

Univerzita Hradec Králové
Pedagogická fakulta

Oběhová soustava člověka pohledem technika

+ rozbor knihy „Biologie člověka pro gymnázia“

Seminární práce BIODHV

Vypracoval: Ing. Martin Adámek
Obor: P-SSKCJIN (Učitelství pro SŠ: informatika + český jazyk a literatura)
Forma: Denní
Ročník: 1.
Datum: květen-červen 2008
E-mail: martin tečka adamek zavináč uhk tečka cz
martin zavináč adamek tečka cz

Tato verze práce je umístěna na webu www.adamek.cz. Práce je chráněna autorským právem. Užití je možné za dodržení běžných citačních zvyklostí. Odcizení práce nebo její části a podepsání jiným jménem, bez uvedení citace, by bylo nemorální a trestné.

Obsah

Obsah.....	1
1 Úvod.....	2
1.1 Motivy výběru tématu	2
Informatika a systémy	2
Cyklistika	2
Elektrotechnika.....	2
Technika	3
Dárcovství krve	3
2 Osnova a cíle	4
2.1 Osnova.....	4
2.2 Cíle	4
3 Rozbor obsahu knihy.....	5
3.1 Kapitola úvod (1)	5
3.2 Schéma oběhu krve (2.3.1).....	6
Obrázek	6
Dva okruhy	7
Obrázek „Hlavní obvody cévní soustavy“	10
Stavba a vlastnosti cév	10
Další technické pohledy	10
3.3 Činnost srdce (2.3.2)	11
Srdeční cyklus	11
Další frekvence organismu.....	12
Úrazy elektrickým proudem.....	13
Přínos elektřiny pro srdce.....	15
3.4 Další podkapitoly	15
Proudění krve v cévách (2.3.3).....	15
Regulace krevního tlaku (2.3.4)	15
Onemocnění oběhové soustavy (2.3.5)	17
Mízní soustava (2.3.6).....	17
Souvislosti s jinými podkapitolami druhé úrovně, tedy s jinými soustavami organismu	17
4 Budoucnost- propojení člověka a techniky	19
4.1 Umělé náhradní díly	19
4.2 Elektronické implantáty bez připojení k tělu	20
4.3 Implantát napájený krví.....	21
5 Literární a hovorové metafory zasahující oběhovou soustavu.....	24
6 Závěry a doporučení.....	26
6.1 Závěry k biologii člověka.....	26
6.2 Doporučení ke knize.....	26
Doplňující multimediální materiál – amatérské hrané video o fiktivním zásahu ZZS	26
7 Použití nebo odkazované zdroje	28
Dále bylo čerpáno mj. z informací získaných na kurzech.....	31

1 Úvod

1.1 Motivy výběru tématu

Informatika a systémy

Při psaní této práce budu mít jistou nevýhodu, plynoucí z faktu, že biologii člověka jsem se učil pouze v 7. ročníku základní školy, před 12 lety. Protože v následném studiu výpočetní a automatizační techniky na elektrotechnické průmyslovce, ani ve studiu informačního managementu na FIM UHK nebyl přírodopis zahrnut. Vzhledem k technické orientaci mého dosavadního vzdělání je zřejmé, že volba zkoumané podkapitoly knihy [16] padne na nějakou systémovou, analyzovatelnou oblast, která snese technický, systematický pohled. Tedy na některou podkapitolu z kapitoly č.2 „*Soustavy lidského těla (...)*“ [16]. Protože „systém“ je česky „soustava“.

K informatice (a informačním systémům) má z lidského organismu nejbližší nervová soustava, která tvoří plnohodnotný informační systém. Připomíná také systém automatizační – od sensorů/čidel jsou předávány signály/informace k řídicímu centru, odkud jsou zpět zasilány pokyny k (re)akci.

Nerv v prstu zjistí pálivou bolest, informaci o ní předá do mozku, a celá ruka ucukne ze zapnuté žehličky. Podobně snímač v zámku předních dveří osobního automobilu zjistí zamčení/odemčení dveří klíčkem nebo vnitřní páčkou, předá informaci řídicímu obvodu centrálního zamykání, a okamžitě jsou uzamčeny/odemčeny i zbylé jedny až čtyři dveře.

Cyklistika

Ale coby vedoucího dětského cykloturistického tábora mne ze zdravotní nejvíce zajímá první pomoc. A první pomoc, zejména v souvislosti s cykloturistikou, má blízko k oběhové soustavě. Blízko má určitě i k soustavě opěrné, ale v případě zlomené nohy není včasná správná laická pomoc tak důležitá, jako v případě krvácení nebo zástavy srdce. Proto se, z důvodu různé závažnosti jednotlivých témat při laické první pomoci, hodlám věnovat právě oběhové soustavě. Místy patrně v kombinaci s dýchací soustavou, které se silniční první pomoc také může týkat.

Elektrotechnika

Jestliže na elektrotechnické průmyslovce padne zmínka o zdravotní, pak je jistě řeč o zástavě životních funkcí (krevního oběhu a dechu) v důsledku zásahu uživatele (v informatice synonymum pro člověka) elektrickým proudem.

Elektrotechnik zpravidla ví z biologie člověka alespoň to, že nebezpečný je proud větší než 10 mA (střídavý), resp. 25 mA (stejnoseměrný). Že nebezpečnější je střídavý proud (AC), protože způsobuje srdci šoky 50x za sekundu (v českých 50 Hz sítích), a hlavně 50x za sekundu (v českých sítích) smrští svaly, čímž člověku brání ve svévolném odpojení od elektrického obvodu. Zde by tedy byla i souvislost s nervovou soustavou, protože nervové signály z mozku jsou přehlušeny výrazně silnějšími signály z vnějšího elektrického obvodu.

A pokud je na SPŠ elektrotechnické probírána první pomoc (alespoň stručně a teoreticky – přítomnost „Anduly“ nelze předpokládat), týká se právě zástavy dechu a oběhu, protože právě ta v laboratořích elektrotechnické průmyslovky (jakož i na pracovišti absolventa) teoreticky hrozí. Precizně je samozřejmě probrána technická první pomoc – jak postiženého člověka vyřadit z obvodu, a přitom se sám kontraproduktivně do obvodu nepřipojit.

Asi poslední biologická informace, zahrnutá do elektrotechnických osnov, je, že, i přes vyšší práh nebezpečnosti DC (stejnoseměrného) proudu (větší šance „se pustit“), je DC proud zrádný svojí schopností rozkládat krev při dlouhodobém zapojení člověka do elektrického obvodu. Záměrně je zde řeč o proudu, to on totiž člověka umí zabít. Napětí samo o sobě není nebezpečné, pouze tzv. „kope“. Vysoké napětí se používá např. v zemědělských ohradnicích, které jsou nepříjemné, ale za normálních okolností neublíží člověku, ani střeženému dobytku. Pověstná nebezpečnost vysokého napětí je dána spíše faktem, že síť s vysokým napětím je obvykle napájena tvrdým (silným) zdrojem, který umí dodat i silný proud. Zrádnou vlastností vysokého napětí je také jeho schopnost přeskočit elektrickým obloukem, a zapojit tak do elektrického obvodu i člověka, který se fyzicky nedotýká vodiče. Což je občasný důvod smrti člověka, který se pohyboval po střechách železničních vagónů: Sice mohl být opatrný a nedotknout se elektrického vedení, ale silné napětí na něj díky elektrickému oblouku dosáhlo vzduchem, a zapojilo ho do obvodu. Poté byl dotyčný člověk usmrcen elektrickým proudem (nikoliv napětím). Teče pouze proud; pod napětím vodič pouze je. Zapnutá elektrická zásuvka, ze které není odebírán proud, je pod napětím, ale neteče jí proud. Podobně jako u zahradní hadice – když je do ní puštěna voda, tak se narovná, protože je „pod napětím vody“. Ale proud vody jí začne protékat (proudit) až ve chvíli, kdy je otevřen ventil i na jejím druhém konci. I to lze chápat jako vysvětlení, proč člověka nezabíjí elektrické napětí, ale proud: Napětí neteče. Byť je proud na napětí závislý (proud = napětí / odpor).

Technika

Doplňkovým důvodem k volbě oběhové soustavy může být i její snadná přirovnatelnost k technickému systému – rozvod kapaliny pomocí oběhové pumpy, centrální rozvod energie. Je-li organismus v silnější zátěži, roste puls/frekvence srdce. Je-li v silnější zátěži osobní počítač, roste takt/frekvence procesoru (např. u notebooku, kde může být za klidu frekvence snižována, aby se šetřila energie). Je-li lidský organismus či počítač v klidu, frekvence klesá.

- Nižší frekvence srdce, dosažená psychologickými postupy a dechovým cvičením, zajišťuje delší výdrž bez nádechu bezpřístrojovému potápěči, který pak funguje dlouhé minuty bez přísunu kyslíku.
- Nižší frekvence procesoru notebooku, zvolená automaticky při nižší zátěži nebo nastavená díky úspornému režimu v operačním systému, zajišťuje delší výdrž bez dobití akumulátoru mobilnímu počítači, který pak déle funguje bez přísunu elektrické energie.

Analogie obou soustav je zjevná přinejmenším ze záměrně shodných schémat dvou předešlých souvětí.

Zásadním rozdílem mezi technickými a živými systémy zůstává fakt, že vypnutí umělého systému je provázeno menšími škodami, než vypnutí systému živého. V případě techniky obvykle dojde při vypnutí napájení jen k dílčím ztrátám dat (nastavení hodin, příp. další konfigurace nebo neuložená data), zatímco přerušování dodávky krve a kyslíku do organismu nebo jeho části může ohrozit např. končetinu (při zaškrcení tepenného krvácení) nebo mozek (při zástavě dechu nebo pobytu organismu v prostředí bez kyslíku – např. pod vodní hladinou) – a to pokud se vůbec podaří organismus znovu „spustit“. Výhodou živého organismu je schopnost sebeopravy, nevýhodou zatím neodstranitelné stárnutí a složitá výměna dílů.

Dárcovství krve

Posledním důvodem, proč jsem si k rozboru zvolil právě oběhovou soustavu, je, že coby dobrovolný dárcce krve [2] se rád něco dočtu o soustavě, do které je mi občas připojen vnější systém.

2 Osnova a cíle

2.1 Osnova

Práce bude vycházet z podkapitoly „2.3. Oběhová soustava“ knihy [16], a členění práce vyjde z uspořádání knižních podkapitol třetí úrovně. Součástí názvů podkapitol této práce jsou čísla příslušných podkapitol knihy „2.3.1“–„2.3.6“.

Coby informatik se sklonem k rozboru (analýze) jakéhokoliv systému pravděpodobně položím důraz na podkapitolu 2.3.1, protože ta se zabývá celým systémem.

Coby absolvent SPŠ elektrotechnické se patrně zaměřím na podkapitolu 2.3.2, týkající se činnosti srdce – protože ta souvisí s frekvencí a případně elektřinou (úraz elektrickým proudem, defibrilátor). Byť jsem absolvoval obor „Slaboproudá elektrotechnika“, a v rámci něj zaměření „Výpočetní a automatizační technika“, takže mé studium nebylo zaměřeno na vysoké hodnoty proudu (ani napětí), které by hrozily úrazem.

Místy se práce patrně bude dotýkat také kapitoly „2.2.2 Krev“, která s kapitolou o oběhové soustavě jistě souvisí (kapalinová brzdová soustava automobilu by nefungovala bez brzdové kapaliny, kapalinová chladicí soustava bez chladicí kapaliny, a palivová bez paliva).

A kapitoly „2.4 Dýchací soustava“, protože jedním z úkolů krve je zajištění rozvodu kyslíku. Ještě před zahájením studia knihy, na základě základních znalostí biologie člověka, předpokládám, že výstup dýchací soustavy (kyslík, umístěný do krve) je svým způsobem vstupem soustavy oběhové.

Podle obecné teorie systémů je systém uspořádaná soustava prvků, majících vzájemné funkční vazby. To oběhová soustava splňuje – srdce spolupracuje (má funkční vazby) s tepny a žilami, tepny s vlásečnicemi, apod. Podobně jsou stavěny i ostatní soustavy v lidském organismu (např. v trávicí soustavě na jícen navazuje žaludek), takže z tohoto pohledu je pojem „soustava“ v biologii užíván oprávněně. Další povinnou vlastností systému je, že musí mít vstup a výstup. Což je tedy u oběhové soustavy splněno, protože na svém vstupu přebírá od plic kyslík, a předává jej všem částem těla, od mozku až po dolní končetiny. Podobně dopravuje i další potřebné látky, takže je zde částečná podobnost i s logistikou. Vstupy jsou zřejmé i u dýchací a trávicí soustavy.

2.2 Cíle

Cíl práce je zjevný už z podtitulu a úvodu práce – najít spojitosti oběhové soustavy člověka s různými technickými systémy – elektrotechnickými, informačními i jinými.

Což bezprostředně souvisí s cílem dosáhnout odlišnosti této práce od desítek jiných prací, na stejná témata, se stejným zadáním, napříč akademickými roky.

Má-li tato práce být přínosná pro autora posuzované knihy a zadavatele práce v jedné osobě, bylo by ideální, kdyby práce našla přijatelná přirovnání knihou popisovaných principů k nebiologickým systémům, což by mohlo zvýšit přijatelnost knihou popisovaného učiva pro techničtější orientované čtenáře/studenty. Což není myšleno jako závazný cíl, protože míra přijatelnosti konkrétních přirovnání může být posuzována různě.

3 Rozbor obsahu knihy

3.1 Kapitola úvod (1)

Studium (byť jen části) knihy pojednávající o čtenáři poměrně vzdálené problematice je vhodné začít úvodem:

Velmi důležitá je přítomnost obrázku č. 1 knihy – „Stupně organizace lidského těla na příkladu dýchací soustavy“. Při studiu se někdy stane, že vyučující nebo učebnice začne mluvit o všem najednou, ve výkladu přeskakuje jednotlivé úrovně pohledu od mikro (prvek) po makro (systém), výklad je tak chaotický, a student si připadá být hozen do vody, protože se sám musí zorientovat co je část čeho, co je podmnožinou čeho, a co se s čím vylučuje (které pojmy jsou na stejné úrovni). Obrázek č.1, jakož i vedle něj umístěný text, tedy hned na počátku čtenáře systematicky seznámí se základním názvoslovím a s uspořádáním či hierarchií jednotlivých úrovní/stupňů, což předchází případnému zmatení čtenáře.

Klíčovým pojmem lze vytknout, že ne všechny „klíčové pojmy“, uvedené bezprostředně pod nadpisem kapitoly, jsou v následujícím textu vyznačeny tučně. Pokud tedy čtenář narazí např. na klíčový pojem „fyziologie“, a uvědomí si, že mu není znám jeho přesný význam, tak by ocenil, kdyby byl pojem „fyziologie“ v následném textu uveden tučně (podobně jako pojmy „biologie“ nebo „biologie člověka“). To je myšleno obecně, z hlediska principu, i pro případné další podobné případy ve všech kapitolách knihy.

Z věcného sdělení úvodu (a předmluvy) lze tušit, že kniha se snaží jít „za principem“ – objasňovat příčiny, vnitřní principy a způsob funkce jednotlivých orgánů a soustav, tedy nepopisovat jen vnější projevy a konkrétní důsledky. Pokud tomu tak opravdu je, je to jediné dobře – protože dle mého názoru a studijních zkušeností je lepší studenta seznámit s jedním jednoduchým principem funkce, ze kterého pak sám odvodí (nebo lépe pochopí / snadněji si zapamatuje) všechny důsledky (konkrétní situace / možné projevy), které z toho plynou. Vždy je lepší vysvětlit jeden vzorec chování, než učit nazpaměť N konkrétních kombinací možných následků a projevů. V matematice je rozhodně lepší jednou vysvětlit, jak funguje sčítání, než učit nazpaměť konkrétní výsledky mnoha kombinací příkladů. Pokud stejnou filosofii (preferenci objasnění principu před snahou vrýt do paměti tisíce možných kombinací projevů) zvolí učebnice jakéhokoliv „nematematického“ oboru, bude to pro jejího logicky uvažujícího čtenáře jediné východa.

Příklad popisující princip funkce ledvin vypadá slibně, popisuje jednoduše a srozumitelně „o co jde“.

Dobré je i navigačně-informační řešení knihy. Když v úvodu čtenář narazí na jemu neznámé slovo „homeostáza“, a nemá právě po ruce zapnuté PC, aby se podíval do Wikipedie, příp. Googlu, jak je v podobných situacích jeho zvykem, tak vytuší, že kurzíva u neznámého oslova má hypertextový odkazující význam – a skutečně vzadu v rejstříku nalezne odkazy na tři místa knihy, kde se dozví, co homeostáza je, aniž by to s využitím mobilního telefonu musel konzultovat s Wikipedií, která není pro mobilní uživatele příliš ergonomická.

Jelikož je u vysvětlení pojmu „homeostáza“ uveden pojem „záporná zpětná vazba“, je čtenáři majícímu za sebou alespoň základy elektrotechniky či automatizace okamžitě jasné, co pojem znamená a jak proces principiálně funguje.

Podle obsahu předmluvy a úvodu tedy kniha působí nadějným dojmem. Narozdíl od biologie člověka na ZŠ před 12 lety, kde byly nesmyslně, nesnesitelně, nepřijatelně a neúčelně vtlačovány do paměti často prázdné (nevysvětlené) anatomické pojmy (prázdná slova bez přiřazení jejich významu) – což se projevilo i na výsledcích studia, tato kniha alespoň podle úvodu slibuje smysluplný přijatelný popis vnitřních principů popisovaných objektů a jevů.

3.2 Schéma oběhu krve (2.3.1)

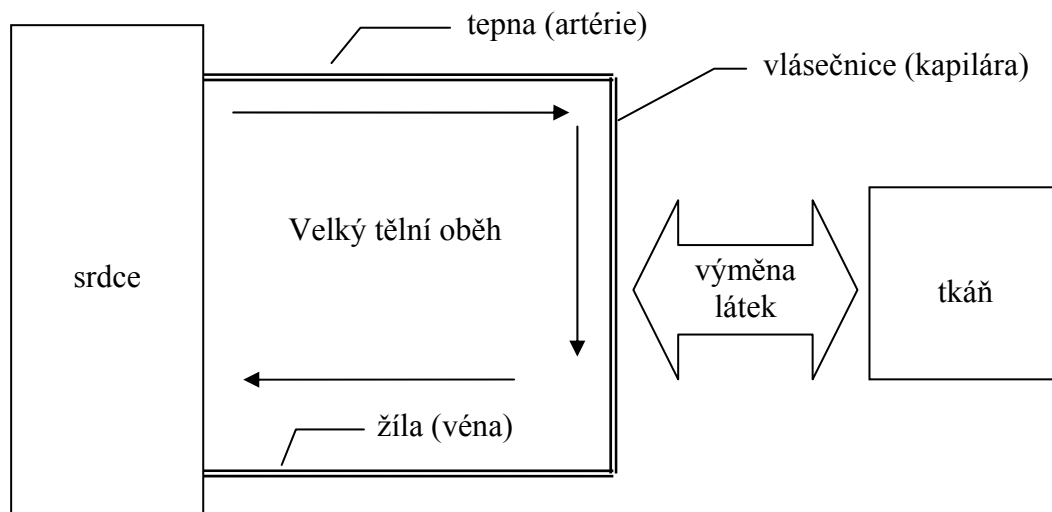
Obrázek

Při snaze zorientovat se rychle v obrázku č.28 („Základní schéma krevního oběhu u člověka“) jsem velmi postrádal pojmy „tepny“ a „žíly“. Místo nich je uvedeno pouze „aorta“ a „horní a dolní dutá žíla“, což jsou ale konkrétní cévy v těsné blízkosti srdce, tyto názvy neplatí pro tepny a žíly, které vedou krev po těle. Proto by bylo vhodné do obrázku popisky „tepny“ a „žíly“ doplnit. A stejně tak i kapiláry. Podle obrázku krev prochází z aorty do tkáně a z tkáně hned do horní a dolní duté žíly. Jistě lze každé schéma zjednodušit, a nakreslit ho blokově, pak ale musí být bloky popsány správnými názvy celku, a ne jednotlivými prvky se zanedbáním ostatních. Např. pokud budu chtít zjednodušeně popsat cestu benzínu automobilem, a přeměnu benzínu na zplodiny, tak nemohu nakreslit schéma se třemi prvky „nádrž-karburátor-výfuk“, ale musím zvolit popis „palivová soustava-motor-výfukové potrubí“. Podobně by neměla být ze všech tepen uvedena jen aorta.

Ale možná by bylo vhodné v případě tohoto schématu zvolit vyšší podrobnost, a uvést více prvků. Aby bylo zjevné, odkud jde krev kam, a také aby nebyl čtenář zmaten, když pak v textu narazí na pojem „kapilára“. Což mj. znamená, že by bylo vhodné, aby u obrázku bylo uvedeno „tepny (artérie)“, „vlásečnice (kapiláry)“, „žíly (vény)“. A pak může být uvedena i ta aorta, jako hlavní tepna – ale nesmí být vynechán hlavní obecný popis „tepny“.

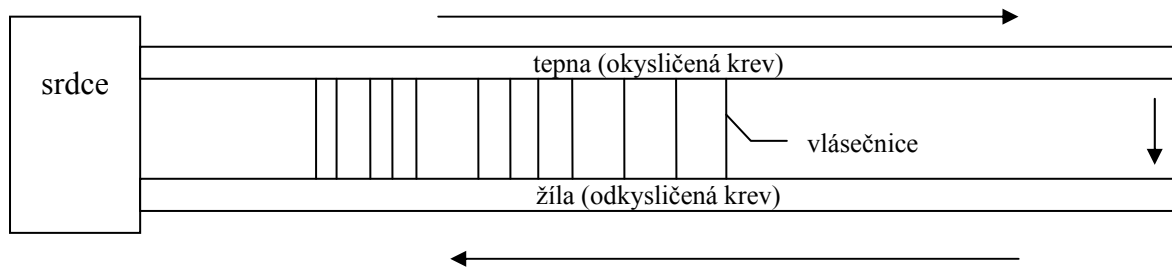
Dále z obrázku díky absenci prvku „vlásečnice“ není zjevné, jaký je vztah mezi vlásečnicemi a tkáněmi, jak jsou přesně vzájemně uspořádány. Jak bylo uvedeno, čistě podle obrázku přechází krev z aorty přímo do tkání. Z obrázku a základních znalostí o typech cév pak lze tušit, že krev jde postupně těmito prvky: tepna-vlásečnice-tkáň-vlásečnice-žíla. Ale v textu je uvedeno „V kapilárách se uskutečňuje základní funkce krve – předávání látek a plynů a přebírání zplodin(...)“ [16], z čehož vyplývá, že krev jde těmito prvky: tepna-vlásečnice-žíla, přičemž mezi vlásečnicí a tkání se předávají jen konkrétní dopravované látky, ale neputuje jimi přímo celá krev. Což je dost zásadní rozdíl.

Pokud tedy správně chápu text knihy, navrhl bych spíše tuto konstrukci schémata velkého oběhu:



Případně by bylo možné naznačit větvení na více tepen a ještě více vlásečnic. Pak by bylo možné použít i pojmy „aorta“ a „horní a dolní dutá žíla“, protože by je v obrázku bylo kam nakreslit bez rizika chybné interpretace. Podobně by bylo možné doplnit i tepénky a žilky.

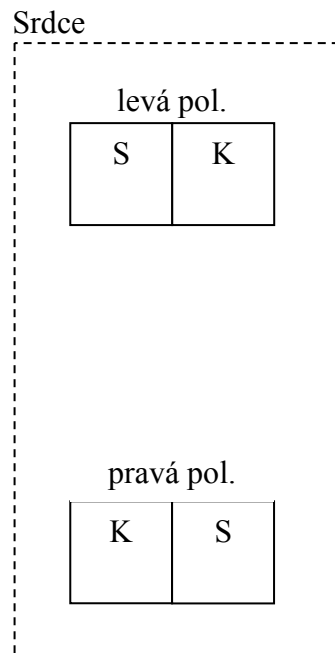
Ještě větší názornosti by se dalo dosáhnout, kdyby poměry délek jednotlivých typů cév více odpovídaly realitě:



Případně by pak okolo pravé části takového schématu mohla být naznačena i horní končetina (patrně levá, při pohledu na člověka z narysu – tedy zepředu), a názornost by byla dokonalá.

Obě poloviny srdce by i přes jejich krevní samostatnost bylo vhodné v obrázku spojit v jeden fyzický objekt. Např. v elektrotechnice je při podobných příležitostech, jako je např. mechanické spojení částí bez funkčního propojení nebo mechanická funkční vazba dvou prvků bez elektrického propojení (dvoupólový vypínač – tj. dva elektricky nepropojené vypínače, ale uživatelem ovládané najednou a vnímané jako jeden vypínač) s úspěchem používána jednoduchá přerušovaná čára.

Tedy, zjednodušeně načrtnuto, by bylo vhodné srdce znázornit takto:



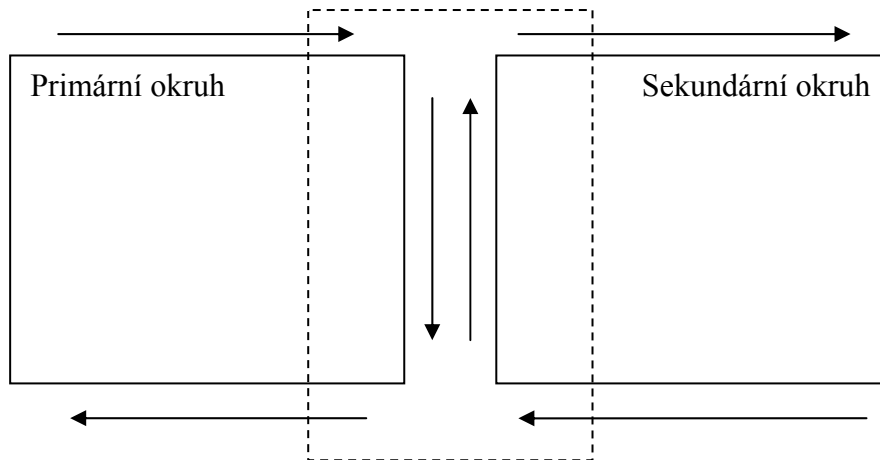
Dva okruhy

V textu je řeč o dvou okruzích. Takže jsem je v obrázku chvíli hledal, než jsem pochopil, že jde ve skutečnosti o dvě části jednoho okruhu.

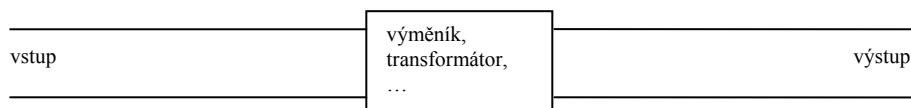
Pod pojmem „dva okruhy“ si představím např. tepelný výměník, kde je předáváno teplo (v boileru: potrubí se špinavou vodou z okruhu topení, ohřátou v kotli -> potrubí s čerstvou pitnou vodou; v kotelně odběratelů páry: potrubí s párou -> potrubí s vodou), ale bez propojení kapalin v oněch dvou okruzích. Proto jsou to dva okruhy, že jsou to dvě samostatná oddělená potrubí, mezi kterými dochází pouze k předávání energie bez míchání kapalin.

Podobně fungují i transformátory, kde je primární a sekundární vinutí („okruh“), která jsou elektricky izolovaná, ale předávají si energii elektromagnetickou cestou:

Funkční blokové schéma:



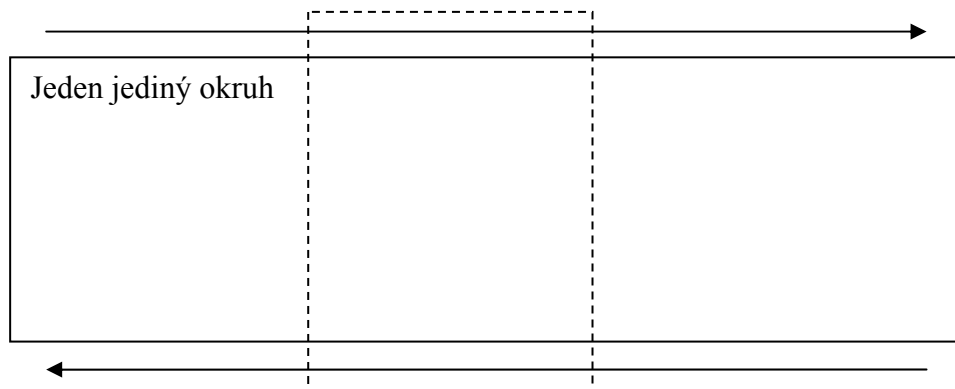
Fyzické/mechanické tvarové uspořádání:



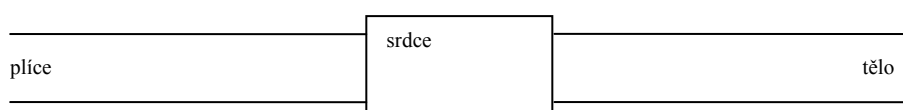
Případně někdy může dojít i k míchání kapalin v obou okruzích, např. v topenářství se často za tím účelem používá vícecestný směšovací ventil.

Ale oběhová soustava člověka má toto schéma:

Funkční blokové schéma:



Fyzické/mechanické tvarové uspořádání:



Oběhová soustava člověka tedy dvouokruhový systém připomíná pouze na pohled zvenku – srdce má dva páry vstup-výstup krve, resp. z blokového pohledu má vstup kyslíku a výstup kyslíku. Ale již víme, jak krev srdcem, plícemi a tělem proudí – víme, že principiálně jde stále o jeden okruh.

Přirovnám-li distribuci kyslíku (abstrahuji-li teď od ostatních funkcí krve) po těle srdcem k distribuci tepla po domě teplovodním topením, pak jde teplá voda z kotle do čerpadla, poté do domovního rozvodu, z něj do druhého čerpadla, a z něj opět do kotle. Stále jde o jeden okruh. Jediný rozdíl oproti realitě jednoduchých domovních teplovodních okruhů je ten, že u topení se obvykle čerpadla instalují těsně před kotlem, aby jimi procházela relativně studená voda (např. 20-40°C), nikoliv voda s teplotou 80°C i více. Jediná zajímavost tělního oběhu je tedy to, že jedno čerpadlo je těsně před kotlem, jedno těsně za kotlem, a obě jsou fyzicky těsně vedle sebe. Ale stále jde o jeden okruh.

Přirovnání k teplovodnímu vytápění považuji za celkem použitelné, protože plíce jsou znázorněny kotlem, srdce čerpadlem, aorta a další hlavní tepny a žíly mezipodlažními stoupačkami, žíly a tepny končetin vodorovným potrubím v rámci pater, a vlasečnice radiátory. Souhlasí i podobné postupné větvení, a tedy i malá rychlost toku a velký průřez (plocha) radiátorů/vlasečnic pro předávání dopravované energie mezi oběhem a okolním prostředím. Jediný zásadní rozdíl je ten, že u topení chybí levá polovina srdce (pravá polovina je navržena tak, aby vše zvládala sama – průtok lze zvýšit paralelním přiřazením druhého čerpadla, výtlak lze zvýšit sériovým přiřazením čerpadla), příp. v praxi je vytápěcí systém mnohem složitější, pokud je zařazeno více zdrojů tepla (kotel na elektřinu, kotel na pevná paliva, sluneční kolektory, tepelné čerpadlo např. země-voda), pokud je těsně před kotlem přidána odbočka pro zavedení ochlazené vody do podlahového vytápění (do kterého má jít voda s nižší teplotou) nebo za kotlem odbočka pro ohřev pitné vody nebo pokud je v okruhu zapojena akumulární nádrž.

Dalším příkladem pojmu „dva okruhy“ jsou dvouokruhové brzdy automobilu. Jejich principem je rozdělení ovládání čtyř brzd do dvou samostatných okruhů, aby v případě narušení brzdícího potrubí a vytečení kapaliny mohl automobil alespoň nějak zastavit s využitím dvou brzdících kol. Oproti tomu při krvácení člověka nelze mluvit o tom, že by byl vybaven dvěma nezávislými krevními okruhy, z nichž by každý krvácel samostatně, a člověk by se pak s polovinou krve v klidu dožil transfúze nebo doplnění krve vlastními prostředky. Z tohoto pohledu je krevní okruh člověka opravdu jeden. Tělo není proti vykrvácení chráněno systémově z hlediska globální architektury, pouze se v mikro-pohledu spoléhá na srážlivost krve, jakožto vlastnost jednotlivých prvků.

Jelikož pojem dvou okruhů oběhové soustavy je patrně v odborném názvosloví pevně zakořeněn a nelze jej odstranit (navíc je částečně opodstatněný), **považoval bych za velice vhodné alespoň v textu výslovně upozornit, že principiálně jde o jeden jediný okruh**, ve kterém proudí stále tatáž kapalina (pominu-li, že krev mizí a objevuje se nová; zkratka okruh je celý průchozí), aby nebyl čtenář maten.

Ostatně, k nedůsledné manipulaci s pojmem „dva okruhy“ někdy dochází i v technických oborech – např. v topenářství se u automatických a poloautomatických kotlů zapojuje tzv. primární a sekundární okruh, přičemž nejde o dva samostatné okruhy, protože sekundárním okruhem je myšlen rozvod teplé vody po domě, a primárním okruhem je myšleno pouhé jeho zkratování, přemostění (by-pass) těsně za kotlem, jako opatření proti korozi kotle v důsledku nízké pracovní teploty vody v něm. Tok vody je pak řízen automatickým směšovacími termostatickými ventily, udržujícími teplotu vody v kotli na hodnotě 60°C. S přihlédnutím k tomuto názvosloví v technickém oboru vytápění tedy lze pojem dvou fiktivních krevních okruhů v lidském těle přijmout, ale jediné s výslovným

upozorněním, že ve skutečnosti jde o jeden jediný okruh. Jinak pečlivý čtenář bude stále hledat, kde je ten druhý okruh, resp. kde je to oddělení dvou okruhů, když se zdá, že jde o okruh jeden.

Za zmínku stojí dělení krevního oběhu podle různých verzí Wikipedie:

Podle polské Wikipedie [34] se oběhová soustava skládá z lymfatické soustavy a soustavy dopravy krve (krevního oběhu), což odpovídá dělení uvedenému v knize. Ale narozdíl od knihy jsou zde uvedeny tři části krevního oběhu: velký krevní oběh, malý krevní oběh a vratná jaterní soustava, navíc je zde ještě samostatně popsán plodový krevní okruh, využívaný nenarozeným plodem.

Anglická verze Wikipedie [36] uvádí dělení krevního oběhu na systémový, plicní a koronární oběh.

Ruská Wikipedie [39][40] uvádí velký (systémový) krevní okruh, malý (plicní) krevní okruh a dva „doplňkové“ [40] okruhy: placentární a srdeční.

Česká Wikipedie [24] se k problému dělení krevního oběhu na pod-okruhy vůbec nevyjadřuje, ale alespoň přehledně uvádí hlavní funkce krevního oběhu.

Německá Wikipedie [5] uvádí zajímavá schémata krevního oběhu ryb, obojživelníků, plazů a teplokrevných živočichů.

Obrázek „Hlavní obvody cévní soustavy“

Zde by bylo pro snadnější a rychlejší orientaci vhodné alespoň zjednodušeně nakreslit šipky znázorňující směr oběhu, obzvláště, když v některých částech obrázku dochází k toku po směru hodinových ručiček, a v některých proti směru.

Stavba a vlastnosti cév

Na obrázku č.30 „Stavba základních typů cév“ by teoreticky stála za úvahu změna pořadí na tepna – vlasečnice – žíla, podle postupu průchodu krve.

Ačkoliv, stávající stav obrázku je uspořádán podle počtu vrstev cév, což patrně odpovídá i odolnosti proti poškození, navržené dle závažnosti krvácení z jednotlivých typů cév (navíc vlasečnice jsou záměrně částečně propustné), takže úvahu o změně pořadí lze zavrhnout.

Další technické pohledy

Krevní oběh slouží celkově rozvodu energie (vč. kyslíku), běh srdce je důležitý i pro provoz ostatních ústrojí, vč. mozku. Vyřazení srdce z provozu je tedy pro tělo něco jako zrušení logistiky a zásobování, pouze se vše projevuje rychleji - zástava srdce znamená pro tělo rychlejší katastrofu, než zrušení zásobování pro Leningrad. Menší a krátkodobější následky má např. odkrvení končetiny přeležením.

Již bylo zmíněno přirovnání rozvodu krve k teplovodnímu vytápění. Oba systémy mají společné i to, že jejich správné funkci vadí jejich zavzdušnění. Byť v případě vytápění se nedostaví fatální následky, a navíc je k dispozici odvzdušňovací ventil. Ale vzduch v těle vadí hlavně srdci [35], což platí i u topení – většina čerpadel se při delším chodu naprázdno bez vody zničí. Jenže v domě se vzduch drží v radiátorech a jiných vyvýšených místech, do sklepa do čerpadla se nedostane, navíc širší trubky spíše umožňují probublání vzduchu nahoru. A u obou systémů vadí případné zanesení a ucpaní – i když u topení má tato hrozba výrazně nižší pravděpodobnost, právě díky většímu průřezu potrubí.

Ze srovnání také plyne, že kdyby lékaři chtěli chirurgicky vylepšovat a upravovat člověka, mohli by do oběhu zapojit akumulaci zásobník. U topení se natopí akumulaci nádrž(e), a pak lze vytápět interiér i po vyhasnutí ohně v kotli. Tj. kdyby byly člověku voperovány zásobníky krve, a ten by si je postupně naplnil (nebo by mu bylo pomoheno transfuzí), a

postupně okysličil, tak by pak teoreticky (při zapojení nádrže těsně za plíce) takový upravený člověk vydržel dlouho pod vodou nebo v zamořeném prostoru, protože tělo by dýchalo kyslík již předem uložený v krvi (pokud by tam vydržel), a plíce by se nemusely nadechovat (pokud by k tomu nebyly nuceny přirozeným reflexem dýchání. Problém by ale nastal, až by se do těla dostala předtím neokysličená krev, kterou by bylo zapotřebí okysličit a přitom by současně bylo zapotřebí stále zásobovat okysličenou krví tělo. Nutný by tedy byl směšovací ventil, ale i tak by většina okysličené krve musela být posílána do těla, a jen část ukládána do akumulárního zásobníku okysličené krve – protože výkon srdce a plic je limitován, a je stavěn pro běžnou spotřebu organismu. Takový člověk by pak tedy musel doplňovat zásoby kyslíku pomalu, výrazně pomaleji, než ji spotřebovává (což je běžné i u nabíjecích baterií pro větší dálkově ovládaná autíčka – nabíjejí se desítky minut, a vydrží jezdit jednotky minut). Tělo by muselo být v klidu, ale srdce a plíce by měly výkon odpovídající velké fyzické námaze. Ovládní směšovacích ventilů by dnes již bylo řešitelné, ale otázkou je, jak by uživatel dokázal nebo nedokázal psychicky ovládat plíce a srdce nebo jak by běžely samy dle tělesné potřeby, bez zásahu uživatele. Případně by pro rychlejší okysličení zásobní odkysličené krve bylo možné použít pomocné vnější umělé plíce. Sice to vše zní poněkud neobvykle, ale z technické podstaty by to po doladění detailů bylo principiálně proveditelné. Nicméně to nemá smysl řešit, protože mnohem jednodušší řešení je použití dýchacího přístroje se zásobou patřičné směsi. Toto řešení je funkční, vyzkoušené, umožňuje rychlou a bezpečnou instalaci, rychlé doplnění dýchací směsi, i stálý přehled o množství směsi v nádobě. A po úvodních obětech mezi prvními přístrojovými potápěči je již známo i to, jak se má hloubka opouštět nebo jakou směsí lahve plnit.

Případně by bylo možné výhledově do krevního oběhu člověka zařadit i jiné prvky, jiná zařízení – lidem s rizikem infarktu by mohla být kontrolována a ředěna krev, lidem s malou srážlivostí krve by mohla být zahušťována, pokud by to bylo technicko-chemicky možné, cukrovkářům by mohla být automaticky neustále hlídána a upravována hladina cukru, a lidem s nemocnými ledvinami by mohla být neustále prováděna dialýza, pokud by patřičné technické zařízení bylo dostatečně zmenšeno (což je teoreticky možné, je to jen věc vývoje – navíc dnešní dialyzační zařízení musejí být výkonnější, neboť nejsou k pacientovi připojena non-stop, takže zařízení, pracující 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, by mohlo být méně výkonné a tudíž i menší).

Tyto úvahy sice možná zní jako scifi, ale o kolik je to šilenější nápad, než (už v praxi voperované) umělé čerpadlo místo původního lidského srdce?

Více konceptů a úvah o budoucnosti je níže, v samostatné kapitole.

3.3 Činnost srdce (2.3.2)

Srdeční cyklus

V úvodu kapitoly je kurzívou uvedeno slovo „rytmicita“, nicméně v rejstříku není obsaženo. Obrázek č. 35 „Pohyb krve v srdečním cyklu“ pěkně znázorňuje podtlakovou a přetlakovou funkci srdce, a nad řezem přípojnými cévami se nadšenci do silniční dopravy musí nutně vybavit mimoúrovňová křižovatka.

Principem střídání přetlaku a podtlaku s využitím zpětných ventilů [29] připomíná srdce pístovou cyklistickou pumpičku, pístové [18][25] nebo membránové [17] čerpadlo nebo ruční vysavače s měchem. Tyto základní principy využívá i trkač [28], ten je ale složitější než srdce

nebo pístová/membránová čerpadla, protože jeho úkolem je parazitovat na vodním toku s využitím jeho vlastní potenciální energie.

Podobně jako srdce, využívá přetlak, podtlak a zpětné ventily (žilní chlopeň) i pomocná svalová pumpa v žilách.

Přirovnání srdečních chlopní k ventilům je v knize uvedeno, ale bylo by lepší výslovně napsat „zpětné ventily“.

Zpětný ventil, vyrobený umístěním tříklopého igelitového obvazu na sterilní krytí, je užíván také jako první pomoc při pneumotoraxu.

V knize uvedenou frekvenci srdečních cyklů cca. 70 tepů za minutu lze vyjádřit také $f=1,17 \text{ Hz}$ ($[\text{Hz}]=[\text{s}^{-1}]$).

Vědom si již před lety faktu, že frekvence srdce se pohybuje řádově v oblasti 1 Hz, jsem velice těžce nesl reklamní slogan pardubického rádia Life „91,6 MHz – frekvence vašeho srdce“, který mne dráždil po dobu mého studia na tamní SPŠE. Srdce nemůže mít frekvenci 91 600 000 Hz, protože to by odpovídalo pulsu 54 960 000 tepů za minutu, a každému posluchači s dokončenými sedmi ročníky ZŠ (po provedené reformě možná osmi) by mělo být jasné, že je to nesmysl. Nicméně slogan vydržel asi až do prodeje/přejmenování rádia.

Ostatně, jak bylo zmíněno v úvodu, značným problémem je pro lidské tělo i $f=50 \text{ Hz}$ střídavého napětí v českých elektrorozvodných sítích.

Další frekvence organismu

Pro srovnání uvedu další frekvenční hodnoty, související s lidským organismem:

Zdravý lidský sluch mladého člověka slyší zvukové tóny o frekvencích 16 Hz až 20 kHz (někdy se pro lepší zapamatování uvádí 20 Hz až 20 kHz), s přibývajícím věkem se tento interval zužuje. Dle informací z TV zpravodajství (cca. r. 2007 – 2008) žáci ZŠ údajně používají na mobilních telefonech vysokofrekvenční vyzváněcí tóny, které jejich vyučující narozdíl od nich neslyší.

Směrovou orientaci má člověk jen u vysokých tónů – proto jsou u některých surroundových (např. 5+1 kanálových) hudebních soustav užívány prostorové „satelity“ – malé reproduktory pouze pro výškové tóny, zatímco velký basový reproduktor (subwoofer) je užíván obvykle pouze jeden, a je umístěn téměř kdekoli, např. v rohu místnosti. Hluboké tóny také dokáží nejlépe pronikat domem do různých jeho částí, přičemž nemusí být vždy snadné nalézt zdroj zvuku, protože basové tóny se nesou daleko, a jsou slyšet z mnoha míst současně.

Vysoké tóny slyší oproti člověku lépe např. psi (čehož může být využito při konstrukci píšťalek pro volání psa) nebo hlodavci (čehož bývá využito u elektronických myšiplašů). Někdy ale může vysokofrekvenční zvuky slyšícího lidského uživatele rozbolet hlava nejen z příliš hluboko pracujícího myšiplaše, ale i z různých elektronických zařízení, která ani žádné zvuky správně vydávat nemají – často jde o spínané napěťové zdroje (VF transformátory).

Lidské oko považuje za cukavý film s 16 fps (frames per second – snímků za sekundu), ale film s 24 fps už považuje za plynulý. Tj. hranice rozeznatelnosti jednotlivých obrázků je pro lidské oko cca. okolo 20 fps (možná blíže k 24). Z čehož mj. plyne, že lidské oko musí být bez problémů schopno při pohledu na odhalené srdce poznat, zda srdce tepe.

V zájmu bezpečnosti práce v dílnách s rotačními stroji (vrtačky, soustruhy) musí být zářivky, používané k osvětlení dílny, zapojeny na různé fáze el. napětí nebo musejí některé z nich mít předřazený prvek, který fázi posouvá, aby vlivem „stroboskopického“ (50 Hz) osvětlení nedospěl pracovník, stojící u rychle běžícího stroje, k mylnému závěru, že stroj je vypnutý.

Úrazy elektrickým proudem

Některá specifika zásahu elektrickým proudem (kritické hodnoty, princip držení se zdroje, rozdíly AC x DC, riziko el.oblouku) byla popsána v úvodu. Zásah elektrickým proudem může způsobit zástavu oběhu a dechu, v takovém případě se provádí běžná kardiopulmocerebrální resuscitace.

Resuscitaci samozřejmě musí předcházet technická pomoc, spočívající v odpojení postiženého od zdroje elektrického proudu. Ideální je vytažení napájecí šňůry ze zásuvky, vypnutí spotřebiče (pokud provedení vypínače zaručuje, že vypínač ani jeho těsné okolí neprobíjí) nebo vypnutí předřazeného vypínače (např. jističe nebo hlavního vypínače), pokud je blízko. Nejznámější způsob je asi úder dřevěnou (dnes i plastovou) násadou, který je sice teoreticky rychlý, ale v praxi vyžaduje přítomnost a nalezení vhodné suché nevodivé násady či jiného vhodného předmětu, např. dřevěné či plastové židle. Jistou alternativou je také přeseknutí přívodní šňůry (pokud jde např. o dlouhou prodlužovací šňůru, jejíž zástrčka je daleko), pokud je při ruce např. sekera se suchým dřevěným nebo plastovým topůrkem. Pokud by se zachránce bez rozmyslu dotkl postiženého, tak by se patrně (podle oblečení postiženého, obuvi zachránce, apod.) přiřadil do obvodu, a pokus o záchranu by připomínal pohádku o sklízení řepy.

V případě spadlého vedení vysokého napětí je nebezpečné krokové napětí, protože může zasáhnout člověka, který stojí nebo spíše jde poblíž. Napětí ze spadlých vodičů je uzemňováno, ale nikoliv v bodě, nýbrž cca. v kruhu (při stejnorodém materiálu země). Napěťový potenciál se zmenšuje s rostoucí vzdáleností od spadlých vodičů, což znamená, že člověk, stojící každou nohou jinak daleko od vodiče (což se v kroku stává), bude využit jako paralelní vodič mezi dvěma místy s různým napěťovým potenciálem, aniž by se vůbec k vodičům pod napětím přiblížil. V případě krajní nutnosti pohybu k vodičům se proto doporučuje pohyb po spirále a krátkými kroky, ale to stejně příliš neřeší manipulaci s případným postiženým, ležícím poblíž vodičů (jiný důvod přiblížení se ke spadlému vedení snad pro běžného člověka není). V takovém případě je tedy zcela bezpečné přiblížit se k postiženému až po vypnutí zdroje elektrického proudu, podobně, jako kdyby byl např. v bazénu. Elektrický proud postupuje paralelně všemi dostupnými cestami (jako krev vlásečnicemi), přičemž jde zejména (nikoliv pouze!) „cestou nejmenšího odporu“ – proud v každé paralelní větvi je přímo úměrný vodivosti dané větve, tj. nepřímo úměrný odporu. Proto je nějakým proudem člověk zasažen i v případě, že jde po zemi, kterou je právě zkratem uzemňováno spadlé elektrické vedení.

Jak bylo zmíněno v úvodu, vysoké napětí nemusí být samo o sobě nebezpečné (bohužel z něj ale často plyne dostupnost silného proudu a možnost vytvoření elektrického oblouku), podstatný je proud. Proto je dost zásadní rozdíl např. mezi 9 voltovou baterií pro napájení drobné elektroniky a 12V (resp. 13,8V) autoakumulátorem.

Elektrotechnici běžně zjišťují stav nabití devítivoltové baterie jejím přiložením k nasliněnému jazyku. Kopne-li baterie, je nabitá. Pokud jen lehce šimrá, je už téměř vybitá. Devítivoltová baterie se skládá z 6 sériově zapojených 1,5V článků, což při její velikosti znamená, že jednotlivé články jsou výrazně menší, než např. jediný článek 1,5 voltové tužkové „baterie“ (přesněji 1,5V tužkového článku). Takže jednotlivé články (a tudíž i 9V baterie jako celek) mají výrazně menší kapacitu, vyjádřenou v mAh. Stejně velký proud tedy běžná 9V baterie vydrží dávat výrazně kratší dobu, než technologicky (chemicky) shodný 1,5 voltový tužkový článek. Teoreticky lze také u 9V baterie oproti tužkovému článku očekávat i menší hodnotu maximálního proudu, který baterie umí dodat, ale to není jisté.

Tužkové baterie mohou být za určitých okolností nepříjemné – když jsou dva tužkové články, zařazené v sérii, omylem zkratovány kovovým řetízkem, tak se kovový řetízek průchodem relativně vysokého proudu (díky téměř nulovému odporu v obvodu) zahřeje natolik, že

dokáže trochu spálit pokožku, která se řetízku dotýká. Takové spálení je ale způsobeno spíše teplem z použitého vodiče, než přímo proudem.

Nebezpečné mohou být autobaterie. Jejich napětí je sice jen 12 nebo spíše 13,8 V DC, ale dokáží krátkodobě dodávat vysoké „startovací proudy“ (pro nastartování studeného motoru elektrickým spouštěčem) i přes 100A (tedy cca. 4000x více, než je bezpečná hodnota stejnosměrného proudu). A v případě běžícího motoru je baterie s alternátorem dohromady schopna dodat i vyšší proudy. Nehledě na existenci speciálních startovacích baterií (určených např. pro dílny nebo autobazary), které umí dodat i proud přes 1000 A [6] (tedy 40 tisíc krát více, než je pro lidský organismus u DC proudu bezpečné). A to jde stále o akumulátor, poskytující stejnosměrné napětí cca. 12V. Přechodové a další odpory sice při tomto napětí proud v praxi výrazně sníží, ale i tak je při opravách automobilu na místě opatrnost. Odpor vlhké kůže je 110Ω [7], tj. $I=12/110=109\text{mA}$, a přechodový odpor bude klesat s větší kontaktní plochou; příp. bude proud dvounásobný při $U=24\text{V}$ nákladních automobilů.

To je hlavní důvod **nebezpečí vyšších napětí – při stejném odporu spotřebičů (člověka) v obvodu prochází na základě Ohmova zákona obvodem vyšší proud.**

Pokud má uživatel hodinky s kovovým řemínkem, a chystá se opravovat automobil v místě s odhalenými vodiči nebo svorkami, je vhodné si hodinky sundat, jinak existuje hrozba zapečení řemínku do ruky. Autozásuvky (CL zapalovače) bývají obvykle zapojeny přes pojistku 16, příp. 15A.

Domovní zásuvky pro rozvod 230V AC mívají jistič na 10A (tedy 1000x více, než hraničních 10mA) a při odporu vlhké kůže 110 ohmů by člověkem, zkratujícím zásuvku bez další zátěže, prošel proud $I=230/110=2,1\text{A AC}$, který dokáže člověka zabít, aniž by byl vyhozen jistič nebo přepálena pojistka. Proud 2A totiž při napětí 230V odpovídá příkonu 460W, přičemž v domácnostech jsou běžně užívány přenosné spotřebiče s příkonem do 2kW, takže čistě podle hodnoty odebíraného proudu (to je ta hodnota, kterou kontrolují jističe nebo pojistky) nelze zjistit, že je do obvodu zapojen člověk.

Proto je v posledních letech zejména v koupelnách užíván proudový chránič[26], který porovnává vstupní a výstupní proud. Nevrací-li se nulou (N) stejný proud, jaký odchází fázi (L), chránič usoudí, že nějaký proud odchází do země. Ať už přímo ze zařízení, nebo přes člověka, vždy je to pro chránič důvod k okamžitému rozpojení obvodu.

Častějším způsobem ochrany je zapojení vodivé kostry nebo skříně spotřebiče na ochrannou zem (PE – v českých zásuvkách horní kolík), do kterého když je sveden proud, tak v případě správného třívodičového (L-N-PE) domovního rozvodu dochází k okamžitému vypnutí jističe, protože vodičem PE za normálních okolností proud neprochází. Ale stále je užíván i dvou vodičový rozvod (L-PEN), kdy je kostra svedena na pracovní nulu (ne ochrannou zem), takže jistič je vypnut jen v případě, že dojde ke zkratu s dostatečně nízkými přechodovými odpory, aby proud v obvodu přesáhl hranici (obvykle 10A) pro vypnutí jističe z důvodu vysoké zátěže (nikoliv z důvodu průchodu proudu ochranným vodičem PE). Spojením vodičů PE a N vzniká riziko, že při přepólování vstupu (záměna L a N) se na kostru dostane fáze, a uživatel v lepším případě (dostatečné přechodové odpory, např. vlivem laku, apod.) cítí při dotyku spotřebiče lehké šimrání (vyzkoušeno v praxi při přestavbě akumulčních kamen z 3 fázových s trvalým zapojením do zdi na 1 fázové se zástrčkou). Přepólování vstupu je totiž v českých poměrech bohužel stále velmi časté i pro rizikové spotřebiče s ochranným PE vodičem, protože jsou stále užívány roztrojky, jejichž levý výstup z konstrukčních důvodů zaměňuje L a N. Dnes již snad tyto nebezpečné roztrojky nejsou v prodeji, ale po mnoho let byly považovány za naprosto normální věc, a stále jsou v praxi hojně užívány. Nové bezpečné roztrojky se poznají podle toho, že v jejich levém výstupu je ochranný PE kolík dole, nikoliv nahoře (aby bylo vnitřní konstrukcí roztrojky vynucené překřížení vodičů překříženo zpět do správného stavu).

Podle informací uvedených na SPŠE může u člověka zasaženého elektrickým proudem, přestože fyzicky své zapojení do obvodu zvládl bez úrazu, následně dojít k vážnému narušení jeho okamžitého psychického stavu. Patrně působením el. proudu na mozek

Přínos elektřiny pro srdce

Elektrody a elektronické záznamové zařízení jsou využívány při záznamu elektrokardiogramu (EKG), který může pomoci s diagnostikou, příp. přímo v akutních stavech zobrazuje momentální (ne)činnost nebo fibrilaci srdce. Typický tvar jedné periody EKG zdravého člověka je využíván ve znaku některých ZZS, např. ZZSHMP.

V případě fibrilací nebo úplné zástavy srdce je schopnost proudu působit srdci šoky využita při snaze o uvedení srdce do jeho normálního režimu pomocí elektrických výbojů. V posledních letech se projevuje snaha vybavit samočinným defibrilátorem [11] některé veřejné prostory. Součástí jednotky je EKG, a zařízení samo rozhodne, zda bude pacientovi předán výboj, takže od laického záchránce je vyžadováno v podstatě pouze přiložení elektrod a spuštění přístroje. Podle aktuálních informací z médií má takový defibrilátor vést uživatele hlasem česky (v ČR) krok za krokem, což znamená, že cizinec nebo neslyšící musí umět ruční nepřímou masáž srdce. A v hlučném prostředí v podstatě kdokoliv.

3.4 Další podkapitoly

Vzhledem k podrobnějšímu rozvedení dvou pro mne nejzajímavějších podkapitol (a zadání umožňujícímu zpracování i jediné podkapitoly třetí úrovně), zpracuji následující podkapitoly jen útržkovitě a velice povrchně, zabývat se budu jen konkrétními pro mne zajímavými detaily.

Proudění krve v cévách (2.3.3)

Přirovnání srdce k tlakovému čerpadlu je na místě, příp. by mohlo být zmíněno, že z tlakových čerpadel má nejbliže k čerpadlu membránovému.

Ve vzorci podle Ohmova zákona bych se přimluvil za tvar $I=U/R$, protože v našich podmínkách je napětí značeno zásadně písmenem „U“, nikoliv „V“. Označení „V“ lze nalézt např. v anglické Wikipedii [38], patrně jako zkratka slova „voltage“, ale u nás není takové značení obvyklé, a z dalších jazykových verzí Wikipedie vyplynulo, že označení „U“ se stejně jako u nás užívá mj. i v polštině, slovenštině, němčině či ruštině.

Regulace krevního tlaku (2.3.4)

Zpětná vazba a homeostáza

Jako u jiných procesů homeostázy, i zde platí princip zpětné vazby, zejména regulační negativní zpětné vazby, pro stálé navracení hodnoty k normálu.

Pokud by bylo zapotřebí použít hmatatelný příklad kladné zpětné vazby, nabízí se pískání mikrofону při špatném ozvučení sálu nebo při telefonickém volání posluchače rozhlasu do studia – „ticho“ přehrávané reproduktorem je snímáno mikrofonom a vráceno do reproduktoru, odkud je opět snímáno tímž mikrofonom, což po několikerém zopakování cyklu (proběhne v téměř nulovém čase) znamená, že původní ticho je zesíleno až k nesnesitelně hlasitému pískání, aniž by musel být přidán vnější zdroj zvuku. Analogií ve světě obrazu je záběr kamery na její vlastní výstupní monitor, který má za výsledek zobrazení mnoha

menších a menších monitorů v sobě, čistě teoreticky je jich nekonečno, prakticky je jich konečný počet, daný rozlišením monitoru a kamery.

Ve světě biologie člověka bych si dovilil za nežádoucí projev kladné zpětné vazby považovat zhoršující se hyperventilaci (dýchá špatně => dýchá rychleji => dýchá ještě hůře), obecně tento princip platí i u mnoha jiných s psychikou souvisejících procesů (psychické vsugerování vyšší bolesti nebo stále rychlejší a méně účinné pokusy o plavání při topení se). Příp. pokud nestíhám psát (ručně, ve škole), tak píši rychleji, což má za následek dělání klíčků písmen větším obloukem, to má za následek větší měrnou dráhu propisky (na každé písmeno), to má za následek pomalejší psaní každého písmene, což má za následek zrychlení pohybu propisky a zhoršení situace. Podobně lze negativní dopady kladné zpětné vazby pozorovat i v jiných oborech (ekonomie: „vytloukání klínu větším klímem“ – tj. splácení půjčky z nové půjčky a nárůst celkových úroků), ale na stejném principu má kladná zpětná vazba i pozitivní dopady (ať už v psychickém stavu člověka nebo v mikroekonomii; příp. v makroekonomii existují tzv. multiplikátory).

Výhodou použití regulačního řešení se zpětnou vazbou je její analogie (spojitost, plynulost). Stále probíhají regulační zásahy, které jsou dle potřeby velké nebo malé. Nevýhodou nespojitých dvoustavových (zapnuto/vypnuto) řešení je trhavost úprav, příliš rychlá změna při malých výchylkách stavu (v kombinaci s hysterezí) a příliš pomalá změna při velkých výchylkách stavu. A tedy také nutnost použití tolerance (např. mezi termostatem spínajícím topení a termostatem spínajícím klimatizaci by měl být dostatečně široký interval přípustných hodnot; ale i jen při použití topení bez klimatizace by se mělo topení spínat při nižší teplotě než vypínat, aby se nezničilo, příp. aby nemělo vysoký odběr energie). Oproti tomu zpětná vazba provádí úpravy neustále, lze říci, že podle matematického vzorce, a vždy volí vhodnou intenzitu (prudkost) změny, úměrnou absolutní hodnotě výchylky, a lišící se i řády.

Řízení oběhové soustavy z vyšších center

Činnost srdce je do velké míry ovlivnitelná nepřímou vůlí jeho uživatele. Nejčastěji je jeho tep zrychlen, např. v důsledku emocí, ať už negativních (strach, nervozita, časová tíseň, vztek, ...) nebo pozitivních (nadšení z člověka nebo i jevu či věci). Vzato do důsledku lze záměrně z vlastní vůle zrychlit tep fyzickým pohybem, čehož je využíváno např. v situacích, kdy je lidem zima nebo jim přímo hrozí umrznutí.

Zkušeni uživatelé umí své srdce i zklidnit – zejména jde o bezpřístrojové potápěče[37], kteří za účelem co nejdelší výdrže pod vodou na jeden nádech zklidní před ponorem svoji mysl, a následně i dech a oběh.

Kromě toho mají natrénovaný i větší objem plic – nejznámější český bezpřístrojový potápěč Martin Štěpánek, původem z Náchoda, potápějící se na jeden nádech do hloubek přes 100 metrů, měl v r.2001 při měření v Hradci Králové funkční vitální kapacitu plic 8,38 litru [32], přičemž tato hodnota „se dramaticky zvýší v průběhu tréninkového cyklu“ [32].

Podobné schopnosti zklidnění mysli a životních funkcí lze očekávat i u příslušníků některých východních filosofí a náboženství.

Takže i když nelze srdci přímo poručit, kdy má udeřit, a kdy ne (narozdíl od plic, které umožňují přepnutí z automatického režimu na manuál, alespoň do chvíle, než se uživatel začne dusit), existují způsoby, jak činnost srdce urychlit nebo zpomalit. A to buď přímo ovlivněním své mysli nebo fyzickou aktivitou nebo příp. nějakým počinem (např. skokem na padáku), který vyplaví do těla adrenalin.

Ale příliš velké množství adrenalinu v těle může, místo jím sledovaného vyššího fyzického a psychického výkonu, vlivem „předávkování“ naopak způsobit krátkodobé vyrazení mysli, a tedy celého člověka, z provozu. Mé první myšlenky po opuštění dvouplošníku (ještě před otevřením padáku, tj. cca. po jedné až dvou sekundách) byly: „*Asi letím dolů. Stíhám si jen matně uvědomovat, že nevnímám, že jsem asi mimo.*“ [1].

Podobně jsem si po jednom pádu z jízdního kola vůbec nepamatoval průběh pádu, přestože se mi nic nestalo, do hlavy jsem se neudeřil (přilba nebyla poškrábaná, hlava nebolela), a ihned po dopadu jsem se sám zvedl. Pouze podle malých následků (cca. dvě malé odřeniny při rychlosti okolo 30 km/h na asfaltové silnici) a natržení dresu na zádech jsem usoudil, že jsem asi válel sudy (což je nejlepší způsob chování po dopadu), ale vůbec jsem si to nepamatoval.

Přitom jiné vypjaté okamžiky (nehody, i stavy, které nehodou hrozily) si člověk zpravidla pamatuje velmi podrobně, jako by trvaly mnohem delší dobu, protože je vnímá a ukládá do paměti s větší hodnotou fps, jako by situaci snímal vysokorychlostní kamerou, používanou např. při crash testech. Což v podstatě platilo i u toho skoku na padáku – sice jsem krátkodobě nebyl schopen jakékoli akce, ale velmi podrobně jsem si zapamatoval průběh (teoretické myšlenky byly v tu chvíli to jediné, čeho jsem byl schopen). Podobně při svižné jízdě na kole hustým silničním provozem, s předjížděním motorových vozidel, dosahují míra soustředění i rychlost vnímání okolí velmi dobrých hodnot. Což by také patrně mohlo být způsobeno adrenalinem, ale v menší dávce, která je ještě pro tělo povzbuzující, ne tlumící.

(V této úvaze o „předávkování adrenalinem“ čerpám pouze ze zkušeností, ne z literatury.)

Onemocnění oběhové soustavy (2.3.5)

Z technických oborů má k onemocnění oběhové soustavy blízko podlahové vytápění. Již je celkem známo, že aby podlahové topení nezpůsobovalo křečové žíly, nemá jím procházet příliš teplá voda. Takže je vhodné zvolit dostatečnou hustotu vytápěcího potrubí, aby šlo používat dostatečně nízkou teplotu vody [12]. Důležité je upozornit, že citovaný článek je označen „inzerce“, takže jde o výběr pouze lepších stránek podlahového vytápění (ačkoliv z článku není zřejmé, jaká firma jím má být propagována, takže označení jako inzerce může být mylné).

Faktem však je, že podlahové vytápění je někdy připojováno k tepelným čerpadlům, jejichž „nevýhodou“ je nižší teplota výstupního média (vody), takže potřebují větší plochu topných těles. Propojení tepelného čerpadla a podlahového vytápění je tedy ideální, protože tepelné čerpadlo poskytuje ne příliš teplou vodu, vhodnou pro podlahové vytápění; a podlahové vytápění poskytuje dostatečnou plochu, nutnou pro tepelné čerpadlo.

Mízní soustava (2.3.6)

Vzhledem k již tak značnému rozsahu této práce nehledám potřebu se ke kapitole 2.3.6 knihy vyjadřovat.

Souvislosti s jinými podkapitolami druhé úrovně, tedy s jinými soustavami organismu

Některé souvislosti, zejména s dýchací soustavou, ale i drobné zmínky o zraku, sluchu, nervovém ovládní svalů, či vůli a jednomu hormonu, byly uvedeny výše v průběhu textu. Následují pouze konkrétní doplňky.

Krev (2.2.2)

Pro dárce krve [2] je užitečná nejen informace, že lze bez problémů zvládat úbytek krve 550 ml a přežít úbytek krve do 1,5 litru (což znamená 100ml až 1 litr rezervu pro případ úrazu cestou z transfúzního oddělení domů...), ale zejména informace, že plný stav krve se doplní řádově během několika hodin.

Pouze se mi příliš nelíbí suché konstatování, že krve je v těle cca. 5,5 litru, protože podle obecně dostupných informací je množství krve přímo úměrné hmotnosti člověka, což znamená, že holý údaj o litrech bez kilogramů nelze považovat za informaci. Vhodné by bylo uvést přibližné množství krve na 1kg živé provozní váhy člověka (vč. provozních kapalin, tedy např. krve) nebo alespoň doplnit, jak hmotného člověka se údaj 5,5 litru týká, a podle jakého vzorce se objem krve dá z hmotnosti odvodit (zda jde opravdu o pouhou přímou úměrnost, bez posunutí dalšími konstantami nebo koeficienty).

U obrázku č. 23 je uvedeno, že erytrocyt je nakreslen z půdorysu a bokorysu. Obrázky z těchto pohledů si ale neodpovídají. Pakliže je pohled shora opravdu pohledem shora, pak je zjevné, že při pohledu z boku musí být červená krvinka vodorovná, nikoliv svislá. Druhou možností je, že bokorys je správný – pak musí být to, co je nyní nazváno půdorysem, označeno jako nárys (pohled zepředu), a obrázek bude v pořádku. Za nejvhodnější řešení považuji otočení pohledu z boku o 90°, aby šířka, viditelná z boku, odpovídala šířce (průměru), viditelné shora.

Celkem pěkně je zpracována část vysvětlující krevní skupiny a Rh faktor. Pouze by mohlo být podrobněji rozvedeno, jakým způsobem se krevní skupina dědí, pokud mají rodiče různou krevní skupinu. Podle informací v knize obsažených by se dalo spekulovat např. o tom, že se smísí (sečtou) aglutinogeny (tj. $0+A=A$; $0+B=B$; $A+B=AB$; $AB+x=AB$), ale to by znamenalo, že by dnes po dlouhém vývoji lidstva měli téměř všichni skupinu AB, a téměř nikdo by neměl skupinu 0, takže tuto hypotézu lze okamžitě zamítnout. Další možností by bylo, že by se dědila náhodně skupina jednoho z rodičů, což kniha nepotvrzuje ani nevyvrací (odpověď jsem nenalezl ani v kapitolách 3 a 4.1, kde bych příp. čekal něco o dědičnosti). Tabulka dědičnosti krevních skupin je uvedena ve Wikipedii[22], a z její zběžné analýzy vyplývá, že dítě může mít libovolně velkou (tedy i prázdnou nebo identickou) podmnožinu ze sjednocení množin aglutinogenů obou jeho rodičů.

Případně by v knize mohla být zmínka o krevní transfúzi, o prof. Janu Janském, o resuscitaci a o Petru Safarovi, MD. I když to by patrně znamenalo přílišný nárůst tloušťky knihy.

Dýchací soustava (2.4)

Jelikož doprava kyslíku (a CO_2) po těle je nejdůležitější funkcí krve (přerušení rozvodu kyslíku po těle znamená jeden z nejrychlejších nástupů fatálních následků), byla dýchací soustava nebo některé její části zmiňována výše, přímo v hlavním pojednání o oběhové soustavě.

Kostní dřev (podkapitola v 2.1.1)

S oběhovou soustavou úzce souvisí i kostní dřev, neboť jí dodává náplň.

4 Budoucnost- propojení člověka a techniky

Ačkoliv následující řádky (s výjimkou podkapitoly 4.3) příliš nesouvisejí s oběhovou soustavou, domnívám se, že se do pojednání o technickém pohledu na biologii člověka hodí.

4.1 Umělé náhradní díly

V případě zničení nějakého důležitého orgánu je často snaha o transplantaci zdravějšího kusu od jiného člověka – živého (např. u ledvin) či mrtvého (např. v případě srdce).

Na transplantace jsou v databázových systémech vedeny pořadníky, protože orgánů se nedostává tolik, kolik by jich zájemci o ně celkem potřebovali. Mezi lidmi sice existuje pojem „dobrovolný dárcce orgánů“, označující obvykle rychlého jezdce na motocyklu, ale v praxi obvykle nejsou orgány motorkářů použitelné.

Nicméně už dnes pro lidský organismus existuje řada umělých náhradních dílů:

- Zcela běžně jsou instalovány umělé klouby, nejčastěji kolena, případně jsou po nehodách a úrazech prováděny různé ortopedické zásahy, při kterých jsou pro zpevnění prvků opěrné soustavy instalovány různé produkty hutního průmyslu.
- Zmínit lze i umělý chrup, příp. prsní implantáty.
- Již jsou prováděny transplantace umělých očních rohovek.
- Velký pokrok proběhl v protézách dolních částí dolních končetin. S odpruženými běžeckými speciály dokáží jejich uživatelé běhat velmi rychle, i rychleji než s původními nohami. (původní zdroj: ČT2, cca. 2008; ověřeno: [33][10][31]) Absence všech svalů pod koleny je vyvažována pružným provedením, které v podstatě rekuperuje energii. O tom, zda výhody protézy oproti živé noze převažují nad nevýhodami, nebo ne, se přou odborníci za pomoci studií, takže je nehodlám rozsuzovat.
- Probíhají praktické pokusy s transplantací celého umělého srdce, a dávno běžně probíhají implantace kardiostimulátoru.
- Umělé ruce, příp. celé horní končetiny ještě čeká dlouhý vývoj, zejména je zapotřebí vyřešit napojení a ovládání.
- Umělé plíce již dávno existují, jen jsou obvykle příliš velké, než aby se daly stále nosit s sebou a mobilně napájet. Ale v tomto ohledu jsou reálné šance na brzký pokrok, doba běžných transplantací umělých plic se blíží [30][15]
- Podobně by mohly časem přijít mobilní umělé ledviny (když budou pracovat non-stop, tak bude oproti dnešním dialyzačním přístrojům stačit menší výkon, což usnadní miniaturizaci).
- Věřím, že s pokrokem ICT budou reálné umělé oči pro nevidomé, zatím se vyskytující v seriálu Star Trek. Jsou prováděny pokusy s napojením počítače s virtuální realitou přímo na mozek uživatele, bez použití prostorových brýlí apod. Pokud by se to podařilo, stačilo by na vstup místo grafiky počítačové hry pustit výstup z kamery, a nevidomý uvidí. A s využitím přídavného aktivního nočního vidění pomocí IR světla by přes den viděl barevně jako člověk vybavený zejména RGB čípkami, a v noci monochromaticky, přibližně jako pes, vybavený zejména tyčinkami (na vzdálenost, kam by dosvítilo IR osvětlení).

Teoreticky může nastat doba, kdy si lidé budou preventivně měnit dosud funkční orgány za umělé (spolehlivější, výkonnější), podobně, jako si dnes občas někdo nechá před cestou mimo civilizaci vyjmout slepé střevo.

Blíže se problematice umělých orgánů věnuje článek „Náhradní díly pro člověka“ [30] v časopisu ABC.

A teoreticky se také může stát, že se lidé začnou podobat seriálové postavě Robocop – humanoidnímu [21] umělému robotovi [27], ke kterému je připojen lidský mozek – takový celek se pak nazývá Kyborg [23]. „Stačí“ zvládnout připojení mozku k mechanickému tělu, a není třeba vyrábět díly zapojitelné přímo do organického těla. Důvody mohou být různé – úrazy, opotřebování těla věkem, nebo jen snaha o zdokonalení. Dnes některé ženy podstupují plastické operace, aniž by je k tomu vedly pouhý následky, časem někteří lidé budou požadovat výměnu orgánů za umělé čistě proto, aby dosahovali lepších „sportovních“ výkonů. Dnes se kontrola pravosti provádí u některých soutěží krásy, časem se kontrola pravosti bude společně s dopingem provádět u profesionálních „sportovních“ akcí.

Dodatečně jsem narazil na článek „Beznohý běžec nesmí na olympiádu. Je nedovoleně rychlý“ [33], který tuto předpověď v podstatě potvrzuje: „*Pistorius je schopný běhat na svých protézech stejnou rychlostí jako sprintéři bez postižení, avšak s vynaložením o 25 procent méně energie,*“ cituje agentura Reuters ze zprávy odborné komise, která Pistoriusovy výkony zkoumala.“ [33].

Při propojení pomocných paměťových, výpočetních, navigačních, či komunikačních zařízení přímo na mozek uživatele by mohl reálně nastat stav, kdy bude užívána strojově podporovaná telepatie, a užívání řeči bude omezeno (což bylo předvedeno v závěru seriálu Planeta opic). Vše začne napojením mikrofону a sluchátek mobilního telefonu (resp. bezdrátové handsfree sady) přímo k hlavě, pro pohodlné a tišší telefonování či poslech hudby, časem bude dosaženo možnosti telefonovat ještě více potichu, až nakonec půjde o telepatii. Zlomovým okamžikem bude připojení zařízení k mozku, místo k hlasívkám a uším (to přijde dříve).

Pokud by rychleji než technika postupovalo genetické inženýrství manipulující s klony, geny a DNA, dalo by se očekávat také vyvinutí androida [19] – organického „roboty“ v duchu Čapkova RUR.

Možností budoucího odlidštění člověka (cesty k fyzické nesmrtelnosti) a polidštění počítačů jsem se před delším časem zabýval v úvaze „Vývoj počítačů a vývoj lidstva“ [3].

4.2 Elektronické implantáty bez připojení k tělu

Dnes jsou užívány různé čipové karty, kontaktní či bezkontaktní, příp. menší čipy v podobě přívěsku, ne instalované v kartě. Slouží k odemykání dveří, odpíchnutí příchodu na pracoviště, nastartování vozidla, výdeji stravy, placení nákupu, apod. Souhrnně jde vždy o identifikaci jedince, příp. jeho (přístupových) práv.

Předpokládám, že během nemnoha desítek let nebo i kratší doby by mohlo dojít ke sloučení všech čipů do jednoho. Jeden jediný čip tak nahradí občanský průkaz, řidičský průkaz, zbrojní pas, strojnický průkaz, profesní průkaz, průkaz na řízení VZV, kartu na studentské slevy, kartu na MHD, platební kartu, klíče, jízdenky, heslo do informačního systému.

Překážkou bude jednak náročnost sloučení všech systémů do jednoho, obzvlášť když to bude vyžadovat spolupráci úřadů, a to dokonce na nadnárodní úrovni; a jednak nebezpečí zfalšovatelnosti čipu, která by měla fatální následky.

V papírové podobě vydrží z oficiálních dokumentů nejdéle cestovní pas, aby bylo možné cestovat i do méně rozvinutých zemí.

Aby se omezilo riziko ztráty nebo odcizení univerzální čipové karty, budou čipy implantovány pod kůži, podobně jako je to dnes prováděno s identifikačními čipy pro psy. Obsluha všech chráněných zařízení pak bude jednodušší a pohodlnější. Podstatnou nevýhodou bude, že se začnou množit případy přepadení s useknutím horní končetiny nebo vyříznutím části kůže za účelem zisku čipu. Přičemž přepadený pak v nemocnici nebude moci bez čipu ani předložit „kartu“ pojišťovny, ani zaplatit poplatek za ošetření.

Teoreticky by pro tyto účely mohly být užívány vrozené identifikační znaky (otisky prstů, oční sítnice, otisk psího čenichu pro otevření psích dvířek), ale pak by veškeré čtečky veřejných činitelů byly závislé na centrální databázi a synchronizaci s ní, protože čtečka by byla schopna jen zjistit identitu.

Čip může mít teoreticky i paměť, do které se nastaví, že dotyčný člověk má konkrétní skupiny řidičského průkazu, a policejní čtečka to zjistí offline na místě. Sice by centralizované on-line řešení zaručilo lepší aktuálnost, ale i tak lze očekávat spíše implantaci čipů, než využívání otisků a sítnic. Mj. bude čip spíše možné chránit proti kopírování kódem s algoritmem, zatímco otisky prstů by byly falšovány.

Kromě pohodlí to vše ale přinese i mnohem větší kontrolu jedince, ať ze strany státní moci, či zaměstnavatele. Mj. lze očekávat, že k nastartování vozidla bude nutný nejen souhlas majitele (zadání řidiče do seznamu povolených řidičů), ale i přítomnost patřičné skupiny ŘP v záznamech řidiče. Automaticky se bude vytvářet kniha jízd i se jmény skutečných řidičů, tachograf bude vědět, kdo vozidlo řídí, a po překročení povolené doby řízení bude kamion zastaven. Uprostřed města nebo frekventované mezinárodní silnice, protože není a nebude k dispozici dostatečná hustota a kapacita odstavných ploch. Pohyb jedince bude monitorovatelný (díky průchodům různými místy) a o každém bude shromážděno velké množství osobních dat.

Pokud jde o vhodné umístění identifikačního univerzálního podkožního čipu, lze předpokládat, že bude implantován do horní končetiny (kvůli přiložení ke čtečce u turniketu i kdekoliv jinde). Prst je příliš malý, implantát by v něm vadil a tlačil, podobně by při práci nebo sportu tlačil i v dlani, takže nejlepší by asi byl před zápěstím, na horní straně ruky, kde není tepna.

4.3 Implantát napájený krví

Server Idnes.cz [13] informoval o vizi implantovaného mobilního telefonu, kterou v soutěži Greener Gadgets Design Competition 2008[14] představil Jim Mielke.

Mobilní telefon bude implantovaný pod kůží, pro komunikaci s uživatelem bude ve funkci displeje užíváno proměnlivé tetování. Zařízení bude napájeno z palivového článku velikosti mince, který bude dvěma trubičkami připojen k tepně a žíle, aby mohl odebírat kyslík a cukr, a měnit je v elektrickou energii.

Uvážím-li, že lidstvo se mj. snaží o nalezení vhodného mobilního zdroje (resp. akumulátoru) elektrické energie pro elektromobily, napadá mne, že československý film „Upír z Feratu“, ve kterém prototyp Škoda 110 Supersport [8] (dnes je díky filmu znám spíše jako „Ferat“) představoval upírský závodní automobil, jezdící na krev, sáto z pravé řidičovy nohy (což působilo nehody vlivem řidičovy neschopnosti pravou nohou brzdít, příp. řidič omdlel), nebyl zcela scestný. Zásadní rozdíl byl v tom, že motory vozidel byly ve filmu organické, tedy živé, takže feratská auta ve filmu měla pod přední kapotou jakousi červenou hýbající se hmotu, jež měla představovat živý upírský organický motor, zatímco skutečný benzinový motor OHV o objemu 1,1 litru se podle tehdejší (1971) koncepce nacházel pod kapotou zadní (což je ostatně pro sportovní vůz lepší řešení). To znamená, že letošní návrh napájení neživého

elektronického zařízení lidskou krví (byť krev naštěstí není pohlcována, jen jsou z ní odebrány potřebné látky) předčil i představy tvůrců Sci-Fi hororu [9]. Což ale nic neubírá na celkem solidní pravděpodobnosti, že během např. deseti let budou tyto implantáty běžně osazovány. Jestliže lze plíce bezpřístrojového potápěče natrénovat na dvojnásobnou vitální kapacitu [32], mohou si srdce a plíce zvyknout i na napájení mobilního telefonu. Ovšem uživatelé pak musejí další a další zařízení připojovat postupně a s rozumem, aby si tělo stíhalo zvykat, a otázkou je i to, zda zvýšená zátěž nezkrátí životnost srdce, příp. plic nebo dalších orgánů. Jelikož uživatelé často řeší mobilní napájení vysílaček, fotoaparátů, navigačních přístrojů, kamer, apod., je jen otázkou času, kdy někoho napadne vyvést z člověka zásuvku pro dobíjení baterií (mě to napadlo teď, ale nehodlám podněcovat realizaci tohoto nápadu). Takže nakonec jednou může lidstvo skončit i podle filmu Matrix, kde lidé byli trvale připojeni k počítačům, poskytovali jim energii, a dostávali od nich zpět vjemy virtuální reality.

Jestliže jednou bude hrozit, že představy z filmu Upír z Feratu [9] se stanou skutečností, nastoluje se otázka, zda by nebylo lepší jezdit prostě velomobilem (šlapací kapotované vozidlo, obvykle tříkolé, se střechou nebo bez), protože v obou případech bude cestující po jízdě unaven, ale jízda velomobilem bude oproti jízdě krví napájeným automobilem výrazně zdravější. A navíc je výroba i údržba velomobilu jednodušší a tedy i levnější.

Užitečnější využití pro krevní palivový článek by bylo napájení např. kardiostimulátoru nebo přímo celých umělých orgánů, zmíněných v předchozí podkapitole.

Pozitivní na mobilním telefonu napájeném krví je alespoň to, že podle Idnesu [13] při jednom připojení ke krevnímu oběhu také monitoruje zdravotní stav uživatele.

Což by mohlo být užitečné pro pacienty s cukrovkou, ale i jako prevence pro kohokoliv. Lze si představit i zabudování EKG, či jiných pokročilých diagnostických technologií. Mobilní telefon by pak mohl v případě potřeby sám zavolat ZZS, a pokud bude mít v dosahu navigační modul (dle dnešních technologií by to byl GPS přijímač, předávající zjištěná data přes bluetooth), může udat i pozici. Příp. budou jednou člověku implantovány i ty navigační moduly, protože přirozená navigační schopnost člověka bude vlivem jeho rozmazlování klesat, a on bude elektronickou navigaci potřebovat stále častěji a stále blíže domovu či pracovišti (čímž poroste jeho závislost nejen na technice, ale i na komkoliv, kdo ovládne navigační systémy – vláda, komerční společnost, církev, apod.).

Jelikož výrazně klesající je cena elektroniky, nikoliv cena těžkých průmyslových výrobků či lidské práce, nedá se předpokládat, že by byla zvýšena hustota výjezdových skupin RZP, RLP a LZS, takže dojezdové časy ZZS zůstanou přibližně stejné. Proto by bylo vhodné, aby implantované zařízení obsahovalo např. i defibrilátor, což ale při dnešních možnostech není energeticky možné. Reálnější by bylo paralelní, nebo spíše sériové, zapojení umělého srdce, které by bylo spuštěno v případě potřeby (což je konkrétní důvod pro výše slíbené budoucí preventivní vkládání umělých orgánů do těla – relativně zdravý člověk si pro jistotu nechá voperovat umělé srdce, aby bylo připraveno k automatickému spuštění v případě potřeby – jako záložní generátor). Sériové zapojení umělého srdce by mělo tu výhodu, že by teoreticky mohlo pomoci biologickému srdci v tom, aby znovu naskočilo.

Příp. pokud by šlo o integrovaný defibrilátor, přísun energie by se dal realizovat, pokud by bylo běžně užíváno indukční napájení spotřebičů (bezdrátový přenos elektrické energie), a člověku implantovaný defibrilátor by si sám vzal energii z rozvodu, pokud by právě byl v dosahu - v místnosti by mohl mít šanci okolo 80% i více. Otázkou by ale bylo, jak by si do člověka implantované zařízení mohlo indukčně bezdrátově vzít elektrickou energii, aniž by tím přenosem byl poškozen člověk. Moje předchozí vize preventivně montovaného záložního umělého srdce je tedy reálnějším řešením. Pacient postižený např. infarktem by se příliš neznepokojoval, v klidu by dokončil nejnnutnější práci, a během třeba desítek minut až

jednotek hodin by se v klidu dostavil do zdravotnického zařízení, aby mu tam bylo něco uděláno s biologickým srdcem (např. aby bylo vyměněno za plnohodnotné umělé srdce, stavěné na plnou zátěž; a záložní umělé srdce aby se opět přepnul do stavu pohotovosti).

Horší by bylo, že naprogramovaný počítačový vir (zaslaný např. e-mailem) by pak mohl fungovat i jako vir biologický. Někdo bude chtít paralyzovat protivníka, tak mu e-mailem pošle „chřipku“. Realizovatelné by to bylo snadno. Stačilo by telefon přimět k co nejvyšší stálé aktivitě (např. komunikaci se sítí operátora, příp. ke komunikaci přes WiFi nebo bluetooth), a jeho spotřeba elektrické energie vzroste, takže bude více oslabovat uživatele. Kdyby se to podařilo udělat ve spánku, a velmi silnou měrou, dalo by se dosáhnout i toho, že uživatel by zaspal, protože by se pořád cítil unavený a ospalý, a neměl by sílu vstát – takže by pak např. zmeškal soudní nebo obchodní jednání. A pokud by se nebudil delší dobu, tak by potřeboval umělou výživu, a jsme opět u představ filmu Matrix – člověk jako vegetující organismus pro výživu strojů. Dnes lidé pěstují obilí a chovají zvířata, aby měli co jíst, a kdyby se masově rozšířila výroba el.energie z látek v lidském organismu, tak by byla představitelná i matrixovská vize, kdy si počítače chovají lidi, aby měly energii.

Příp., pokud by telefon komunikoval přímo s mozkem uživatele, bylo by možné uživatele pomocí viru pro mobilní telefon snadno dovést k nervovému zhroucení vhodně zvolenými podněty, příp. teoreticky přímo (získaným přístupem) či nepřímo (vydíráním-nervovým mučením) získat informace z jeho mozku. A pokud by telefon měl datové propojení s kardiostimulátorem, umělým srdcem, či teoreticky defibrilátorem, lze říci, že naprogramovaným virem by bylo možné člověka během několika minut zabít.

Takže i přes nepatrné výhody se příliš netěším na mobilní telefony (a jiná elektronická zařízení) implantované do těla. Ale je velice pravděpodobné, že přijdou.

5 Literární a hovorové metafory zasahující oběhovou soustavu

Tuto práci jsem psal pohledem technika, což souvisí mj. s mým dosavadním vzděláním v oblasti elektrotechniky a informačních a komunikačních technologií. Pro studium na PdF jsem si po informatice zvolil jako druhou aprobaci „český jazyk a literatura“. Důvodem této volby sice byl téměř matematicky přesný obor „český jazyk“, zejména jeho stavba (kde je obvykle cílem vyjádřit se a chápat vyjádřené co nejjednoznačněji), ale povinnou součástí této aprobace je i ona druhá, umělecká, část „literatura“ (kde se předpokládá, že jeden text je každým čtenářem, nebo i stejným čtenářem v různou dobu, chápán jinak, po autorovi se vyžaduje, aby s tím počítal, a po studentovi se vyžaduje, aby se svým chápáním textu strefil do chápání vyučujícího, které příliš neodpovídá tomu, co je v textu napsáno – cokoliv tedy lze chápat jakkoliv, ale běda tomu, kdo nezvolí jedinou „správnou“ možnost z tisíce možných způsobů výkladu).

Nicméně, slovo „literatura“ je v mém studijním zaměření obsaženo, proto následuje souhrn několika metafor, které různé jevy obrazně přirovnávají k částem oběhové soustavy.

„Srdce“

- obecně střed, řídicí středisko; v člancích o technice prvek, bez kterého nemůže systém fungovat

„Krvě by se v něm nedořezal“, „Ztuhla krev v žilách“

- vyjadřuje stav, kdy se vydešením nebo strachem stahuje a tuhne svalstvo (nejspíš)
- oproti tomu u tepu bych čekal spíše jeho zvýšení než snížení, aby bylo tělo připraveno k akci (jako když se před předjížděním podřadí pro dosažení vyšších otáček)

„Utáhnout na krev“

- maximální možné utažení šroubu, přirovnání mohlo vzniknout např. z představy, že je téměř stlačen povrch materiálu, a pod povrchem je u člověka krev (mj.), jejíž tok tím může být zastaven, nebo naopak uvolněn pro opuštění oběhové soustavy směrem ven z těla

„Spadl kámen ze srdce“, „Mít/nemít srdce“

- projekce emocí, příp. morálky a duševních hodnot do srdce místo do mozku (odpovídá i srdci coby symbolu zamilovanosti), patrně proto, že emoce ovlivňují tep

„Pít krev“

- u klíšťat či pijavic to je doslovné, a někdo to zkrátka přenesl jako označení čehokoliv, co jedinci vadí

"Z cizího krev neteče"

- autor tohoto přísloví si zjevně uvědomoval, že krvácení je pro jedince nebezpečné

„Mně to žíly netrhá“

(ve významu „mně je to jedno“, „nevadí mi to“, „nezajímá mě to“)

- autor si uvědomuje, že žíly jsou pro provoz těla poměrně potřebné
- příp. by mohlo jít i o projekci faktu, že emoce zvyšují tlak (a extrémně vysoký tlak kapaliny může potrhát potrubí), takže jestliže nějaký jev netrhá „žíly“ (spíše myšleno obecně „cévy“, ale to není hovorově příliš užívaný pojem), znamená to, že daný jev nezpůsobuje jedinci příliš vysoké emoce

„Má to v krvi“

- je mu to vlastní, má to zažité – potvrzuje vnímání krve jako nedílné, nutné, části těla

„Mít modrou krev“

- patrně může jít o záměr vyjádřit, že šlechta je někdo velmi jiný, protože lidstvo již velmi dlouho ví, že krev je červená (to dokázalo zjistit válkami, bez lékařských studií)

„Krev ze sebe nesmyješ krví“ (afghánské přísloví)

- zde má „krev“ význam boje, ubližování, zabíjení, podobně jako když se řekne, že „poteče krev“ nebo že „tekla krev“

„Vaří se krev v žilách“

- opět souvisí se zvýšením tepu a tlaku vlivem emocí

Další přirovnání lze najít na internetu:

http://www.google.com/search?source=ig&hl=cs&rlz=1G1GGLQ_CSCZ272&q=%22p%C5%99%C3%ADslov%C3%AD%22+%2Bkrev&btnG=Vyhledat+Googlem&meta=

nebo

http://www.google.com/search?hl=cs&rlz=1G1GGLQ_CSCZ272&q=%22p%C5%99%C3%ADslov%C3%AD%22+%2Bsrdce&btnG=Hledat&lr=

Množství přirovnání různých jevů k oběhové soustavě a jejím částem dokazuje, že si lidé uvědomují a uvědomovali velkou důležitost oběhové soustavy pro život člověka, a někdy jí (resp. srdci) díky vnějším projevům (zvýšený tep) dokonce přiřazovali i funkce, které náleží spíše mozku (emoce).

6 Závěry a doporučení

6.1 Závěry k biologii člověka

V textu o oběhové soustavě jsem dle plánu našel různá přirovnání k technickým systémům.

Čtením a přemýšlením o oběhové soustavě se ve mně opět zvýraznila otázka, jak takový složitý a propracovaný systém vznikl. Kdo ho jak navrhl, protože stavba lidského těla vykazuje výsledky dobře provedené analytické a konstrukční práce.

Při postupujícím pokroku lidských schopností nelze vyloučit, že časem vznikne android [19], tedy nová živá bytost, ne zcela totožná s člověkem, jejíž potomci budou opět řešit otázku, „kdo je navrh“.

Nelze nezpomenout Čapkův román RUR, neboť postupující věda v oblasti informatiky a kybernetiky, jakož i v oblasti biologie a lékařství, stále více ukazuje na reálný (realizovatelný) základ Čapkova románu, ať už dojde k polidštění umělých robotů (umělá inteligence) nebo naopak k vyvinutí nového organického tvora (genetika).

Současně s tímto vznikem nového druhu (případně nové civilizace) bude docházet ke značným zásahům do stavby člověka, ať už zásahům technickým (elektronika, apod.), či biologickým (genetika).

V podstatě jsem tedy i teď dospěl ke stejnému závěru, jako před šesti lety [3], tj. že

- bude vyvíjen nový druh a současně
- bude měněna stavba člověka.

Nový závěr je, že obojí může probíhat nejen na poli technickém, ale i na poli biologickém.

Dále jsem si teď uvědomil, že

- oba procesy mohou splynout v jeden
 - zkušenosti z vývoje nového druhu budou použity pro zlepšení člověka
 - konkrétně např. zkušenosti z robotiky budou využity v protetice (nebo naopak)
- nebo naopak mohou ty dva procesy vyplynout z původně jednoho procesu
 - pokud bude člověk geneticky upravován, může se stát, že jednoho dne nějaká jeho verze bude prohlášena za nečlověka, resp. ona sama se prohlásí za nadčlověka, a převezme vládu (to jí půjde snadno, když bude lidskými vědci předem geneticky vylepšena)

6.2 Doporučení ke knize

Podněty a připomínky ke knize byly průběžně vkládány přímo do patřičných kapitol v textu o oběhové soustavě.

Doplňující multimediální materiál – amatérské hrané video o fiktivním zásahu ZZS

Dovolím si zmínit videoklip, který by teoreticky mohl být odkázán jako doplňující a odlehčující materiál pro studenty, vhodný pro rozptýlení a informování. Videoklip [4] je sice vytvořen amatérsky, ale do jisté míry popisuje průběh zásahu ZZS u nehody. Byl vytvořen v přímé spolupráci se ZZS, scénář byl konzultován s vedoucím lékařem LZS. Video částečně

ukazuje i postup při laické pomoci u nehody (na postup fingoané resuscitace dohlédli lékaři ZZS), ale popis laické první pomoci není hlavním cílem videa – tématem videa je spíše činnost ZZS. Nejslabší stránkou je filmařská kvalita videoklipu, která je dána schopnostmi i možnostmi autorů (šlo o školní seminární práci).

Videoklip z důvodu autorských práv nelze šířit z vlastního diskového prostoru, ale lze odkázat na stránku hl. autora [4], kde je video umístěno se souhlasem držitele práv (UHK-FIM).

7 Použité nebo odkazované zdroje

- [1] ADÁMEK, Martin. *Jak jsem si skočil na padáku* [online]. 2005 [cit. 2008-06-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.adamek.cz/texty/padak.htm>>.
- [2] ADÁMEK, Martin. *Jak jsem začal dávat krev* [online]. 30.12.2005 [cit. 2008-05-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.adamek.cz/texty/krev.htm>>.
- [3] ADÁMEK, Martin. *Vývoj počítačů a vývoj lidstva* [online]. 2002 [cit. 2008-06-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.adamek.cz/texty/vyvojpcalidstva.rtf>>.
- [4] ADÁMEK, Martin, et al. *Můj čas : videoklip* [online]. Jaro 2005 [cit. 2008-05-17]. Dostupný z WWW: <<http://www.adamek.cz/video/mujcas>>, <http://uk.youtube.com/watch?v=uiOCg_taSiU> a <http://video.google.com/videoplay?docid=6276865446337733914&q=m%C5%AFj+%C4%8Das&ei=wlQvSK_ZI4GEjQLDlqnaCQ>.
- [5] Artikel *Blutkreislauf*. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 14. Juni 2008, 13:14 UTC. URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Blutkreislauf&oldid=47236548> (Abgerufen: 18. Juni 2008, 23:13 UTC)
- [6] *Buffalo bull : Ryko - vybavení pro pneuservis* [online]. 2008 [cit. 2008-06-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.vybavenipropneuservis.eu/?w=cat&op=showcat&id=88&fid=8950>>.
- [7] BYDŽOVSKÝ, Jan. *První pomoc*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, spol. s r. o., 2001. 74 s. ISBN 80-247-0099-9.
- [8] CEDRYCH, Mario René, NACHTMANN, Lukáš. *Škoda - auta známá i neznámá*. [s.l.] : [s.n.], 2003. 250 s. ISBN 80-247-9052-1.
- [9] ČSFD. *Upír z Feratu* [online] [cit. 2008-06-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.csfd.cz/film/4247-upir-z-feratu/>>
- [10] ČTK. Běžec s amputovanými končetinami smí startovat na olympijských hrách. *Idnes.cz* [online] 16.5.2008 [cit. 2008-06-19]. Dostupný z WWW: <http://sport.idnes.cz/bezec-s-amputovanymi-koncetinami-smi-startovat-na-olympijskych-hrach-les-/atletika.asp?c=A080516_145735_atletika_ot>
- [11] Defibrilator [online]. Wikipedia : wolna encyklopedia, 2008-05-20 12:30Z [dostęp: 2008-06-18 01:11Z]. Dostępný w Internetecie: <http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Defibrilator&oldid=12607490>
- [12] HERZIGOVÁ, Monika. Podlahové vytápění našemu zdraví neublíží. *Svět bydlení* [online]. 2007 [cit. 2008-06-18]. Dostupný z WWW: <http://www.raiffeisenstyl.cz/smaz/stavime/art_23808/podlahove-vytapeni-nasemu-zdravi-neublizi.aspx>.
- [13] HRON, Michal. V budoucnu nám mobil „vyteturí“ do kůže. Bude napájen naší krví. *Idnes.cz* [online] 5.3.2008 [cit. 2008-03-05]. Dostupný z WWW: <<http://mobil.idnes.cz/v->

budoucnu-nam-mobil-vytetuji-do-kuze-bude-napajen-nasi-krvi-plf-mob_tech.asp?c=A080227_154116_mob_tech_hro>

- [14] Jim Mielke - Digital Tattoo Interface. *Greener Gadgets Design Competition 2008*, [online] 2008 [cit. 2008-03-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.core77.com/competitions/GreenerGadgets/projects/4673/>>
- [15] –MH-. Umělé plíce pomohou čekatelům na transplantaci. *HZP* [online]. [cit. 2008-06-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.e-hzp.cz/main/clanek.php?id=906>>
- [16] NOVOTNÝ, Ivan, HRUŠKA, Michal. *Biologie člověka : pro gymnázia*. 3. přepracované, rozšířené a upravené vyd. Praha : Fortuna, 2002. 239 s. ISBN 80-7168-819-3.
- [17] Pompa membranowa [online]. Wikipedia : wolna encyklopedia, 2008-03-20 08:03Z [dostup: 2008-06-17 17:37Z]. Dostupný w Internecie: http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Pompa_membranowa&oldid=11807768
- [18] Pompa tłokowa [online]. Wikipedia : wolna encyklopedia, 2007-10-22 09:24Z [dostup: 2008-06-17 17:35Z]. Dostupný w Internecie: http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Pompa_t%C5%82okowa&oldid=9954219
- [19] Příspěvatelé Wikipedie, *Android* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, Datum poslední revize 26. 03. 2008, 07:25 UTC, [citováno 19. 06. 2008] <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Android&oldid=2392375>>
- [20] Příspěvatelé Wikipedie, *Céva* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, Datum poslední revize 3. 06. 2008, 11:02 UTC, [citováno 14. 06. 2008] <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=C%C3%A9va&oldid=2647949>>
- [21] Příspěvatelé Wikipedie, *Humanoid* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, Datum poslední revize 14. 06. 2008, 03:52 UTC, [citováno 19. 06. 2008] <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Humanoid&oldid=2684852>>
- [22] Příspěvatelé Wikipedie, *Krevní skupina* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, Datum poslední revize 2. 06. 2008, 16:17 UTC, [citováno 18. 06. 2008] <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Krevn%C3%AD_skupina&oldid=2645576>
- [23] Příspěvatelé Wikipedie, *Kyborg* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, Datum poslední revize 12. 06. 2008, 10:41 UTC, [citováno 19. 06. 2008] <<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Kyborg&oldid=2678812>>
- [24] Příspěvatelé Wikipedie, *Oběhová soustava* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, Datum poslední revize 2. 06. 2008, 05:04 UTC, [citováno 14. 06. 2008] <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Ob%C4%9Bhov%C3%A1_soustava&oldid=2643872>
- [25] Příspěvatelé Wikipedie, *Pístové čerpadlo* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, Datum poslední revize 20. 02. 2008, 04:42 UTC, [citováno 17. 06. 2008] <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=P%C3%ADstov%C3%A9_%C4%8Derpadlo&oldid=2274329>

- [26] Příspěvatelé Wikipedie, *Proudový chránič* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, Datum poslední revize 30. 05. 2008, 21:14 UTC, [citováno 18. 06. 2008]
<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Proudov%C3%BD_chr%C3%A1ni%C4%8D&oldid=2636613>
- [27] Příspěvatelé Wikipedie, *Robot* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2008, Datum poslední revize 5. 05. 2008, 16:43 UTC, [citováno 19. 06. 2008]
<<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Robot&oldid=2546401>>
- [28] Příspěvatelé Wikipedie, *Vodní trkač* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2007, Datum poslední revize 17. 07. 2007, 11:49 UTC, [citováno 17. 06. 2008]
<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Vodn%C3%AD_trka%C4%8D&oldid=1662285>
- [29] Příspěvatelé Wikipedie, *Zpětný ventil* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2006, Datum poslední revize 16. 12. 2006, 04:06 UTC, [citováno 17. 06. 2008]
<http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Zp%C4%9Btn%C3%BD_ventil&oldid=1025412>
- [30] SMRČEK, Karel. Náhradní díly pro člověka. *Časopis ABC* [online]. 20/1999 [cit. 2008-06-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.iabc.cz/scripts/detail.php?id=136>>
- [31] ŠINDELÁŘ, Jaroslav. Arbitráž: Běžec s protézami smí startovat na OH v Pekingu. *Ihned.cz* [online] 16.5.2008 [cit. 2008-06-19]. Dostupný z WWW: <<http://sport.ihned.cz/c1-24775710-handicapovany-atlet-pistorius-smi-startovat-na-oh>>
- [32] ŠTĚPÁNEK, Martin. *Martin Štěpánek - biography* [online]. [cit. 2008-06-18]. Dostupný z WWW: <http://www.divefit.com/martin_stepanek/cz/biography.htm>.
- [33] TUČEK, Josef. Beznohý běžec nesmí na olympiádu. Je nedovoleně rychlý. *Aktuálně.cz* [online] 14.1.2008 [cit. 2008-06-19]. Dostupný z WWW: <<http://aktualne.centrum.cz/veda/clanek.phtml?id=518517>>
- [34] Układ krwionośny człowieka [online]. Wikipedia : wolna encyklopedia, 2008-06-2 05:01Z [dostęp: 2008-06-14 22:10Z]. Dostępny w Internecie: http://pl.wikipedia.org/w/index.php?title=Uk%C5%82ad_krwiono%C5%9Bny_cz%C5%82owieka&oldid=12784246
- [35] Wikipedia contributors, 'Air embolism', *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 16 June 2008, 21:53 UTC, <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Air_embolism&oldid=219790150> [accessed 17 June 2008]
- [36] Wikipedia contributors, 'Circulatory system', *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 31 May 2008, 16:11 UTC, <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Circulatory_system&oldid=216207125> [accessed 14 June 2008]
- [37] Wikipedia contributors, 'Free-diving', *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 17 June 2008, 19:22 UTC, <<http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Free-diving&oldid=219983803>> [accessed 18 June 2008]

[38] Wikipedia contributors, 'Voltage', *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 15 June 2008, 17:34 UTC, <<http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Voltage&oldid=219527282>> [accessed 18 June 2008]

[39] Википедия contributors, 'Кровообращение', *Википедия, свободная энциклопедия*, 12 июня 2008, 12:25 UTC, <<http://ru.wikipedia.org/?oldid=9444057>> [accessed 14 июня 2008]

[40] Википедия contributors, 'Круги кровообращения человека', *Википедия, свободная энциклопедия*, 7 июня 2008, 08:23 UTC, <<http://ru.wikipedia.org/?oldid=9346380>> [accessed 18 июня 2008]

Dále bylo čerpáno mj. z informací získaných na kurzech

Zdravotník zotavovacích akcí (rozsah látky 40 hod.) - Český červený kříž Kolín, 2004

Zdravotník zotavovacích akcí, doškolovací kurs (r.l. 12h) - Český červený kříž Náchod, 2008