

Soustava oběhová

1. V lidském těle je krev poháněna srdcem a cirkuluje cévami
2. Srdce je ve skutečnosti dvojitá pumpa: pravá strana pumpuje krev do plic a levá do zbytku těla
3. Lymfatické žlázy jsou jednosměrným lymfatickým systémem, který transportuje lymfu z tkání do některých kardiovaskulárních žil
4. Ačkoli je oběhový systém velmi efektivní, podléhá různým degenerativním chorobám, jimž lze ve velké míře předejít zdravým způsobem života.

Krev a soustava oběhová

Vnitřní a vnější prostředí

Jednobuněčné organismy nepotřebují oběhovou soustavu, protože jejich vnitřní komunikuje přímo s vnějším prostředím přes buněčnou membránu a živiny jsou přenášeny v jejich vodním prostředí přímo k organelám a odpadní látky vylučovány ven. U mnohobuněčných organismů je většina buněk seskupena do tkání a tak velice vzdálena od vnějšího prostředí a je nutné je zásobovat živinami a odvádět od nich odpadní látky. Vnitřní prostředí lidského organismu je tekuté.

Tvoří je krev, tkáňový mok a míza. Z krve vzniká tkáňový mok a z něj pak míza.

Krev má mnoho důležitých funkcí: transport kyslíku z plic a CO₂ do plic, transport živin z tenkého střeva do jater a odtud do celého těla, odvod odpadních látek do ledvin a potních žláz, roznáší hormony a vitamíny, vyrovnává rozdíly v tělesné teplotě, brání organismus proti infekci a hlavně udržuje konstantní prostředí v lidském těle, to znamená homeostázi.

Tkáňový mok vyplňuje prostory mezi buňkami ve tkáních. Vzniká z krevní plasmy prolínáním stěnami krevních vlásečnic. Z něj buňky odebírají živiny a odevzdávají do něj odpadní látky.

Míza se tvoří z tkáňového moku v mizních kapilárách. Odebírá z tkáňového moku zplodiny metabolismu a tuk a přenáší tyto látky do krve.

Krev

Krev je červená neprůhledná kapalina, její množství je 8 - 9% celkové váhy těla to znamená 5 - 6 litrů. Najednou může člověk ztratit 1,5 litru krve, při pomalém krvácení je to 2,5 litru. Větší ztráty krve znamenají již ohrožení života. Krev se skládá z několika složek. Krevních buněk (červené krvinky (bezjaderné), bílé krvinky (mají jádro), krevní destičky) tvoří 45% objemu krve a plasmy (průhledná nažloutlá kapalina), která obsahuje okolo 90% vody, proteiny 7 - 8% (albumin, globulin, fibrinogen) plyny (kyslík a CO₂), živiny (tuky, glukózu, aminokyseliny atd.), soli, odpadní látky (močovina a amoniak) a hormony a vitamíny **(tabulka 6.1)**.

Oběhový systém

Je tvořen cévami. Cévy jsou v těle uspořádány tak, že plynule přenášejí krev od srdce do tkání a potom ji vracejí ze tkání zpět do srdce. Je to uzavřený systém. Cévy jsou trojího typu : tepny, které nesou krev ze srdce, kapiláry si vyměňují látky s tkáněmi a žíly vracejí krev zpět do srdce.

Obrázek Porovnejte tepnu, žílu a kapiláru. Tepna má silné stěny, zatím co žíla má stěny tenké. To je způsobeno tloušťkou střední vrstvy stěny, která je složena z hladkého svalstva a pojivové tkáně. Kapiláry mají velmi tenkou stěnu složenou je z jedné buňky.

Tepny

Tepny (arterie) vedou krev ze srdce. Mají silné stěny, protože navíc k vnitřní endotelové vrstvě a vrstvě vnější pojivové tkáně mají silnou střední vrstvu z elastických a svalových vláken. Elastická vlákna umožňují tepně se roztahovat a měnit svůj objem a tak odolávat tlaku, pod mímž je krev pumpována ze srdce do krevního oběhu. Stěny tepen jsou tak silné, že samy musí být zásobovány krví. Velké tepny se větví na arterioly, malé tepny (tepénky). Střední vrstva stěny těchto cév je též z elastických vláken, ale z větší části je složena z hladkého svalstva, jehož vlákna obkružují tepénku. Stahy buněk hladkého svalstva řídí autonomní nervový systém. Když se vlákna smrští průměr tepénky se zmenší.; když jsou

vlákna v klidu, průměr arterioly se zvětší. Zužování a rozšiřování jejich průměru má vliv na výši krevního tlaku. Čím více cév je roztažených, tím je krevní tlak nižší.

Kapiláry

Tepénky se větví na malé cévky zvané kapiláry. Každá z nich je rovná mikroskopická trubička, jejíž stěna je složena z jedné vrstvy endotelových buněk. Kapilární sítě jsou přítomny ve všech částech těla. Kapiláry jsou nejdůležitější částí krevního systému, protože skrze jejich stěny probíhá přísun živin a odvod odpadních látek. Kyslík a glukóza se difuzí dostává z kapiláry ven do tkáňového moku, který obklopuje buňky a CO₂ a amoniak difundují do kapiláry. Kapiláry vlastně slouží potřebám buněk a srdce a ostatní cévy oběhového systému můžeme považovat za prostředníky, kteří spojují krev s kapilárami.

Ne všechny kapilární sítě jsou otevřené nebo pracují naráz. Např. po jídle jsou obvykle otevřené kapilární sítě v zažívacím traktu, kapilární sítě ve svalech jsou otevřeny při tělesné námaze. Otvírání a zavírání kapilárních sítí tzv. arteriovenosní můstek, který pohyb krve z tepének přímo do žilek, když jsou kapilární sítě uzavřené. Na kapilárách jsou svaly, které obkružují vstup do každé kapiláry. Když jsou stažené, zabraňují vstupu krve do kapilární sítě. Když je kapilární síť otevřená, jsou uvolněné. Čím více kapilárních sítí je otevřeno, tím je nižší krevní tlak. **Obrázek 5.5.**

Žíly a žilky

Žíly a žilky odvádějí krev z kapilár k srdci. Zaprvé, žilky svádí krev z kapilár a spojují se do žil. Stěna žilky je mnohem tenčí než stěna tepénky nebo tepny, protože střední vrstva ze svalů a elastických vláken je vytvořena jen slabě. Uvnitř některých žil, zvláště u velkých např. na nohou a rukou jsou tzv. valvy, chlopně, které zabraňují krvi téci zpět (když jsou zavřené), ale vedou ji nahoru k srdci (když jsou otevřené) za pomoci stahů kosterního svalstva. **Obrázek 5.18**

Tepny a tepénky odvádějí krev od srdce, žíly a žilky přivádějí krev k srdci a kapiláry spojují tepénky a žilky

Srdce

Srdce je sval kónického tvaru. Nachází se mezi plícemi, přímo za sternem a je orientováno svým hrotem doleva. Srdce se z největší části skládá ze srdeční svaloviny, myokardu. Je to zvláštní druh příčně pruhovaného svalstva. Svalová vlákna v myokardu jsou rozvětvená a zase spojená tak těsně u sebe. Vnitřní povrch srdce je vyložen vazivovou tkání zvanou endokard. Vnější strana srdce je pokryta vazivovou tkání zvanou epikard (přísrdečník), která vytváří okolo srdce též vak zvaný osrdečník (perikard), v němž je srdce uloženo. Obvykle obsahuje malé množství tekutiny, která zvlhčuje srdce.

Zevnitř je srdce rozděleno přepážkou (septem) na dvě části, pravou a levou. Srdce má 4 dutiny, dvě nahoře - tenkostěnné předsíně (atrium) a dvě níže položené, silnostěnné komory (ventriculus). Předsíně mají stěny podstatně tenší než silné, svalnaté komory. Předsíně a komory jsou od sebe odděleny chlopněmi, které řídí tok krve a zabraňují zpětnému toku. Chlopně ležící mezi předsíněmi se nazývají atrioventrikulární (cípaté) chlopně. Tyto chlopně jsou podporovány silnými vláknitými provazci zvanými chordae tendinae. Tyto provazce jsou připojeny k výstupkům stěn komor, drží chlopně a zabraňují jim, aby se obrátily na druhou stranu. Pravá atrioventrikulární chlopně je trojcípá (má 3 konce) a levá dvoucípá. Do srdce vstupují velké žíly a vystupují velké tepny. Do pravé předsíně to jsou horní a dolní dutá žíla, z pravé komory vystupuje plicní kmen. Do levé předsíně vstupují 4 plicní žíly a z levé komory vystupuje srdečnice (aorta). V začátku aorty a plicního kmene jsou umístěny poloměsíčitá chlopně, které brání zpětnému toku krve do komor.

Činnost srdce

Posláním srdce je udržovat cirkulaci krve v cévách.

Pravá strana srdce posílá krev přes plíce a levá strana srdce posílá krev do celého těla.

Existují proto dva tělní oběhy: (1) ze srdce do plic a zpět (plicní) (2) ze srdce do celého těla a zpět (velký oběh tělní). Pravá strana srdce je pumpa pro první oběh a pravá strana slouží jako pumpa pro druhý oběh. Levá srdeční komora musí pumpovat krev do celého těla, proto má mnohem silnější stěny než pravá.

Krev se v srdci pohybuje následujícím způsobem: Odkysličená krev, obsahující vysoké procento CO₂ vstupuje do pravé předsíně z horní a dolní duté žíly, nejsilnější žíly v těle člověka. Stahem pravé předsíně (**Obrázek 5.9**) je krev vytlačena skrz trojcípou chlopeň do pravé komory. Pravá komora ji vypustí pod tlakem přes poloměsíčitou chlopeň do plicního kmene. Ten se dělí na plicní tepny, které nesou krev do plic. Z plic je krev bohatá na kyslík odváděna plicními žilami do levé předsíně. Stahem levé předsíně je krev hnána přes dvoucípou chlopeň do levé komory. Levá komora krev pod tlakem pumpuje přes poloměsíčitou chlopeň do aorty a odtud do celého těla. Důležité je, že odkysličená krev se nikdy nemísí s okysličenou. Krev před průchodem levé strany srdce musí projít vždycky plicemi.

Tlukot srdce a srdeční ozvy

Z popisu činnosti srdeční je zřejmé, že komory a předsíně se stahují v jiném rytmu a vydávají zvuk nezávisle na sobě. Napřed dochází ke stahu obou předsíní, potom kontrahují najednou obě komory. Kontrakce srdečního svaly se nazývá systola a jeho uvolnění diastola, to znamená, že systola předsíní je následována systolou komor. Srdce se stahuje (to znamená bije asi 70x za minutu) a každý stah trvá asi 0,85 vteřiny. Každé zabušení srdce neboli srdeční cyklus se skládá:

doba	předsíně	komory
0,15 vteřiny	systola	diastola
0,30 vteřiny	diastola	systola
0,40 vteřiny	diastola	diastola

to ukazuje proč jsou předsíně v klidu, když se komory stahují a naopak a celé srdce relaxuje po 0,40 vteřiny. Krátká atriální systola je potřebná pouze k naplnění komor krví. Jsou to komory, které pumpují krev do celého těla. Po systole komor dochází ke krátké diastole celého srdce, přitom do předsíní přitéhá krev. Pokud používáme samostatně termín systola, rozumí se tím vždy systola levé komory.

Srdeční činnost je rozdělena do dvou fází. Zaprvé předsíně se stahují první a teprve potom se stahují komory. Když předsíně jsou ve fázi systoly, komory jsou ve fázi diastoly a naopak.

Při poslechu srdeční činnosti je bušení srdce slyšet, když se srdeční chlopně zavírají. První zvuk je slyšet, když se zavírají chlopně dvou a trojcípé mezi předsíněmi a komorami a silnější zvuk vydávají při zavírání poloměsíčité chlopně. Srdeční šelest za první ozvou je často způsoben špatnými chlopněmi, které umožní krvi vrátit se zpět do předsíní. Revmatická

horečka je jednou z příčin nedostatečné činnosti chlopní. Pokud nelze chlopeň operativně napravit, musí být transplntována umělá chlopeň.

Srdeční ozvy jsou zvuky , které vydávají srdeční chlopně, když se zavírají.

Srdeční ozvy jsou nezávislé na nervové činnosti. Ve skutečnosti je možné vyjmout srdce malému zvířeti, jako např. žábě a pozorovat jeho stahy v petriho misce. Stahy srdce řídí tzv. převodní systém srdeční. V srdci je totiž umístěn na dvou místech speciální typ tkáně, tzv. uzlová tkáň (nodal tissue), která má jak svalový, tak nervový charakter. První z uzlů tzv. sinusový uzlík SA (sinoartriální uzel) se nachází v horní části dorzální stěny pravé předsíně, druhý tzv. síňokomorový uzlík AV (atrioventrikální uzel) se nachází na bázi pravé předsíně, blízko septa. **(obrázek 5.11)** Uzel SA (též zvaný pacemaker) iniciuje srdeční stahy a automaticky vysílá pulzy každou 0.85 vteřiny, což zapříčiňuje stah předsíní. Když tento pulz dosáhne uzlu AV, tento signalizuje komorám aby se stáhly, to umožňují specializovaná vlákna, tzv. Purkyňova vlákna. Uzlu SA se říká pacemaker, protože dává srdeční činnosti pravidelnost. Pokud SA uzel začne špatně pracovat, srdce bije nepravidelně a je nutné pacientu transplantovat umělý pacemaker, který automaticky dává srdci každou 0.85 vteřiny elektrošok.

Frekvence tepová ovšem je řízena nervovým systémem. V prodloužené míše, je tzv. srdeční centrum, která může regulovat srdeční činnost automatickým nervovým systémem. Tento systém je vytvořen ze dvou částí: z parasympatiku, který řídí funkce, které jsou spojeny s normálními aktivitami a sympatiku, který přináší informace o známkách stresu. Například parasympatikus zpomaluje srdeční frekvenci a sympatikus ji zrychluje. Aktivaci těchto systémů ovlivňují různé faktory jako třeba potřeba kyslíku, nebo výše krevního tlaku.

Uzel SA je přirozený pacemaker, který stimuluje srdce, aby pravidelně pracovalo.

Krevní oběh

Krevní oběh člověka **(obrázek 5. 12)** se dělí do dvou částí: plicní oběh, který vede krev do plic a zpět do srdce a tělní krevní oběh, který uspokojuje potřeby tělních tkání. Od tohoto oběhu se liší krevní oběh fetální, který se ihned po narození mění.

Plicní krevní oběh

Cesta krve skrz plíce je následující: krev z celého těla přivádějí horní a dolní dutá žíla do pravé předsíně od tud je krev vypuzena do pravé komory, která ji vytlačí do plicního kmene ten se dělí na plicní tepny, a ty se opět dělí na tepénky v plicích. Tepénky přivádějí krev do plicních kapilár, kde se vymění oxid uhličitý za kyslík. Krev přechází do plicních žilek, které vedou do plicních žil a z nich je 4 plicními žilami vedena zpět do levé předsíně. Krev v plicních tepnách je odkysličená, ale krev v plicních žilách je naopak okysličená, proto není správné říkat, že ve všech tepnách je krev okysličená a v žilách odkysličená. V plicním krevním oběhu je tomu naopak.

Plicní tepny vedou odkysličenou krev do plic a plicní žíly vedou okysličenou krev do srdce.

Tělní krevní oběh

Tento krevní oběh zahrnuje všechny ostatní tepny a žíly v těle, kromě těch které náleží k plicnímu krevnímu oběhu. Největší tepna v tělním oběhu je aorta a největšími žilami jsou horní (vena cava superior) a dolní dutá žíla (vena cava inferior). Horní dutá žíla shromažďuje krev z hlavy, hrudi a paží. Dolní dutá žíla shromažďuje krev z dolních částí těla. Obě

vstupují do pravé předsíně. Aorta (srdečnice) a obě duté žíly slouží jako hlavní krevní řečiště v tělním krevním oběhu.

Cesta krve v tělním oběhu začíná v levé komoře, která pumpuje krev do aorty. Aorta se dělí na několik oddílů (vzestupný, sestupný, hrudní a břišní, u 4. lumbálního obratle se dělí na dvě a vstupuje do obou nohou. Ze vzestupné aorty vycházejí dvě věnčité tepny (koronární), které zásobují srdeční svalovinu. Z oblouku aorty vychází kmen hlavopazní, levá společná krkavice a levá tepna podklíčková. Kmen hlavopazní se dělí na pravou společnou krkavici a pravou tepnu podklíčkovou. Krkavice zásobují hlavu, podklíčkové tepny obě zaže. Z hrudní aorty vycházejí tepny mezižeberní. Břišní aorta má párové větve vedoucí k bránici a ke stěně břišní dutiny a tři párové větve vedoucí k ledvinám, nadledvinkám a pohlavním žlázám. Tři nepárové větve vedou k nepárovým orgánům dutiny břišní. Z břišní aorty se též větví pravá a levá společná tepna kyčelní. Ta se dělí na dvě kyčelní tepny zevní (jde do dolní končetiny) a vnitřní (vyživuje orgány v malé pánvi). Dolní dutá žíla vzniká spojením dvou kyčelních žil a odvádí krev z dolních končetin pánve a dutiny břišní. Horní dutá žíla vzniká soutokem žil hlavopazních, každá z nich je tvořena spojením žíly hrdelní a podklíčkové. Horní dutá žíla sbírá krev z hlavy, krku, horních končetin a hrudníku. Vrátnicový krevní oběh je součástí velkého oběhu, probíhá v dutině břišní a začíná i končí kapilární sítí. Vlasečnice ze stěny žaludku, střev, slinivce a slezině vedou krev vrátnicové žíly ta se zanořuje do jater a zde se větví.

Ve velkém oběhu tělním vedou tepny okysličenou krev, jsou jasně červené a žíly vedou odkysličenou krev a jsou tmavě červené.

Srdeční tepny jsou velmi důležitými tepnami, protože zásobují srdce. (srdce není vyživováno krví z komor). Srdeční tepny se od aorty oddělují nad poloměsíčitou chlopní aorty. Leží na vnějším povrchu srdce a větví se do různých směrů na tepénky. Kapilární sítě v srdci se opět formují do žilek. Žilky se spojují do srdečních žil, které ústí do pravé předsíně. Ačkoliv srdeční tepny jsou zásobovány krví pod vysokým tlakem, mají velmi malý průměr a mohou se poměrně snadno ucpat, což je příčinou vážných poruch.

Fetální krevní oběh

V době nitroděložního života je příjem kyslíku a výdej CO₂ zajišťován průtokem krve cévami v placentě. Plíce ještě nejsou plně funkční a průtok krve jimi je jen nepatrný.

Okysličená fetální krev přitéká do plodu z placentárních cév cestou skrz embryonální pupeční žílu (vena umbilicalis), která prochází pupečником na spodní plochu jater, zde odchází část krve do jater, větší objem krve jde přes ductus venosus do dolní duté žíly a odtud do pravé předsíně. Do pravé předsíně přitéká dolní dutou žílou dvojí krev: jednak okysličená krev z embryonální pupeční žíly a jednak odkysličená krev z těla plodu. Tyto dva proudy se mísí jen nepatrně a jsou rozděleny na dvě vrstvy, dále sem přitéká odkysličená krev z horní duté žíly. Větší část krve z embryonální pupeční žíly (okysličená krev) potom protéká pravou předsíní proti foramen ovale, přímo do levé předsíně z ní do levé komory a do aorty.

Odkysličená krev teče z pravé předsíně do pravé komory a skrze kmen plicních tepen (truncus pulmonalis) teče částečně do plic, nejvíce však přes ductus arteriosus do aorty, kde se mísí s okysličenou krví z levé srdeční komory. Proto větve aorty pro horní končetiny a hlavu dostávají krev více okysličenou než trup a dolní končetiny, zásobované z částí aorty, kde je již přimíšena odkysličená krev z pravé srdeční komory. Tato krev odtud proudí do obou pupečních žil, přes pupečník do placenty.

Po narození se krevní oběh mění. Tím že dojde k přerušení pupečníku se zastavuje okysličování krve v placentě. Náhlý úbytek kyslíku a hromadění splodin v krvi podráždí dýchací centra. Ty vyvolají dýchací pohyby. Krev z tepen plicních se nahrne do plic, které se rozvinou a ve zvýšeném množství se vrátí do levé předsíně, zde stoupne krevní tlak což k sobě přitiskne okraje předsíňových sept a předsíně se od sebe separují, zaniká foramen ovale.

S prvními vdechy se reflexně zavírá ductus arteriosus a tím se zabráňuje dalšímu míšení krve v aortě. Od této chvíle proudí pravou polovinou srdce krev odkysličená a levou krev okysličená.

Tlak v srdečních komorách

fetus	porod	novorozenec
pravá 1	pravá 0	pravá 1
levá 0,5	levá 0,5	levá 1

Základní lékařské úkony

Znalosti činnosti srdce nám pomohou porozumět třem lékařským postupům:

Elektrokardiogram

Každý svalový stah včetně stahu myokardu se projevuje iontovou výměnou, kterou lze vystopovat pomocí přístrojů detekujících elektrické pulsy. Proto je možné studovat činnost srdce zaznamenáváním změn elektrických potenciálů při srdečních stazích. (napětí je v tomto případě měřeno v milivoltech a je způsobeno změnou polaritu mezi dvěma elektrodami připojenými k tělu). Záznam se nazývá elektrokardiogram a jasně ukazuje systolu předsíní a systolu komor. První vlna na elektrokardiogramu se nazývá vlna P představuje stah předsíní. Druhá vlna nebo též zvaná QRS vlna zaznamenává kontrakci komor. Třetí neboli T vlna je zapříčiněna relaxací komor. Při studiu elektrokardiogramu poznáme normální a nenormální činnost srdce.

Puls

Když dojde ke stahu levé komory a krev je vytlačena do aorty, elastické stěny aorty se roztáhnou, ale vzápětí se opět stáhnou. Toto střídavé stahování a roztahování stěny tepny nazýváme puls a můžeme ho cítit v každé tepně, která prochází blízko povrchu těla. Puls se odečítá tak, že položíme několik prstů na radiální tepnu, která leží na dlaňové straně zápěstí. Jiným vhodným místem pro měření tepu je karotida. Obvykle počet tepů udává počet stahů srdce, protože stěny tepen pulzují vždy, když dojde k vyprázdnění levé srdeční komory.

Krevní tlak

Krevní tlak, tlak krve na stěny cév a je způsoben pulsováním srdce.

K měření krevního tlaku používáme manometr. Skládá se z manžety napojené na stupnici. Manžetu umístíme na paži přes brachyální arterii a naplníme ji vzduchem až cítíme tep v paži. Vzduch pomalu vypouštíme a v určitém okamžiku slyšíme silné bušení, které zjišťujeme stetoskopem přiloženým na ruce těsně pod manžetou. Na manometru odečteme tlak přesně v tomto okamžiku. Tato hodnota se nazývá systolický krevní tlak, to znamená nejvyšší tlak v tepně dosažený vypuštěním krve ze srdce. Manžetu dále vpouštíme a nasloucháme, když se tlak v manžetě sníží opět se ozve hlasitější puls a potom už není slyšet nic. Nyní opět odečteme hodnotu tlaku na manometru. To tzv diastolický tlak, nejnižší tlak v tepně. Tento tlak nastává při plnění komor krví (při relaxaci komory).

Normální krevní tlak pro mladého zdravého člověka je 120/80 mm Hg. To je předpokládaný tlak v brachyální tepně na paži; tlak je různý v každé části těla. Když je pokud je hodnota krevního tlaku vyšší než obvykle, říkáme že pacient trpí hypertenzí, naopak, pokud je hodnota

tlaku nižší pacient trpí hypotenzí. Hypertenze je často spojena s kardiovaskulárními chorobami.

Lymfatický systém

Lymfatický systém je úzce spojen s kardiovaskulárním systémem, protože se skládá z cév které přenášejí tkáňový mok do krevního řečiště. Tkáňový mok, je tekutina, která obklopuje buňky. Tkáňová tekutina, která není odvedena lymfatickým systémem zapříčiňuje otoky.

Lymfatický systém je jednosměrný systém, který začíná v tkáních a ústí do krevního oběhu.

Lymfatické žlázy

Lymfatický systém je jednosměrný systém, který odvádí přebytečný tkáňový mok, různé zplodiny organismu a vstřebaé tuky ze střeva do krevního oběhu. Začíná lymfatickými kapilárami, které leží v blízkosti krevních vlásečnic a sbírají tekutinu, která se dostala difúzí z kapilár a nebyla absorbována zpět. Tkáňová tekutina v lymfatických žlázách se nazývá lymfa (míza). Lymfa obsahuje lymfocyty, jeden z typů bílých krvinek. Lymfa se v cévách pohybuje smršťováním mízních cév a kontrakcí svalů v končetinách. Některé lymfocyty produkují protilátky, což jsou proteiny, které jsou schopné reagovat s cizími proteiny zvanými antigeny. Když antigeny jsou bakterie nebo viry způsobující onemocnění, lymfatické uzliny pomáhají tělu překonat tuto infekci.

Lymfatické žlázy dělíme na lymfatické kapiláry a lymfatické žíly. Žíly mají podobnou stavbu jako žíly krevního oběhu včetně valv (zpětných chlopní) (**obr. 5.16**).

Lymfa je vedena lymfatickými cévami, které se spojují do dvou hlavních lymfatických kmenů: pravý lymfatický kmen, který odvádí lymfu z horní pravé poloviny těla a hrudní lymfatický kmen, který odvádí lymfu ze zbytku těla. První z nich ústí do pravé podklíčkové žíly (vena subclavia) a druhý do levé podklíčkové žíly (vena subclavia).

Lymfatické orgány

Na některých místech se spolu se na středně silných lymfatických cévách objevují malé oválné nebo kulaté struktury, zvané lymfatické uzliny (**obr. 7.2**). Lymfatické uzliny produkují a jsou naplněny lymfocyty.

Lymfatické uzliny též filtrují lymfu a zbavují ji poškozených buněk, čímž čistí krev. Když se v těle objeví místní infekce, lymfatické uzliny v této oblasti zduří a na omak jsou bolestivé. Lymfatické uzliny bývají z těla odstraňovány při rakovinných onemocněních, protože rakovinné buňky bývají rozptýleny právě v lymfatickém systému.

K mízní soustavě patří také ostrůvky lymfatické tkáně v trávicím, dýchacím, a pohlavním ústrojí a též v patrových mandlích. V těle se nacházejí další dva orgány s podobnou funkcí jako lymfatické uzliny. Slezina větší z těchto dvou je umístěna v břišní dutině pod žaludkem (**obr. 7.2**). Tento orgán neobsahuje jen bílé krvinky, též skladuje krev a stahuje se když krevní tlak klesá. Brzlík je dalším lymfatickým orgánem je umístěn v horní části hrudní dutiny a s věkem se zmenšuje. Brzlík má důležitou funkci, produkuje a zrají v něm některé lymfocyty.

Lymfatický systém má tři hlavní funkce: 1. transport vyteklého tkáňového moku zpět do kardiovaskulárního systému; 2. absorbuje tuk ze střeva a transportuje ho do krve; 3. bojuje proti infekci čištěním lymfy a tvorbou lymfocytů.

Vlastnosti krevního oběhu

Oběhový systém je systém cév, které se postupně zmenšují a znovu postupně zvětšují. Tento systém umožňuje na velké ploše těla látkovou výměnu mezi krví a tkáněmi. To má vliv na určité fyziologické projevy oběhového systému.

Krevní tlak

Krevní tlak klesá se vzdáleností od levé srdeční komory, která pumpuje krev do aorty (**obr. 5.17**). Krevní tlak je tudíž vyšší v tepnách než v tepénkách. Dále nastává úbytek (drop) krevního tlaku, na přechodu mezi tepenkami a kapilárami. Tento pokles je v korelaci s velikostí průměru tepen, tepének a kapilár jimiž krev prochází. Tepének je více než tepen a mnohem více je vlásečnic než tepének.

Činnost srdce způsobuje krevní tlak, který postupně klesá ve směru aorta cévy.

Objem toku krve

Množství krve je různé v různých oblastech krevního oběhu. Krevní tlak zabezpečuje objem a tok krve v systému tepen, proto, když krevní tlak klesá, v důsledku většího průměru tepen, klesá i její objem. Krev se pohybuje mnohem pomaleji kapilárami než např. aortou. To je důležité, protože pomalý tok krve umožňuje výměnu molekul mezi krví a tkáněmi. Krevní tlak neovlivňuje průtok krve žilami a žilkami, protože ty leží na druhé straně kapilár. Krev v žilách se pohybuje pomocí svalových stahů. Když se kosterní svalstvo stáhne, stlačí tenké stěny žil a tak se krev pohybuje přes chlopně v žilách směrem k srdci. Valvy zapříčiňují, že krev se nevrací zpět. Důležitost svalové kontrakce pro pohyb krve v žilách směrem k srdci můžeme demonstrovat na osobě, která by stála nehnutě na místě po dlouhou dobu za nějaký čas omdlí, protože krev se shromažďuje v končetinách a okrádá mozek o kyslík. V tomto případě mdloba pomůže mozku ke kyslíku tím, že člověk se zhroutí a dostane se do horizontální polohy a krev může proudit do hlavy.

Tok krve se postupně zvětšuje v žilách a to díky zvětšování se průměru jednotlivých žil směrem k srdci. Obě duté žíly mají jen 2x takový průměr než aorta. Krevní tlak se snižuje v hrudní dutině, když se hrudník roztáhne při vdechu. To pomáhá toku krve v žilách v hrudníku, protože krev teče ve směru poklesu tlaku.

Krevní tlak způsobuje tok krve v tepnách a tepénkách; stahy kosterního svalstva způsobují tok krve v žilách a žilkách.

Oběhové potíže

V minulých 30 letech se snížil počet úmrtí v důsledku oběhových potíží o 30%, ale 50% všech úmrtí stejně je zapříčiněno kardiovaskulárními chorobami. Počet úmrtí na vysoký tlak, mrtvici nebo infarkt je mnohem vyšší než počet zemřelých na rakovinu a podobně.

Vysoký tlak - hypertenze

Hypertenzi můžeme snadno objevit pravidelným měřením tlaku., předpokládá se, že 1/3 pacientů, kterým je vysoký tlak zjištěn, je ohrožena selháním oběhového systému.

Příčiny vzniku vysokého tlaku jsou různé. Jeden možný případ vidíme na (**obr. 5.19**). Krevní tlak obvykle stoupá s aktivací sympatického nervového systému v důsledku stresu, který v těle vyvolává poplach, což způsobí stah tepének a rychlejší práci srdce. Když tepénky jsou staženy, zmenšuje se přítok krve do ledvin což způsobuje vylití hormonu reninu do krve, který uvolňuje při vysokém tlaku do krve sodík. Vylití sodíku vede k zadržení vody a vysokému krevnímu tlaku. Stejný efekt má příjem velkého množství soli v potravě. Léčení vysokého tlaku je založeno na sledu některých událostí. Blokátory sympatiku (šipka 1)

zabraňují aktivitě sympatického nervového systému. Vazodilatanty (šipka 2) zabraňují tepnám ve smrštění. Diuretika (šipka 3) stimuluje ledviny k vylučování solí a tekutin. Vysoký tlak mají též osoby s arteriosklerózou, což je akumulace měkkých tukových částic a částečně cholesterolu (**obr.b. str. 112**) na vnitřních stěnách tepen. Tyto potom zabraňují toku krve skrze tepny. Proto je důležité redukovat množství cholesterolu v potravě. Tyto usazeniny v tepnách se mohou projevit jako nepravidelnosti v stěně tepny. Pokud je usazenina na místě, nazývá se trombus, pokud se začne pohybovat, říkáme jí embolus. Trombi zabraňují toku krve v poměrně malých tepnách. Embolus, pokud ucpe tepnu, zablokuje tok krve. Pokud není léčen, tkáň vyživovaná touto tepnou odumírájí, protože nemají výživu.

Usazeniny se vytvářejí nejčastěji v tepnách jedinců s vysokým tlakem.

Mrtvice a infarkt

Mrtvice nastává, když část mozku odumře v důsledku nedostatku kyslíku a srdeční infarkt nastává, když část srdečního svalu odumře též nedostatkem kyslíku. Mrtvice je charakterizována celou nebo částečnou paralýzou a nebo až smrtí, obvykle k ní dochází, když je malá tepénka blokována embolem.

Pokud má člověk vysoký tlak, srdeční sval potřebuje větší množství kyslíku protože musí více pracovat v důsledku vyššího tlaku. A to i v případě, že srdeční arterie jsou zaneseny a protéká jimi menší množství krve a tudíž nejsou schopny srdce dostatečně zásobit. Pokud je přítomen trombus, vyvolává tzv. koronární trombózu, nebo embolus, který se posunul do srdeční tepny. Takovýto člověk onemocní anginou pectoris, kterou charakterizuje bolest vystřelující v levé paži. Potom, pokud je srdce blokováno nastává srdeční infarkt.

Mrtvice i srdeční infarkt jsou zapříčiněny vysokým tlakem.

Chirurgické zásahy

Trombolytická terapie

Je nová technologie vyvinutá pro poruchy, které nepotřebují větší operace. Do tepny je zavedena umělohmotná trubička, která pomalu prochází tepnou směrem k srdci až narazí na usazeninu, kterou rozruší. Druhým způsobem je vstříknutí streptokinázy do tepny, což je lék, který rozpustí usazeninu. Druhý způsob léčby je praktikován pouze v případě, že pacientovi hrozí srdeční infarkt. Pokud je usazenina odstraněna do 6 hod. od začátku infarktu nepoškozuje srdce.

Srdeční bypass

Tato operace byla provedena na 100 tisících pacientů. Při tomto zákroku chirurgové voperují pacientovi několik kousků cév, které mu odebrali obvykle z nohy na konec aorty a koronární tepnu tak že obejdou ucpanou část.

Transplantace srdce a umělé části srdce

Pacienti se slabým srdcem mají tzv. nedostatečnost srdce. To znamená, že srdce již není schopno dostatečně rozvádět krev. To jsou kandidáti na transplantaci srdce nebo na umělý implantát. Potíž s transplantací je, že zaprvé, že je sehnat, zadruhé imunitní reakce těla na cizí tělesa. Lepší variantou by bylo umět srdce vyléčit než je vyměnit.

Varikóza, cév a phlebitis

Varikóza cév je nemoc způsobující abnormální roztažení cév blízkých povrchu těla, přesně v dolní části nohou. Varikóza konečníku se nazývá hemeroidy. Tato nemoc se objevuje, když

valvy žil zeslábnu nezadržují krev při pohybu nahoru. Tato nemoc se může objevit když je přerušen tok krve v žilách, též při křížení nohou, dlouhém sezení.

Phlebitis neboli zánět žil, je mnohem vážnější povahy. Krev v zanícených žilách se může srážet a objeví se trombolismus. Takovýto embolus se může dostat až do plicní tepny a blokovat průchod krve plicemi. Tento případ nazýváme plicní embolie a pacient na ni umírá.

Složky krve

Krev	Funkce	Zdroj
1. Krevní buňky		
červené krvinky	transport kyslíku	kostní dřev
krevní destičky	srážlivost krve	kostní dřev
bílé krvinky	boj s infekcí	kostní dřev a lymfatické orgány
2. Plasma		
voda	udržuje stálý objem krve a transportuje látky	absorbce ze střev
<i>Proteiny v plasmě</i>	všechny udržují osmotický tlak krve a pH	
albuminy	přenos	játra
fibrinogen	srážlivost krve	játra
globuliny	boj s infekcí	lymfocyty
<i>Plyny</i>		
kyslík	dýchání buněk	plíce
oxid uhličitý	odpadní produkt metabolismu	tkáň
<i>Živiny</i>		
tuky, glukóza, aminokyseliny..	potrava pro buňky	absorbce ze střev
solí	udržují osmotický tlak krve a pH, nezbytné pro chod metabolismu	absorbce ze střev
<i>Odpadní látky</i>		
močovina a amoniak	odpadní produkt metabolismu	tkáň
<i>Hormony, vitamíny ...</i>	nezbytné pro chod metabolismu	rzné