

### 3.1.10 Tlak krve

**Předpoklady:** 030109

**Pomůcky:** hadice, spojené nádoby na vizkozitu

**Př. 1:** Přilož dva prsty nebo palec pravé ruky k zápěstí, podle obrázku. Co cítíš? Kolik pulsů za minutu dělá Tvé srdce?



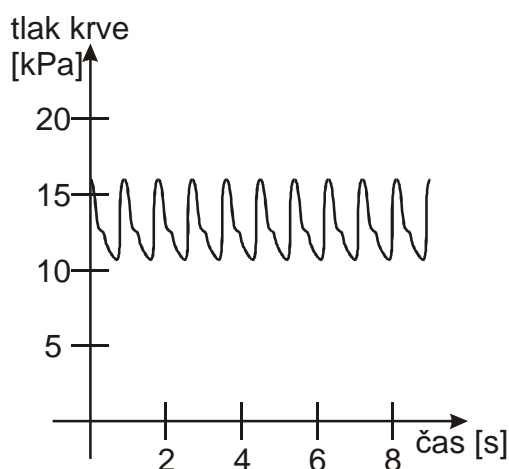
Pokud najdeme správné místo, ucítíme slabé pravidelné záškuby - tep srdce. Srdce tepe každému jinak, v klidu jsou běžné hodnoty okolo 65 tepů za minutu.

Jedním z nejdůležitějších a nejznámějších orgánů našeho těla je srdce - dvojitá pumpa na krev. Pravá komora vhání odkysličenou krev do plic, levá pak pumpuje okysličenou krev z plic do těla. V obou případech srdce nasaje krev do komory a prudkým stahem ji tlačí do krevního oběhu. V těle tak vzniká tlak krve.

Tlakem krve budeme rozumět, o kolik je tlak krve větší než atmosférický tlak.

**Pedagogická poznámka:** Grafy v zadání na tabuli nepromítám, žáci je dostávají na papírku.

**Př. 2:** Na levém grafu je zachyceno kolísání tlaku krve během několika srdečních stahů. Jaký je maximální tlak krve? Jaký je minimální tlak krve? Kolik tepů za minutu měl tento člověk?



Maximální tlak přibližně 16 kPa.

Minimální tlak přibližně 11 kPa.

Za osm sekund proběhlo 9 tepů.

8 s ... 9 tepů  
60 s .... x tepů

$$\frac{x}{60} = \frac{9}{8} \Rightarrow x = \frac{9}{8} \cdot 60 = 67,5 \doteq 68 \text{ tepů za minutu}$$

**Př. 3:** Co se stane s tlakem krve v hlavě, když uděláš stojku? Spočti, o kolik Pa se změní, pokud je hustota krve přibližně  $1060 \text{ kg/m}^3$ .

Tlak krve v hlavě se zvětší (cítíme, jak se nám „žene krev do hlavy“), protože nad hlavou je najednou sloupec krve, který působí hydrostatickým tlakem.

Při výšce člověka 1,8 m, působí na hlavu hydrostatickým tlakem sloupec krve o výšce 1,7 m (průměrně).

$$p = h\rho g = 1,7 \cdot 1060 \cdot 10 \text{ Pa} = 18\,000 \text{ Pa}$$

Tlak v hlavě se zvětší o 18 000 Pa (tedy více než na dvojnásobek).

Tlak krve během tepu kolísá mezi maximálním (systolickým) tlakem a minimálním (diastolickým) tlakem, obě hodnoty se oddělují lomítkem:

tlak krve v příkladu: 16 kPa/11 kPa,

- optimální tlak: 16,2 kPa/10,8 kPa,
- horní hranice normálního tlaku: 18,9 kPa/12,1 kPa,
- dolní hranice normálního tlaku: 14,9 kPa/8,8 kPa.

**Př. 4:** V klidu čerpá lidské srdce asi 5 l krve za minutu. Jaký objem krve přečerpá na jeden záběr srdce? Proč se mění tepová frekvence při námaze? Jak se změní, pokud srdce přečerpá při námaze i 30 l krve za minutu? Mění se při námaze i objem krve přečerpané na jeden záběr?

5 litrů ... 1 minuta ... 68 tepů

1 tep:  $\frac{5}{68} \doteq 0,074$  litru na jeden záběr.

Při námaze potřebuje tělo více kyslíku  $\Rightarrow$  musí se zvýšit množství přečerpávané krve.

Při námaze: 30 litrů  $\Rightarrow \frac{30}{0,074} = 405$  tepů

Podle zdrojů na internetu se tepová frekvence zvětší na maximálně 220 - 250 tepů  $\Rightarrow$  při námaze se musí zvětšit i množství krve přečerpávané na jeden záběr.

Postup při měření tlaku krve: Omotáme paži límce a nafoukneme ho vzduchem. Při vypouštění vzduchu z límce je třeba naslouchátkem pozorně poslouchat zvuk, který vydává krev proudící tepnou. Když tlak v límci poklesne pod maximální tlak krve, začnou být zřetelně slyšet srdeční tepy. Při dalším vypouštění vzduchu začne při určitém tlaku už krev

proudit téměř neslyšně. To je signál, že jsme našli dolní hranici tlaku krve.



<http://www.kyjov.charita.cz/sluzby/charitni-osetrovatelska-sluzba-kyjov/>

**Př. 5:** Proč se tlak krve měří na levé paži, ve stejné výšce v jaké je srdce? Jaký tlak bychom naměřili, kdybychom měřič tlaku umístili na nohu?

Levá paže je blíže k srdci. Kdybychom měřili v jiné výšce naměřený tlak by změnil kvůli hydrostatickému tlaku krve (jako když uděláme stojku).

Na nohou bychom naměřili větší tlak než na ruce.

**Př. 6:** Tlak krve se z historických důvodů udává v mm rtuťového sloupce pomocí dvou hodnot: maximálního (systolického) tlaku a minimálního (diastolického) tlaku. Rozhodni, zda dospělý muž s tlakem 150/100 (150 na 100) je zdravý nebo má nízký či vysoký tlak.

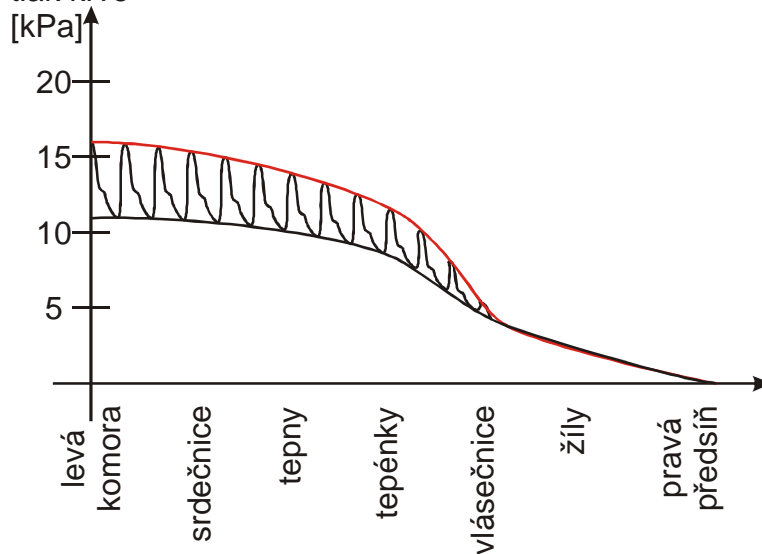
Rtuť je jediný tekutý kov s velkou hustotou  $\Rightarrow$  již malá vrstva rtuti vytváří velký hydrostatický tlak. Tlak v mm rtuťového sloupce je hydrostatický tlak určité vrstvy rtuti.

Maximální tlak:  $p = h\rho g = 0,15 \cdot 13\,500 \cdot 10 \text{ Pa} = 202500 \text{ Pa} = 20,3 \text{ kPa}$ .

Minimální tlak:  $p = h\rho g = 0,1 \cdot 13\,500 \cdot 10 \text{ Pa} = 13\,500 \text{ Pa} = 13,5 \text{ kPa}$ .

Muž s tlakem 150/100 má vysoký tlak.

**Př. 7:** Co znázorňuje pravý graf? Proč se tlak krve chová takto?



Graf znázorňuje, jak se mění tlak krve v různé vzdálenosti od srdce (čím dál od srdce, tím je tlak krve menší).

Voda a tím spíše krev má určitou viskozitu (vnitřní tření), proto během svého pohybu postupně ztrácí energii a její tlak se snižuje.

**Př. 8:** Lidé s nízkým tlakem mohou omdlévat. Proč? V jaké situaci je největší pravděpodobnost, že se jim to stane?

Když mají nízký tlak, krev je málo tlačena do hlavy a může se stát, že mají málo okysličený mozek  $\Rightarrow$  mohou omdlít.

Největší pravděpodobnost, když sedí nebo leží a rychle vstanou (srdce nemuselo tolik pumpovat, protože hlava nebyla příliš vysoko).

**Př. 9:** U mnoha lidí středního a vyššího věku se na nohou objevují křečové žíly – výdutě na žilách způsobené tlakem krve. Proč se tvoří na nohou? Jejich výskyt je ovlivněn i zaměstnáním. U kterých povolání je pravděpodobnější výskyt křečových žil?

V nohou je tlak krve vyšší než ve zbývajících částech těla, protože k tlaku způsobeném srdcem se přičítá hydrostatický tlak krve (a sloupec krve nad nohami je vyšší než sloupec krve na zbytku těla).

Vyšší výskyt křečových žil je u lidí, kteří v povolání hodně stojí (v sedu se hydrostatický tlak na nohy snižuje).

**Př. 10:** Čím škodí zdraví vysoký krevní tlak? Je pro zdraví člověka nebezpečnější vysoký nebo nízký tlak krve?

Příliš vysoký tlak hodně namáhá stěny cév  $\Rightarrow$

- stěna cévy může prasknout a krev začne vytékat z cévy (vnitřní krvácení, velmi nebezpečné hlavně v mozku),
- stěny cév se vyboulí (křečové žíly).

Nízký tlak: krev nedostatečně rychle proudí tělem  $\Rightarrow$  málo kyslíku pro mozek  $\Rightarrow$  „motání“ hlavy, ztráta vědomí.

Více nebezpečný je vysoký tlak, protože hrozí trvalé následky.

**Př. 11:** Při úrazech kdy zraněný ztratí velké množství krve, které není možné nahradit od dárce, se zraněnému poskytuje tzv. autotransfúze. Postiženého položíme na záda a zvedneme mu nohy a ruce. Jak se tím zajistí lepší zásobování mozku a srdce krví?

Jde vlastně o stojku na hlavě. Zvednutím nohou a rukou se zvýší tlak krve v hlavě a krev ze zvednutých končetin nateče do hlavy.

**Př. 12:** Proč je z hlediska srdce účinnější odpočívat v leže než v sedě nebo ve stoje?

V sedě i v leže je hlava nad srdcem  $\Rightarrow$  srdce musí při zásobování mozku krví překonat hydrostatický tlak krve, který v leže překonávat nemusí.

**Př. 13:** Zjisti, co znamená, když je lék nebo živiny vpravován do žil pacienta pomocí infúze. Co tlačí roztok do žíly pacienta? Podívej se do grafu závislosti tlaku krve na vzdálenosti od srdce a spočti, jak musí být nádoba s léčebným roztokem umístěna. Proč se infúze nevpravují do tepen? Co by se stalo, kdyby to někdo omylem udělal?

[http://www.k6.cz/obrazky/ropimex\\_infuze\\_big.jpg](http://www.k6.cz/obrazky/ropimex_infuze_big.jpg)

Při infúzi se infúzní roztok umístí do sáčku, který je zavěšen nad ležícím pacientem, ze sáčku vede hadička, na jejímž konci je jehla zapíchnutá do žíly pacienta. Roztok tlačí do žíly hydrostatický tlak.

Tlak v žíle je 5 kPa  $\Rightarrow$  hydrostatický tlak kapaliny ve stříkačce musí být alespoň 5 kPa. Předpokládáme, že hustota infúzního roztoku je stejná jako hustota vody, určíme výšku sloupce.

$$p = h\rho g \quad / : \rho g$$

$$h = \frac{p}{\rho g} = \frac{5000}{1000 \cdot 10} \text{ m} = 0,5 \text{ m}$$

Sáček s infúzí musí být alespoň 0,5 výše než je místo vpichu do žíly.

V tepnách je větší tlak  $\Rightarrow$  infúzní kapalina by musela být umístěna výše (aby vytvořila větší tlak). Pokud by sestra vpíchl infúzi do tepny, krev by byla tlakem krve tlačena do infúzního roztoku.

**Shrnutí:** Krev tlačí v těle jako tlakem vyvolaným srdcem, tak hydrostatickým tlakem.