

3 NEBEZPEČENSTVO ÚRAZU ELEKTRINOU

El. zariadenie môže pri nesprávnom (resp. neopatrnom) používaní spôsobiť úraz el. prúdom.

El. prúd predstavuje špecifické ohrozenie, ktoré človek nie je schopný rozpoznať zmyslami.

3.1 Účinky el. prúdu na ľudský organizmus

Nebezpečenstvo úrazu elektrinou nastáva, ak sa človek pri fyzickom kontakte stane súčasťou vodivého uzavretého el. obvodu, pri ktorom jeho telom preteká el. prúd.

Účinky el. prúdu na ľudský organizmus závisia najmä od veľkosti a druhu prúdu, dráhy prúdu telom, času pôsobenia, frekvencie prúdu.

Veľkosť prúdu tečúci telom človeka závisí od:

- veľkosti napätia,
- odporu častí ľudského tela, ktorými prúd preteká,
- od prechodových odporov miest vstupu a výstupu el. prúdu.

Napr. napätie 230 V pri suchom prostredí a suchej pokožke môže byť pocítené len ako „potrasenie“, no pri vlhkom prostredí, pri spotenej koži môže zapríčiniť smrť.

Pri vysokom napätí (nad 1 kV) nemusí vôbec dôjsť ku kontaktu s časťou pod napätím a nastáva preskok napätia a to až na vzdialenosť niekoľkých centimetrov.

Striedavý prúd je asi 3x nebezpečnejší ako jednosmerný.

3.1.1 Účinky jednosmerného (JS) prúdu

Pri JS prúde má najväčší význam **elektrolytický účinok**, pretože väčšie elektrochemické zmeny dráždia pohybové nervy, čím spôsobujú krčovité stiahnutie svalov. Pri veľkých prúdoch sa zastavuje životná činnosť buniek.

- JS prúdy do 3 mA nevyvolávajú obyčajne vôbec žiadny pocit.
- Pri 5-10 mA dochádza ku svrbeniu a pocitu tepla.
- Pri 20-25 mA začína sťahovanie svalov na rukách.
- Dolná hranica prúdu vyvolávajúca krče je asi 60 mA.
- Ak prúd prechádza hrudníkom, nastáva sťažené dýchanie, pri prúdoch 80-100 mA je dýchanie takmer nemožné.
- Pri prechode prúdu hlavou môže dôjsť k zlyhaniu k životu potrebných mozgových centier (regulácia srdcovej činnosti, dýchania, ...) a následne k úmrtiu.

Ďalší účinok JS prúdu je **tepelný** (je menej výrazný ako elektrolytický). Najviac sa zohrejú časti s najväčšou hustotou prúdu.

3.2.2 Účinky striedavého prúdu

Pri striedavom prúde má najväčší význam veľkosť prúdu na činnosť srdca. (Človeka je možné zachrániť len vtedy, pokiaľ nedôjde k trvalému zastaveniu činnosti srdca).

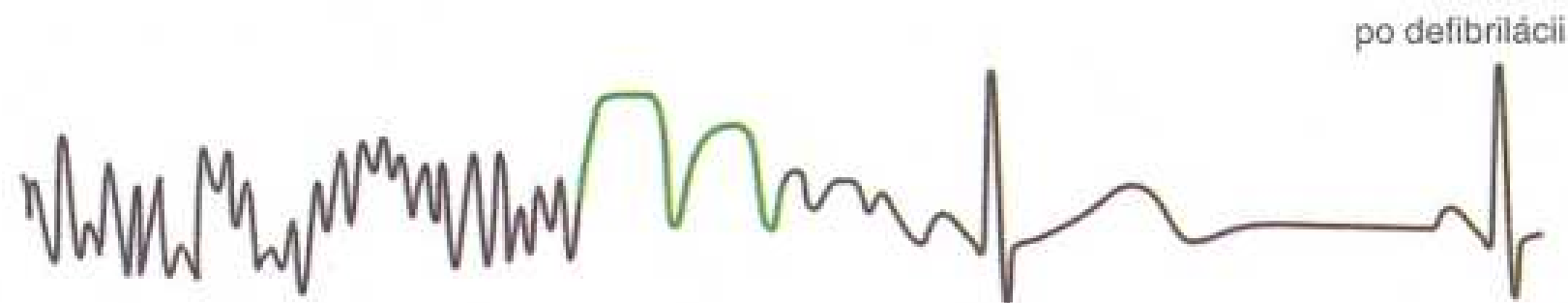
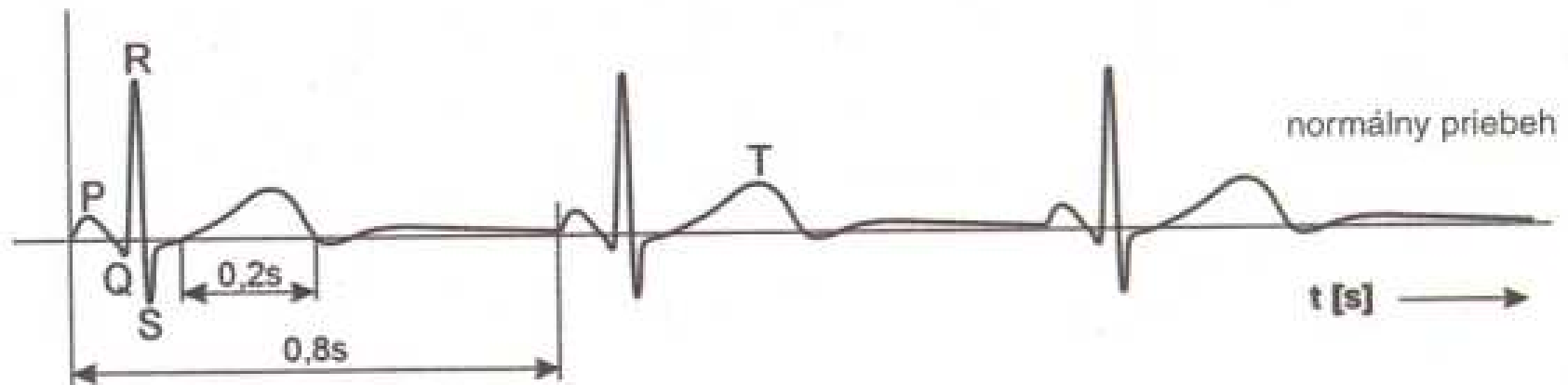
V každom pracovnom cykle srdca (tepe), ktorý trvá cca 0,8 s sa nachádza tzv. zraniteľná fáza (T- vlna), trvajúca cca 0,2 s.

V tejto fáze je srdce náchylné na vznik fibrilácie, t.j. prerušenie pravidelného rytmu srdcových komôr (podstatné zníženie výkonnosti srdca).

Ak nedôjde vonkajším zásahom k prerušeniu prúdu a následnej defibrilácii srdca (lekársky zákrok pomocou vn defibrilátora - el. výbojom), zastaví sa krvný obeh (zastavením srdcovej činnosti) a o niekoľko minút dochádza k nezvratným zmenám v ľudskom organizme, hlavne v mozgovom nervovom centre.

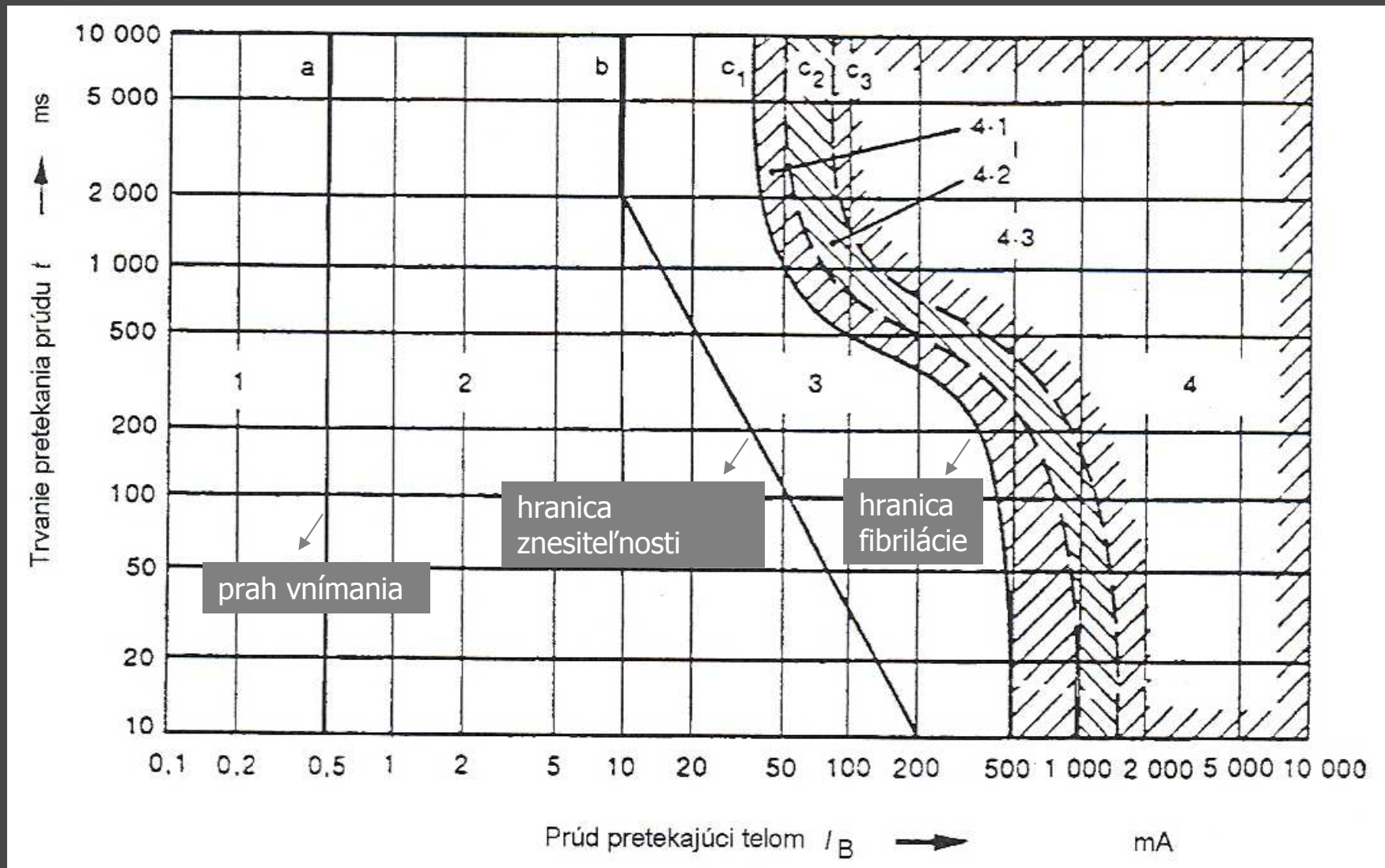
Pravdepodobnosť vzniku fibrilácie srdca závisí od:

- veľkosti prúdu (nad cca 25-30 mA),
- od okamihu, v ktorom začne prúd pretekať telom (v čase T- vlny).



Vplyv veľkosti a času pôsobenia el. prúdu na ľudský organizmus

Vplyv el. prúdu je možné rozdeliť do zón: 1, 2, 3, 4-1, 4-2, 4-3, ohraňovaných krivkami: a, b, c_1 , c_2 , c_3 .



Medzné krivky pôsobenia striedavého prúdu s $f = 50$ Hz na človeka (Kouwenhovenov graf)

Fyziologické účinky striedavého prúdu na človeka v jednotlivých zónach:

Zóna 1: Pásmo úplnej bezpečnosti

- Obvykle žiadne účinky, organizmus na ne vôbec nereaguje.

Zóna 2: Pásmo bezpečnosti

- Obvykle žiadne škodlivé fyziologické účinky.

Prechod prúdu človek vníma pocitmi ako: mravenčenie, trpnutie, ľahký spazmus (krčce).

Krivka „b“ zároveň tvorí zároveň hranicu uvoľnenia, kedy človek môže ešte svojou vôľou ovládať svoje zmysly (napr. vyslobodiť sa z dosahu prúdu)

Zóna 3: Pásmo nebezpečnosti (pásmo ťažkých úrazov elektrinou)

- krčové svalové reakcie, ktoré už človek nedokáže ovládať,
- dýchacie ťažkosti, zatiaľ ešte bez fibrilácie srdcového svalu.

Zóna 4: Pásmo nebezpečnosti (pásmo mortality)

- K účinkom uvedeným v zóne 3 pribúdajú ešte nebezpečné patofyziologické účinky ako zastavenie dýchania, ťažké popáleniny, možnosť zastavenia srdcovej činnosti.

Zóna 4.1:

Pravdepodobnosť vzniku fibrilácie srdca je do 5 %.

Zóna 4.2:

Pravdepodobnosť vzniku fibrilácie srdca je do 50 %.

Zóna 4.3:

Pravdepodobnosť vzniku fibrilácie srdca je nad 50 %.

Pozn.

Predpisy pre ochranu pred úrazom elektrickým prúdom (STN 33 2000-4-41) rešpektujú dobu, za ktorú dôjde k odpojeniu chybnnej časti príslušnou ochranou podľa výšky napätia.

Pri napätí:

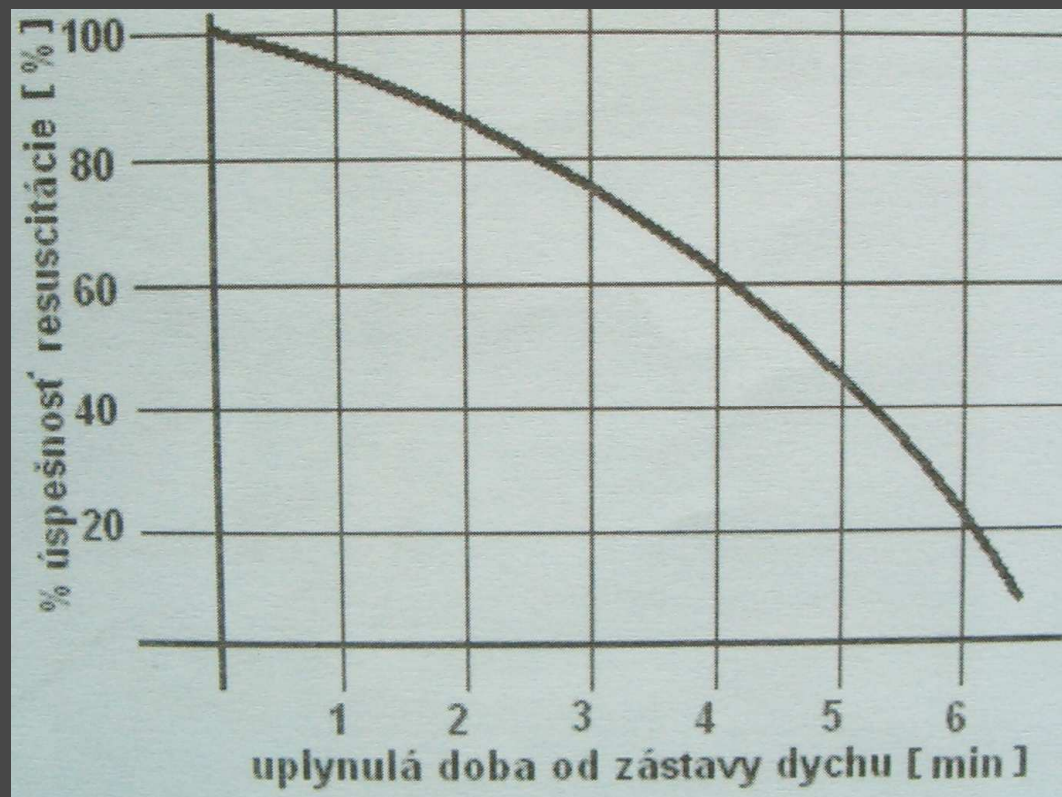
- 230 V musí odpojenie nastať v čase 0,4 s.
- 400 V v čase 0,2 s.
- nad 400 V v čase 0,1 s.

3.2 Prvá pomoc pri úraze elektrinou

Poskytnutie prvej pomoci človeku, ktorý utrpel úraz, je morálnou a sociálnou povinnosťou každého občana.

Výsledok predlekárskej prvej pomoci podstatne závisí od pohotovosti a spôsobilosti záchrancu kvalifikovane poskytnúť prvú pomoc.

Priebeh úspešnosti laickej resuscitácie postihnutého (umelé dýchanie, nepriama masáž srdca) na uplynulom čase od zastavenia dychu postihnutého:



Neodkladnou resuscitáciou (umelé dýchanie z pľúc do pľúc a nepriama masáž srdca) sa okysličenou krvou udržujú pri živote mozgové bunky. Mozgové bunky sa začínú nenávratne poškodzovať po cca 4-5 min. po zastavení prívodu kyslíka. Každé neskoršie začatie resuscitácie môže znamenať nezvratné deje, vyúsťujúce do poškodenia mozgu.

Postup pri poskytovaní prvej pomoci

- 1) Vyslobodiť postihnutého z dosahu prúdu
- 2) Kontrola životných funkcií
- 3) Privolanie lekára
- 4) Neodkladná resuscitácia
- 5) Laické ošetrovanie prípadných druhotných zranení
- 6) Ohlásenie úrazu

Vyslobodenie postihnutého z dosahu prúdu

- a) pri nízkom napätí (do 1000 V) je prvoradé rýchlo prerušiť kontakt postihnutého s časťami pod napätím
- prerušením prívodu prúdu
 - vypnutím hl. vypínača, vytiahnutím vidlice zo zásuvky,
 - prerušením vodiča nástrojom s izolačným držiakom (sekerou so suchým poriskom, izolovanými kliešťami a pod.)
 - odsunutím vodiča suchým izolačným predmetom,
 - odtiahnutím postihnutého za suchý odev.

Pri prerušení obvodu si musíme uvedomiť (podľa situácie) aj možnosť druhotného zranenia postihnutého (napr. pád postihnutého z rebríka, z lešenia a pod.), vtedy je potrebné zabrániť jeho pádu (podoprením, priviazaním, zachytením...).

Záchranca musí vždy dbať na to, aby sa sám nedostal do prúdového obvodu stykom s vodičom alebo postihnutým!

b) pri vysokom napätí (nad 1000 V) je nebezpečné sa k postihnutému priblížiť, pretože v jeho blízkosti vzniká nebezpečie krokového napätia.

Najlepšie riešenie je vypnutie prívodu napätia.

Ak zariadenie nie je odpojené od napätia, záchranca sa môže priblížiť k postihnutému len veľmi krátkymi krokmi (resp. skákaním znožmo) a oslobodiť postihnutého z dosahu prúdu:

- odsunutím zdroja úrazu (napr. vodiča) izolačným predmetom alebo
- odtiahnutím postihnutého izolačným predmetom (tyčou, povrazom, ...) od živého vodiča

Je potrebné pamätať na to, že postihnutý aj keď je pri vedomí, môže ho o chvíľu stratiť, zvlášť, ak účinky prúdu trvali dlhšiu dobu a teda nesmie byť ponechaný osamote!

Kontrola životných funkcií a ošetrovanie postihnutého

Po vyslobodení postihnutého z prúdového obvodu je záchranca povinný poskytnúť mu prvú pomoc až do príchodu lekára.

Základné životné funkcie sú:

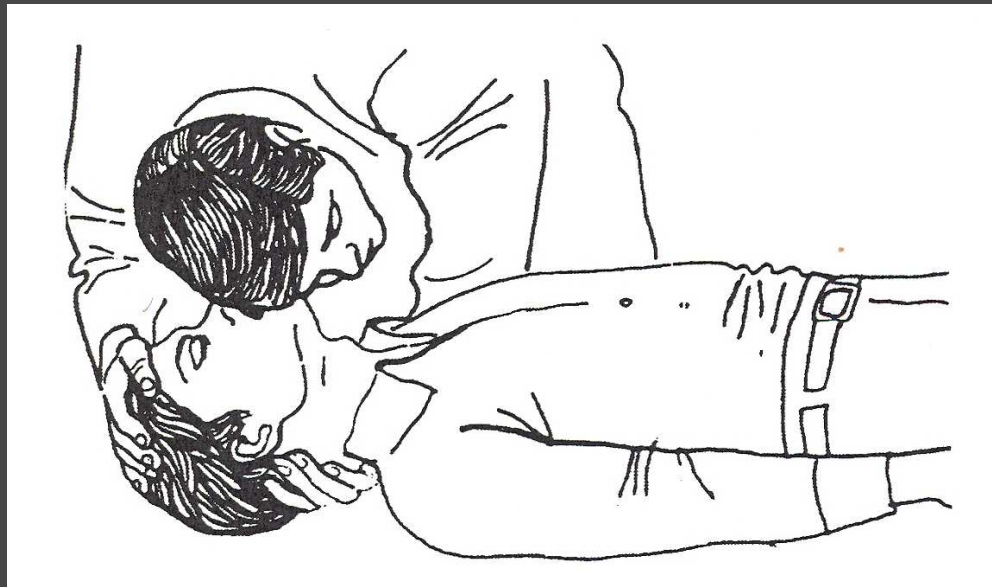
- zachované vedomie,
- zachované dýchanie,
- normálny krvný obeh.

a) ak zistíme, že je **postihnutá osoba v bezvedomí**, okamžite kontrolujeme **dýchanie a krvný obeh**.

Dýchanie overuje záchranca:

- **sluchom a pocitom závanu vzduchu na tvári:** priblížením ucha nad nos a ústa postihnutého tak, aby súčasne
- mohol **pohľadom** sledovať pohyby dýchania na hrudníku.

Kontrola dýchania nesmie trvať dlhšie ako 10 sekúnd!

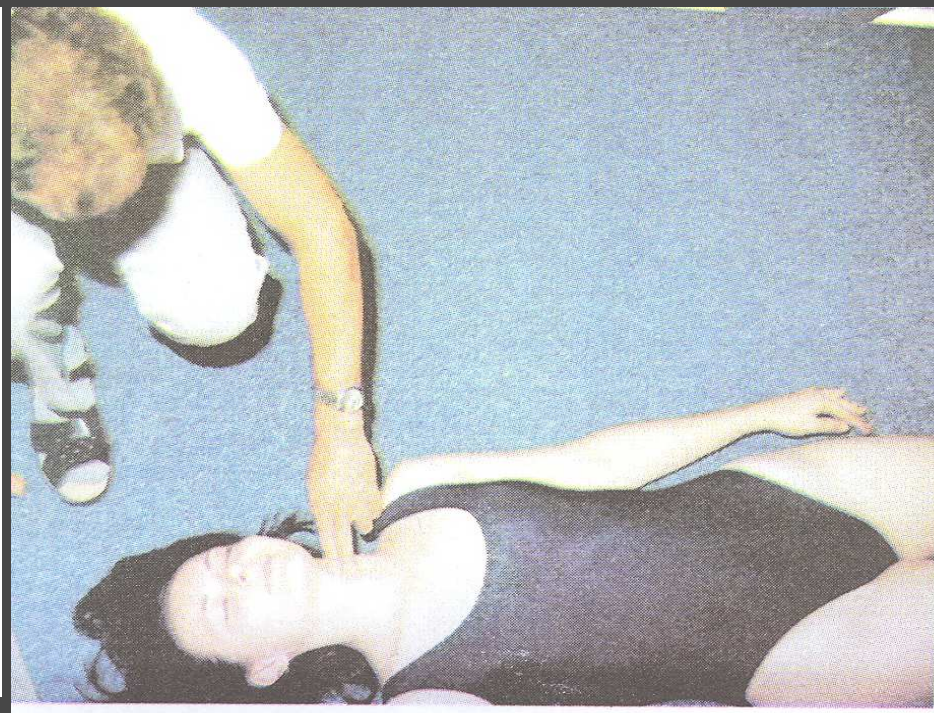
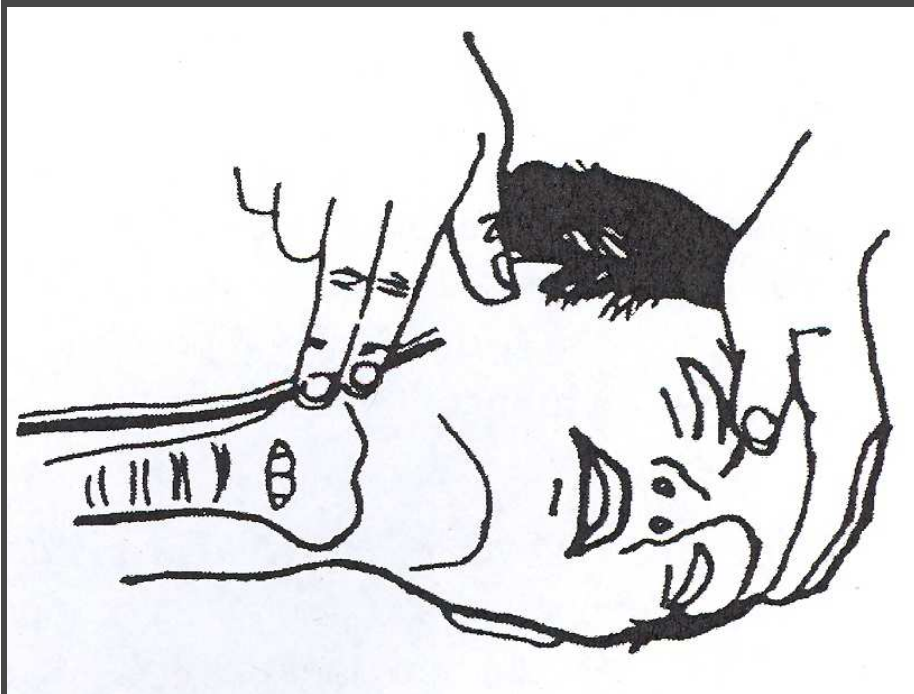


Zisťovanie dýchania

Hmatateľný pulz (krvný obeh) overuje záchranca najlepšie pohmatom na krčnej tepne, ktorú hľadá na krku medzi dýchacou trubicou a svalmi krku.

Nehmatatelný pulz je známkou zastavenia činnosti srdca.

Kontrola pulzu nesmie trvať dlhšie ako 10 sekúnd!



Kontrola pulzu na krčnej tepne

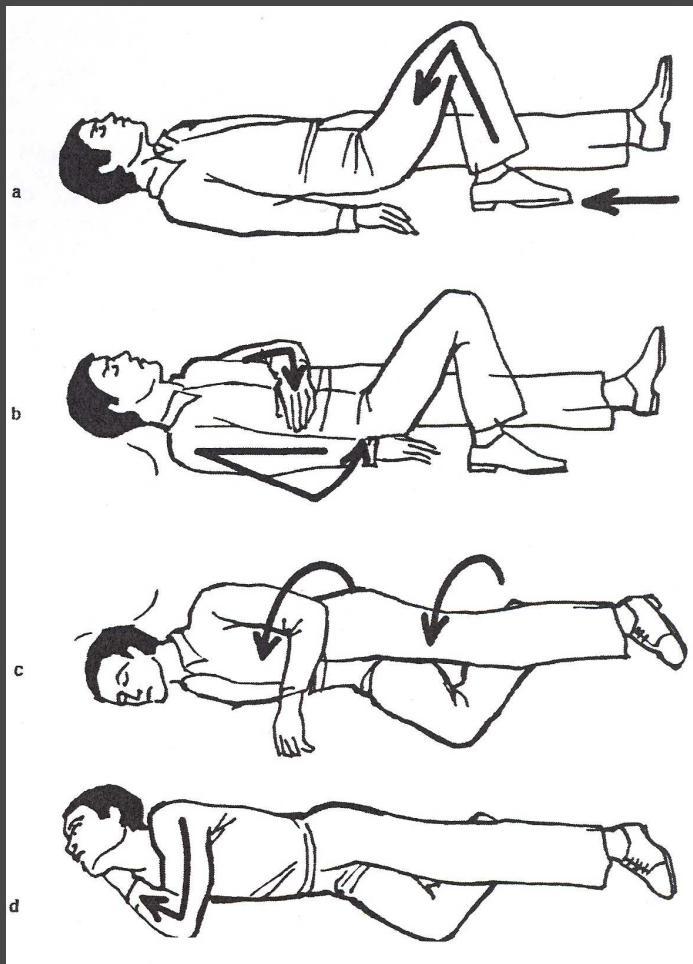
Dôležité je tiež zistiť, či postihnutý **nemá poranenú tepnu (krvácanie)**.

Zastavenie krvácania z tepny je prioritné a rovnako dôležité ako vlastná resuscitácia.

a1) ak zistíme, že **životné funkcie postihnutého sú zachované (dýcha a má hmatateľný pulz), ale je v bezvedomí,**

musíme čo najskôr minimalizovať riziko vdýchnutia, resp. zatečenia žalúdočného obsahu, príp. slín, krvi, a iných telesných substrátov do dýchacích ciest (riziko udusenía).

Postihnutého preto treba uložiť do tzv. **stabilizovanej polohy.**



a) bližšiu nohu ohnite v kolene,

b) preložte vzdialenú ruku cez žalúdok a druhú ruku zasuňte pod jeho zadok,

c) lakeť aj koleno pritiahnite k sebe a trhnutím prevaľte postihnutého na bok smerom k sebe,

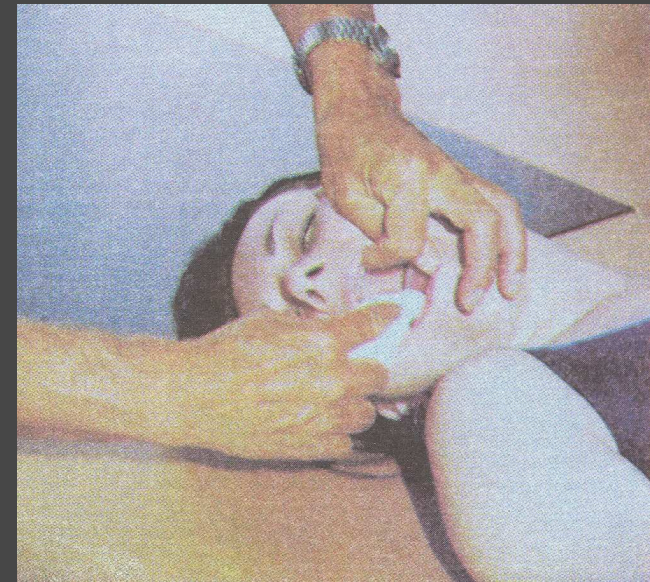
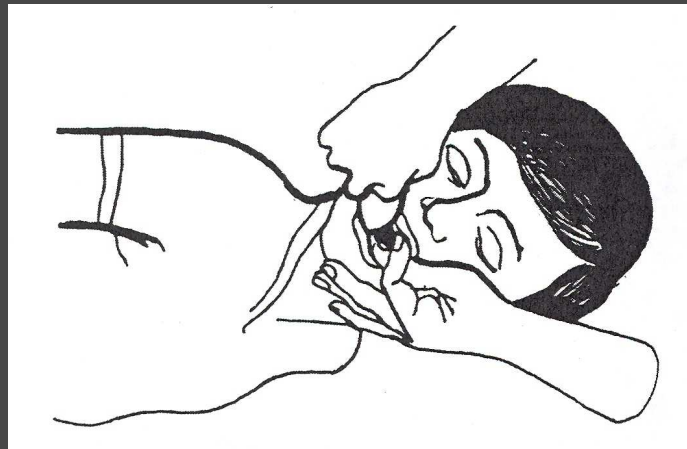
d) upravte polohu postihnutého tak, aby mal hlavu v záklone a ústa čo najnižšie. Hlava je podoprená rukou postihnutého a bráni otočeniu na tvár.

- postihnutého prikryjeme dekou aby sme zabránili prechladnutiu
- postihnutý musí byť až do príchodu lekára neustále pod dozorom a musí byť kontrolované dýchanie a srdcová činnosť
- postihnutý musí mať okolo krku, hrudníka a brucha uvoľnený odev (uvoľnenie dýchacích ciest)

a2) ak zistíme, že **postihnutý nedýcha (pulz je hmatateľný)**, musíme **ihneď zaviesť umelé dýchanie!**

Umelé dýchanie (metóda z pľúc do pľúc) - postup

1) záchranca rýchlo **odstráni prekážky z ústnej dutiny**, ktoré by mohli brániť umelému dýchaniu (hrubé nečistoty, zvratky, uvoľnená zubná protéza, ...).

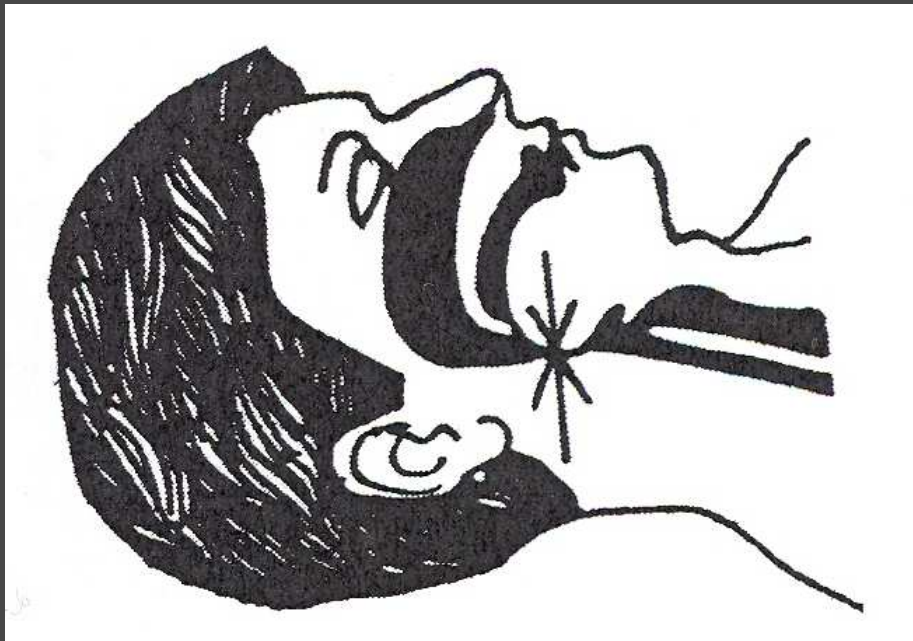


Postup odstránenia prekážok z úst:

- vytočíme hlavu postihnutého nabok (ak je podozrenie na poranenú krčnú chrbticu, potom pomocou kolena (ak je záchranca sám) otočíme naraz ramená, krk aj hlavu)
- ústa postihnutému otvoríme tzv. manévrom skríženého palca a ukazováka. Palcom tlačíme na dolné zuby a ukazovákom na horné zuby (resp. čeľuste).
- druhou rukou mu pomocou vreckovky vyčistíme ústnu dutinu

Po vyčistení ústnej dutiny vrátíme hlavu resp. celú hornú časť tela postihnutého na chrbát a uvoľníme dýchacie cesty.

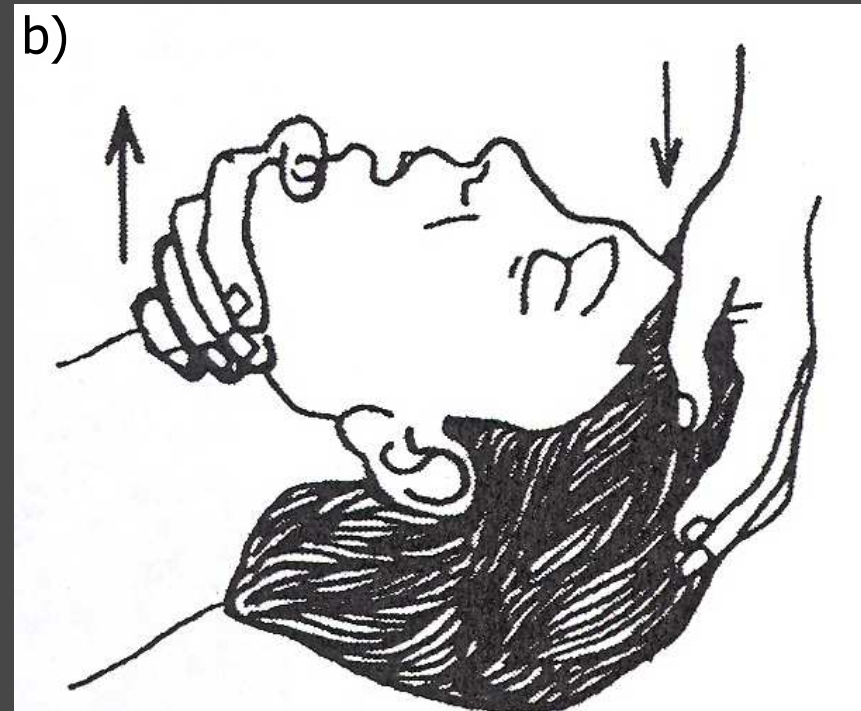
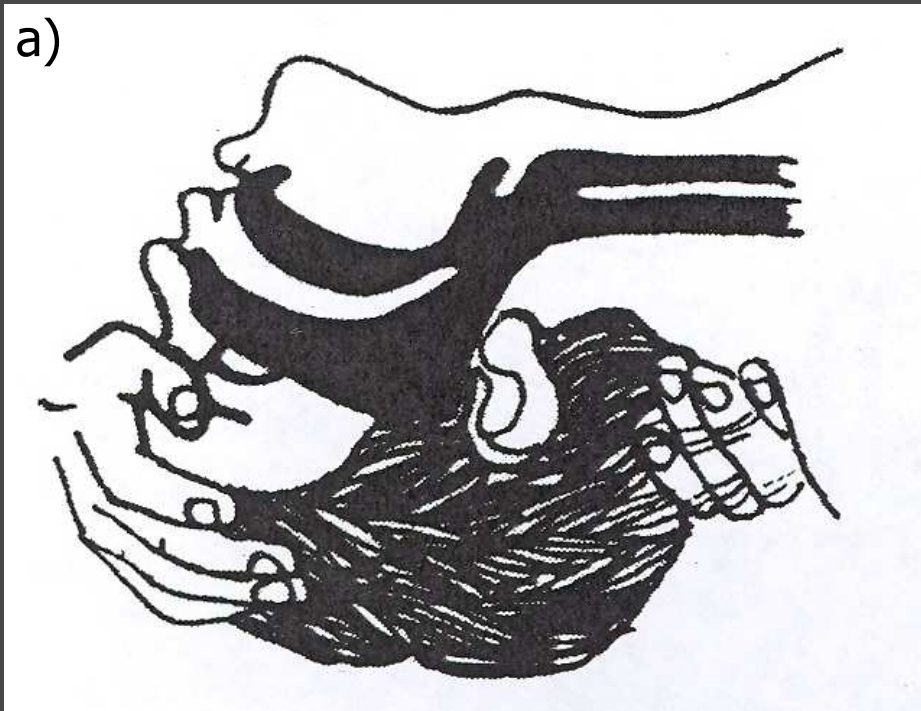
Nepriechodnosť dýchacích ciest môže byť zapríčinená čiastočným alebo úplným **upchatím dýchacích ciest zapadnutým koreňom jazyka**



Záklon hlavy postihnutého môže byť teda rozhodujúcim resuscitačným zákrokom!

Postupujeme pri tom nasledovne:

- postihnutého uložíme do základnej polohy na znak
- jednu ruku položíme pod šiju postihnutého, druhú na jeho čelo a tlačíme hlavu mierne dozadu. Tým sa napne krk a koreň jazyka sa oddiali od zadnej steny hltanu. Obyčajne sa spontánne otvoria aj ústa postihnutého - obr. a).



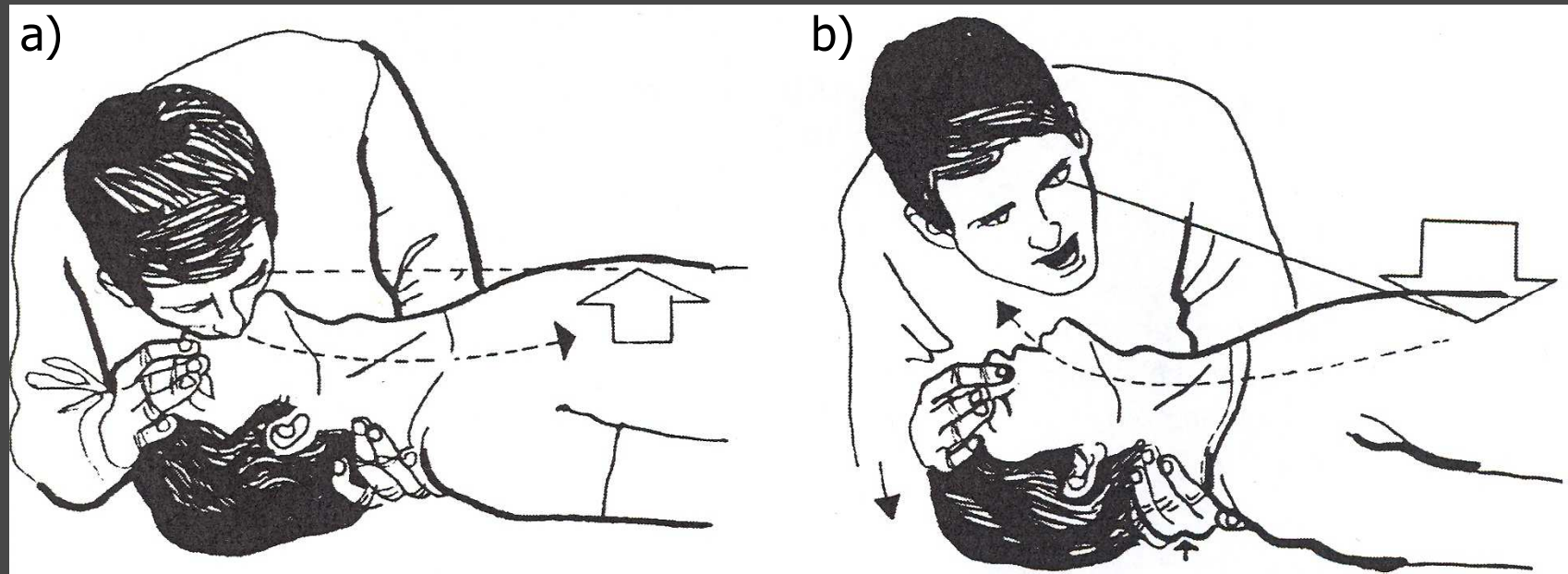
- ak nie sú ústa dostatočne otvorené, pomôžeme si rukou, ktorá bola pôvodne pod šijou - obr. b).

Pokiaľ sú ústa postihnutého krčovito zovreté, záchranca ich násilne neotvára, ale umelé dýchanie podáva nosom postihnutého.

Pozn.: V niektorých prípadoch po uvoľnení dýchacích ciest postihnutý začne sám spontánne dýchať. Ak sa tak nestalo, musíme začať umelé dýchanie.

2) Pri **podávaní umelého dýchania** postupujeme nasledovne:

- hlavu postihnutého zakláňajte dozadu, palcom a ukazovákom pravej ruky stláčajte nosné dierky postihnutého,
- otvorte zoširoka ústa, nadýchnite sa a prekryte svojimi ústami ústa postihnutého tak, aby medzi vašimi perami a jeho tvárou neunikal vzduch,
- vydýchnite vzduch do úst postihnutého a pozorujte hrudník postihnutého. Zdvihnutie hrudníka ukazuje, že vdýchnutý vzduch prenikol do pľúc – obr. a)
- oddiaľte ústa a nechajte postihnutého pasívne vydýchnuť. Medzitým sa hlboko nadýchnite na ďalší umelý vdych. Pokles hrudníka ukazuje, že vzduch voľne uniká z pľúc – obr. b).



V niektorých prípadoch (malá tvár – deti do 1 roka) môže záchranca pritlačiť svoje ústa súčasne na ústa aj nos postihnutého.

Na úvod poskytneme 2 až 5 rýchlych vdychov, každý v trvaní do 2 sekúnd.

Ďalej pokračujeme frekvenciou náhradných vdychov frekvenciou:

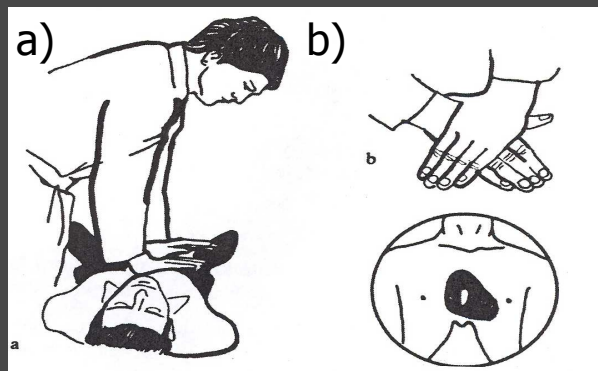
- u dospelých jedincov 10 až 12 za minútu,
- u detí od 1 roka do puberty 16 až 20 za minútu,
- u novorodencov až po 1 rok veku 20 až 24 za minútu

Umelé dýchanie je potrebné podávať bez prerušenia, až kým postihnutý začne sám spontánne dýchať. Inak je ho možné ukončiť len na príkaz lekára.

a3) ak postihnutý nemá **hmatateľný pulz**, musíme doplniť oživovanie **nepriamou masážou srdca!**

Nepriama masáž srdca - postup

- umiestnime postihnutého na tvrdú podložku v ľahu na chrbte (hlava je v záklone)
- zápästnú hranu dlane položíme asi 3 až 5 cm nad dolný okraj prsnej kosti, pričom prsty smerujú k lakt'u postihnutého, ale nedotýkajú sa hrudníka – obr. a),
- na ňu sa priloží zápästie druhej ruky, pričom ruky treba spojiť tak, aby palec hornej ruky pridržal zápästie dolnej ruky – obr. b),
- ramená záchrancu sú priamo nad hrudníkom a lakte sú narovnané, aby tlak pôsobil priamo dole (využité hmotnosť svojho tela – zmenšíte tým únavu),
- hrudník sa stláča pravidelne do hĺbky 4 až 5 cm (u detí do 1/3 výšky hrudníka od podložky), 100x za minútu,
- počas uvoľnenia udržiavajte ľahký styk s hrudníkom, aby ste nestratili správne miesto na stláčanie.



Ak je záchranca sám, počas prvých 5 až 6 minút po kolapse sa umelé dýchanie nedáva, prioritne sa vykonáva **len nepriama masáž srdca**.

Po uplynutí tejto doby už kombinujeme nepriamu masáž srdca s **umelým dýchaním z pľúc do pľúc** v pomere 30 stlačení ku 2 vdychom.

U detí do puberty je tento pomer 15 stlačení ku 2 vdychom.

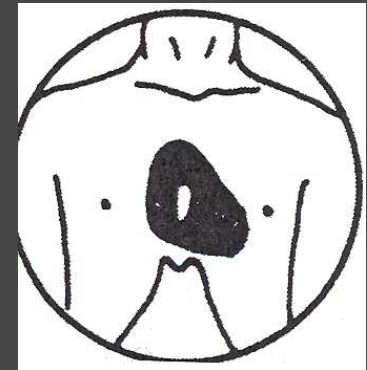
Po určitom čase (cca 5 cykloch) treba kontrolovať prípadnú úspešnosť vykonávania resuscitácie a kontrolovať prítomnosť krvného obehu.

Laici neresuscitujú nikdy vo dvojici, ale len sólo. Pri resuscitácii sa však musia striedať každú 1 až 2 minúty. Aby striedanie prebehlo plynule, musia byť umiestnení oproti sebe.

Prekordiálny úder

Osobitným postupom oživovania je **úder do oblasti srdcovej krajiny** (prekordiálny úder), ktorý však možno použiť len vtedy, ak sme svedkom vzniku akútnej príhody, teda je možné ho uskutočniť do jednej minúty po zastavení krvného obehu.

Prekordiálny úder je použiteľný len u dospelých osôb.



Postup pri prekordiálnom údere:

- položte malíčkovu hranu päste do stredu prsnej kosti postihnutého,
- zdvihnite päšť asi 20 až 30 cm nad hrudník a zasadíte prudký úder do strednej časti hrudníka.
- po údere pokračujte štyrmi umelými vdychmi,
- skontrolujte, či sa neobnovil pulz na krčnej tepne,
- ak je pulz nehmatateľný, možno úder vo veľmi krátkych intervaloch zopakovať 2 až 3x,
- po neúspechu pokračujeme oživovaním vyššie uvedenými spôsobmi.

Privolanie lekára

Pozn.: Ihneď po zistení bezvedomia alebo najneskôr po zistení zastavenia dýchania treba aktivizovať pomoc na:

- stanicu záchranej služby:

tel. č. 155

alebo

- integrovaný záchranný systém: **tel. č. 112** ,

Tí vyšlú na miesto rýchlu lekársku pomoc.

Laické ošetrovanie prípadných ďalších zranení

Rany

- malé rany sa obviažu obvazom, väčšie sa prikryjú sterilnou šatkou
- krvácanie z väčších rán je potrebné zastaviť.
- krvácanie môže byť:
 - zo žily (krv tečie trvalo) – krvácanie možno zastaviť priložením **tlakového obvazu** – na ranu treba priložiť niekoľko vrstiev preloženej gázy a pevne obvinúť obvazom
 - tepny (krv vystrekuje prerušovaným prúdom) – záchranca stiahne končatinu nad ranou **gumovým škrtidlom** (opaskom, šatkou) a vyznačí čas, kedy bolo priložené. V prípade núdze stlačíme tepnu priamo v rane alebo v tlakových bodoch.

Ďalej treba urobiť opatrenia, aby postihnutý neupadol do šoku.

Zlomeniny a popáleniny

Ak je pomoc nablízku, obyčajne zranenia ako sú: zlomeniny, popáleniny a pod. neošetrujeme.

V prípade **zlomeniny** kosti alebo **vyklbenia** kĺbu musí byť končatina pred prevozom do nemocnice znehybnená dlahou. Zlomeniny ani vyklbeniny sa nesmú naprávať.

Časté sú poranenia vysokou teplotou (napr. el. oblúkom) - **popáleniny**.

Popáleniny rozlišujeme z hľadiska:

a) účinku tepla:

- popáleniny 1. stupňa (pri styku s teplotou 50-60 °C). Prejavujú sa sčervenáním pokožky (koža sa po niekoľkých dňoch odlúpe)
- popáleniny 2. stupňa (pri styku s teplotou 60-100 °C). Prejavujú sa pl'uzgiermi. Pod nimi sú obnažené nervové zakončenia, preto sú veľmi bolestivé. Ak zabránime infekcii a nepoškodíme ich, postupne sa poodlupujú.
- popáleniny 3. stupňa (pri styku s teplotou nad 100 °C). Poškodzujú hlbšie vrstvy kože, nervové zakončenia sú zvyčajne zničené. Sú menej bolestivé ako popáleniny 2. st., ale spravidla zanechávajú jazvy.
- úplné zuhol'natenie

b) rozsahu postihnutého povrchu tela:

- ľahké popáleniny (do 5 % celkového povrchu tela),
- ťažké popáleniny (u dospelých viac ako 10 %, u detí 5 % povrchu tela).

Pozn.: Pravidlo 9 %: Hlava a každá horná končatina predstavuje cca 9 %, predná a zadná plocha trupu a každá dolná končatina 18 % z celkového povrchu tela.

Pri ošetrovaní popálenín

- je najdôležitejšie zachovať čistotu a zabrániť vniknutiu infekcie do rán.
- ochladenie miesta tečúcou studenou hygienicky nezávadnou vodou,
- časti odevu a príškvarky prilepené na popáleninách nikdy neodstraňujeme
- prekryjeme sterilnou gázou resp. čistou šatkou (nepoužívame masti, oleje, ...)
- pri rozsiahlejších popáleninách dávame postihnutému piť veľa tekutín (najlepšie zásadité minerálky)
- zabezpečenie protišokových opatrení

Pourazový šok

Každý úraz postihuje nie len určitý orgán človeka, ale prejaví sa aj celkovou reakciou organizmu, nazývanú **šokom**.

Šok je porucha regulačných procesov v organizme, ktorá spôsobuje zlyhanie krvného obehu.

Stupne úrazového šoku:

Ľahký stupeň šoku – zrýchlený pulz (do 100/min.), bledosť, malátnosť, dych je ale pravidelný, pocit chladu a smädu je iba mierny.

Stredný stupeň šoku – zrýchlený dych, pulz až cca 120/min., silný pocit chladu a smädu, studený pot na celom tele, zvracanie alebo nutkanie na zvracanie.

Ťažký stupeň šoku - apatia (skleslosť), veľký smäd, často zvracia, tvár je popolavá (pery, ušnice a konce prstov sú sinavé), dýchanie je rýchle a povrchné, pulz 120 až 160/min. – je veľmi málo hmatateľný, studený pot na celom tele.

Pozn.: Nakoniec môže dôjsť k bezvedomiu a zlyhaniu krvného obehu.

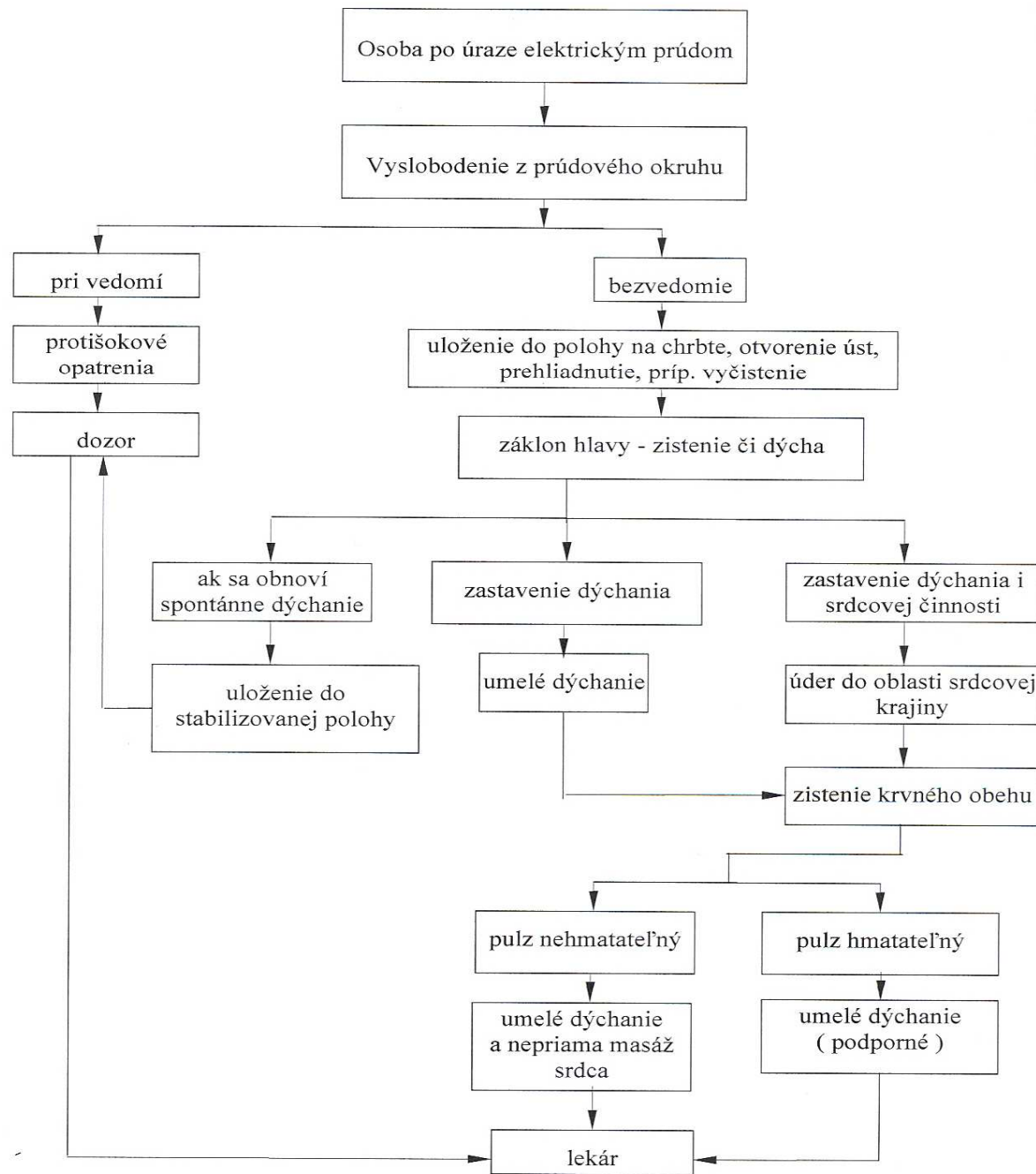
Protišokové opatrenia (tzv. 5T):

- Ticho
- Teplo – zabezpečíme vhodným odevom, resp. prikrývkami,
- Tekutiny (len ak nie je podozrenie na poranenie vnútorných orgánov, inak len vlažnou vreckovkou ovlažovať pery)
- Tíšenie bolesti – ošetrenie poranení, uloženie do protišokovej polohy (mierne zdvihnuté dolné končatiny), upokojuvanie, ...
- Transport – na zdravotnícke zariadenie (najlepšie sanitným vozidlom)

Upovedomenie vedúceho pracovníka

Podľa zákona NR SR č. 124/2006 Z.z. musí byť napísaný záznam o registrovanom pracovnom úraze najneskôr do štyroch dní po oznámení úrazu.

Ide o presné zdokumentovanie priebehu úrazu, svedecké výpovede a pod.



Postup pre poskytnutie prvej pomoci po zásahu elektrickým prúdom