverze je úspěšná. Je i možné, že kardioverze spustí fibrilaci komor.*

*Program neumí správně přepnout rytmus po kardioverzi. Ačkoliv rytmus indikuje „sinus rhythm“, komplexy zůstávají komorové a MSV výrazně nestoupá. Toto je chyba programu.*

**EKG – asystolie:** V kolonce „**Cardiac settings**“ nastavte rytmus na „**Asystolic cardiac arrest**“.

Popište EKG a hemodynamický efekt.

### **Farmakologie:**

*Pro farmakologická cvičení doporučujeme vyšší rychlost simulace. Aplikace počítá s reálnými poločasy.*

*Dávkování a indikace jsou uvedeny pouze orientačně jako příklady.*



Epinephrin (=adrenalin):  $\alpha$  i  $\beta$  agonista, obvykle podáván i.m. (anafylaxe)

0,3-0,5 mg i.m, lze opakovat,  $T_{1/2} = 2-3$  min.

Při CPR lze podávat i.v. (1mg á 3-5 min).

- Znovu vytvořte pacienta s levostranným srdečním selháním snížením kontraktility levé komory.

*Pro účely naší simulace podáme 2,5 ml (=0,1mg) i.v. Sledujte vliv na fyziologické parametry. Je toto vhodná léčba srdečního selhání?*

Nitroglycerin: Donor NO (vazodilatace)

0,3-0,6 mg s.l. (angina pectoris),  $T_{1/2} = 2-3$  min.

*Podajte 0,5 ml (= 0,5 mg) bolus i.v. Sledujte hemodynamický efekt.*

*Nitroglycerin lze použít k léčbě akutní hypertenzní krize, častěji se však používají jiné léky.*

Esmolol: rychle působící  $\beta$  blokátor

1mg/kg pomalu i.v., poté 0,15-0,3 mg/kg/min infuze

- Znovu vytvořte pacienta se sinusovou tachykardií 140/min.

*Aplikujte 7ml (=70mg) esmololu i.v.. Sledujte hemodynamický efekt.*

Ostatní:

*Dobutamin:*  $\beta_1$  agonista, 5-40  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  v infuzi

*Dopamin:* D-receptory, ve vyšších dávkách i adrenergní receptory

1-50  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$  v infuzi

*Ephedrin:* Stimulace uvolnění katecholaminů v CNS

25-50 mg s.c., 5-25 mg pomalu i.v.

*Isoprenalin:*  $\beta$  (1 i 2) agonista (minimální efekt na  $\alpha$ )

20-60 µg bolus, 5 µg/min infuze

*Landiolol*: β1 blokátor, rychle působící (T<sub>1/2</sub> = 3-4 min).

0,1 mg/kg; 5-80 µg/kg/min infuze

*Levosimendan*: kalciový senzitizer, pozitivně inotropní

6-12 µg/kg, 0,05-0,2 µg/kg/min

*Metoprolol*: β1 selektivní blokátor

50-400mg p.o.; akutně 5-15 mg i.v., T<sub>1/2</sub> = 3-4 hod.

*Milrinon*: inhibitor fosfodiesterázy 3 (↑cAMP), +inotropní

50 µg/kg i.v. během 15 min, 0,25-1 µg/kg/min

*Neosynephrin (phenylephrine)*: α1 agonista, vazokonstrikce, dekongesce

50-250 µg bolus, 0,5-6 µg/kg/min

*Norepinephrin (noradrenalin)*: α1 (α2) a β1 agonista (β1>>β2)

8-12 / 2-4 µg/min (počáteční / udržovací infuze)

*Nitroprusid*: Donor NO

0,3 µg/kg/min

*Vazopresin*: V receptory (nez. na katecholaminech), vazodilatační šok

0,01 – 0,07 IU/min (pomalá titrace, může omezit perfuzi).