

## Spirometrie

### Provedení v systému PowerLab:

Spustíte program SPIROMETRIE dvojklikem na stejnojmennou ikonu na ploše.

Spirometrický snímač nechte položený na stole, v 1. kanálu *Flow* (průtok) v rozbalovacím seznamu zvolte *Spirometry Pod* a stiskněte tlačítko *Zero* (nulování), potvrďte stiskem *Ok*.

Vyšetřovaná osoba sedí na židli tak, aby nemohla sledovat záznam na monitoru a vloží si spirometrický snímač s nasazeným filtrem a sterilním náustkem do úst (snímač drží v horizontální rovině, bílé hadičky by měly směřovat vzhůru). Na nos nasadíte svorku.

Klikněte na tlačítko *Start*. 1. kanál zobrazuje rychlost proudění vzduchu snímačem, tedy průtok v ml/s, 2. kanál integrál průtoku, tedy objem v litrech. Pokud se výdech zobrazuje směrem nahoru a nádech dolů, v 1. kanálu *Flow* (průtok) v rozbalovacím seznamu zvolte *Spirometry Pod* a zatrhněte položku *Invert* (převrátit), potvrďte *Ok*.

Zaznamenejte následující situace: **Klidové dýchání** v délce cca 1 min a 20 s; **4 klidové dechové cykly, 1 maximální nádech, 4 klidové dechové cykly a poté maximální výdech; 4 klidové dechové cykly, poté maximální nádech následovaný maximálním výdechem** (vydechnout vše a s maximální rychlostí!) a 4 klidovými dechovými cykly; **hyperventilace** po dobu cca 30 s; **apnoická pauza v inspiriu; apnoická pauza v expiriu**.

Uložte záznam do složky Dokumenty pod názvem „spirometrieXY“, kde XY odpovídá iniciálám vyšetřované osoby, typ souboru Data Chart File (\*.adicht).

Ve 2. kanálu *Volume* (objem) změřte a vypočítejte parametry v níže uvedené tabulce. Měřené hodnoty se zobrazují v miniokně *Volume* (objem), časový rozdíl v miniokně *Rate/Time*.

Dechový parametr	Zkratka	Výsledky měření	Jednotka
• <b><i>Klidové dýchání</i></b>			
Frekvence	$f$		(počet dechů/min)
Dechový objem	$V_T$		litr (l)
Minutová Ventilace	$\dot{V}_E = V_T \times f$		l/min
• <b><i>IRV, ERV, VC</i></b>			
Inspirační rezervní objem	IRV		l
Inspirační kapacita	IC= $V_T + IRV$		l
Expirační rezervní objem	ERV		l
Expirační kapacita	EC= $V_T + ERV$		l
Vitální kapacita (změřená)	VC		l
Vitální kapacita (vypočítaná)	$VC = IRV + ERV + V_T$		l
• <b><i>FVC, FEV<sub>1</sub></i></b>			
Usilovná vitální kapacita	FVC		l
Jednosekundová kapacita	FEV <sub>1</sub>		l
	$FEV_1/FVC \times 100$		%
• <b><i>Hyperventilace</i></b>			
Frekvence	$f$		(počet dechů/min)
Dechový objem	$V_T$		l
Maximální Minutová Ventilace (MMV)	$\dot{V}_{E\max} = V_T \times f$		l/min
• <b><i>Apnoická pauza v inspiriu</i></b>			s
• <b><i>Apnoická pauza v expiriu</i></b>			s

**Překreslete a popište záznamy:**

➤ **klidové dýchání a vitální kapacita**

➤ **jednosekundová vitální kapacita (rozepsaný výdech vitální kapacity)**

zaznamenejte si změny křivky i při obstrukčním a restrikčním plicním onemocnění

**Závěr:**

.....  
.....  
.....

## Elektrický model aortálního pružníku

Průběh řady fyziologických funkcí i jejich regulaci lze dnes modelovat. Využíváme různých analogií pro sestavení například mechanických či elektrických obvodů. V dnešní době jednoznačně převažují modely počítačové.

V našem programu, který je instalován na osobním počítači, je simulace funkce aorty založena na jednoduchém pružníkovém modelu, jehož prapůvodem je analogie elektrického obvodu. Ten vychází z Ohmova zákona. Zjednodušeně řečeno - krevní tlak v aortě (P) je přímo úměrný objemu krve (V), který je ve fázi systoly vyvržen do aorty. Tomuto ději odpovídá rovnice  $P = (V - V_0) / C$ , kde  $V_0$  je objem aorty při nulovém tlaku a  $C$  = poddajnost - pružnost (compliance), vyjádřená v ml/mmHg. Rovnice pro změnu tlaku (dP) a změnu objemu (dV) je  $dP = dV / C$ .

Výhoda předkládaného počítačového modelu spočívá v možnosti měnit pouze jednu fyziologickou veličinu (tepový objem, periferní odpor, pružnost aorty). Změnou pouze jedné veličiny vystoupí do popředí v „čisté podobě“ změny krevního tlaku – a to jak systolického, diastolického, pulsového i středního. Tato modelace ale nemá kvalitu biologického pokusu – například na zvířeti, protože výše popsaný model nepracuje se zpětnými vazbami.

Hlavní záznam na obrazovce monitoru zobrazuje průběh aortálního tlaku v mmHg s časovou osou v sekundách, dolní křivka zobrazuje rychlost krevního toku v metrech za sekundu v oblasti ústí semilunární aortální chlopně.

### Provedení:

1. Vzhledem k nové instalaci programu bude postup vysvětlen přímo v praktických cvičeních
2. Na obrazovku monitoru lze simulovat postupně 4 odlišné situace. Doporučujeme následující pořadí: výchozí klidové hodnoty, změna ve smyslu mínus, opět výchozí klidové hodnoty, změna ve smyslu plus.

#### ➤ Změny systolického výdeje

Zkontrolujeme, případně zadáme, vstupní veličiny, které modelově odpovídají klidovým fyziologickým hodnotám:

SV - systolický výdej = tepový objem	=	70 ml,
HR - tepová frekvence	=	75/min
R - periferní odpor	=	1 mmHg.s/ml
C - pružnost (compliance)	=	1,2 ml/mmHg.

Klikem na *Graph* se objeví tlaková křivka fyziologických hodnot.

Snížíme hodnoty SV (45 nebo 60 ml), počkáme na provedení simulace. Všimáme si změn.

Kliknutím na *Reset parameters* se vrátíme k fyziologickým hodnotám.

Zvýšíme hodnoty SV na 80ml a klikem na *Graph* počkáme na simulaci.

Pozorované změny systolického a diastolického krevního tlaku, středního tlaku a tlakové amplitudy zaznamenáme do protokolu a popíšeme.

Vyčistíme obrazovku kliknutím na *clear graph* a obdobným způsobem modelujeme další veličiny:

#### ➤ Změny periferního odporu

Vstupní hodnoty: snížený periferní odpor  $R = 0,5 - 0,8$  mmHg.s/ml  
zvýšený periferní odpor  $R = 1,2 - 1,5$  mmHg.s/ml

#### ➤ Změny pružnosti cév - compliance

Vstupní hodnoty: hodnoty snížené compliance  $C = 0,5$  ml/mmHg  
hodnoty zvýšené compliance  $C = 2,0$  ml/mmHg

#### ➤ Srdeční zástava

Vstupní hodnoty:  $SV = 0$

**Protokol:** překreslete schematicky namodelované záznamy, popište slovně změny

Změna systolického objemu

Změna periferního odporu

Změna pružnosti cév (compliance)

Zástava srdeční

*Zájmová úloha:*

Namodelujte a do závěru popište změny TK v průběhu pobytu v sauně:

1. Pobyt v sauně (teplo snižuje periferní odpor).
2. Zchlazení ve studené vodě (chlád zvyšuje periferní odpor).
3. Namodelujte průběh TK v průběhu pobytu v sauně u dítěte, popište.  
(děti mají vysokou elasticitu – compliance - cév)
4. Namodelujte průběh TK v průběhu pobytu v sauně u osob se sníženou elasticitou cév, popište.

**Závěr:**.....  
.....  
.....  
.....

## PROUDĚNÍ KRVE V ŽILÁCH

**Cíl cvičení:** Získat přehled o možnostech vyšetřování žilního systému. **Potřeby:** Tonometr, fonendoskop.

### Postup práce:

1. K pozorování vyberte posluchače, jemuž se zřetelně rysují žilní pleteně pod kůží předloktí a hřbetu ruky. Nejprve zůstane chvíli stát se svěšenými horními končetinami. Vidíte, jak se povrchně uložené žíly postupně plní městnající se krví.
2. Uchopte jedno jeho předloktí a pomalu je ohýbejte k lokti. Všimněte si postupného vyprazdňování žil při pohybu ruky směrem k srdeční bázi (přibližně v rovině 2. a 3. žeberní chrupavky).
3. U této vyšetřované osoby změřte tlak krve (viz cvičení VIII), manžetu tonometru ponechejte na paži a nafoukněte ji na tlak asi o 3 kPa (20 mmHg) nižší než byl tlak systolický, takže krev sice do předloktí může přitékat, avšak nemůže stlačenými žilami odtékat. Pozorujte, jak se opět žíly plní městnající se krví a zřetelně vyvstávají pod kůží.
4. Vyberte si větší žílu, kterou můžete na předloktí v co nejdelším úseku sledovat a stlačte ji jedním prstem blízko jejího výstupu pod kůží u zápěstí. Prst druhé ruky položte na žílu těsně k prvnímu prstu a vytlačte jím krev směrem k srdci. Prst, jímž jste krev vytlačili, nechejte na žíle přiložený a pozorujte, že původně naplněná žíla se jeví jako mělká rýha. Pak povolte prst u zápěstí a sledujte, jak se žíla postupně od periferie plní krví.
5. Proveďte znovu tentýž pokus s vytlačení krve z žíly, ponechejte přitlačený prst u zápěstí a uvolněte stlačení blíže k srdci. Městnající krev se rovněž hrne do vyprázdněné žíly, avšak pouze k nejbližší chlopni. Chlopeň se projeví jako uzlíček na žíle, proximální část žíly je přeplněna krví, kdežto distální úsek zůstane prázdný.

### Funkční zkoušky při onemocnění žil:

Trendelenburgova zkouška slouží k diagnóze insuficience chlopni vena saphena: na zvednuté dolní končetině vytlačíme krev z varixů, v. saphena pod tříselem komprimujeme. Nemocný se postaví na nohy – pokud dojde k rychlému naplnění varixů (méně než 20 s): insuficience vv. perforantes = test je pozitivní. Když po třiceti sekundách povolíme kompresi v. saphena – dojde k plnění žil distálním směrem: insuficience chlopni povrchových žil = test je dvojnásobně pozitivní.

Perthesova zkouška slouží k určení průchodnosti spojek mezi povrchovým a hlubokým žilním systémem: Přiložíme gumovou hadici nebo obinadlo pod třísele a pod koleno, 2 minuty chodíme. U zdravého jedince se safény vyprázdňují a bolest se neobjeví, při uzávěru hlubokého žilního systému se objeví bolest a zvýrazní se varixy.

### Testy na hlubokou žilní trombózu:

Plantární znamení: tlaková bolestivost plosky nohy

Homansovo znamení: bolest v lýtku při flexi nohy (střídavě prováděná dorzální a plantární flexe v hlezenním kloubu při flexi v kloubu kolenním)

Rozdíl v objemu dolní končetiny větší než 2 cm v těchto místech např.: kolem kotníku, ve výši kolena, 10–15 cm nad a pod patelou

### **Protokol:**

Nakreslete schéma žíly a chlopni. Nakreslete průběh žil na volární straně předloktí a vyznačte umístění chlopni dle vlastního pokusu.

### **Závěr:**

.....