

## ENDOKRINNÍ SOUSTAVA

Žlázy s vnitřní sekrecí (*glandulae endocrinae*) vylučují specificky účinné látky (**hormony**) do krve, která je transportuje na místa působení v příslušných orgánech. Hormony se spolu s nervovou soustavou podílejí na řízení životních funkcí organismu (**neurohumorální regulace**). Ve srovnání s činností nervové soustavy je působení hormonů pomalejší a dlouhodobější, humorální regulace je také vývojově primární. Ryby mají dobře vyvinutou endokrinní soustavu podobnou savců, ale úloha některých žláz a hormonů u nich není dosud zcela objasněna.

**Štítná žláza** (*glandula thyroidea*) vzniká na spodní straně hltanu mezi prvním a druhým žaberním obloukem. Netvoří u ryb kompaktní orgán, ale váčky okolo tepenného násadce a přívodných žaberních tepen. Hormony štítné žlázy jsou tvořeny aromatickou aminokyselinou s různým obsahem jodu a jsou souhrnně označovány jako **thyroxin**. Význam thyroxinu není u ryb ještě plně objasněn. Usuzuje se, že má podobnou funkci jako u vyšších obratlovců (regulace metabolismu, zvláště bílkovin). Bylo zjištěno, že stimuluje metamorfózu leptocefálních larev úhoře, larev platýzů a ovlivňuje ukládání guaninu v šupinách.

**Ultimobranchiální tělíska** (*corpora ultimobranchialia*) jsou umístěna mezi ventrální stěnou jícnu a žilným splavem srdce jako poslední dvojice epitelových tělísek. V poslední době bylo zjištěno, že mají vztah k metabolismu vápníku. U vyšších obratlovců produkují hormon kalcitonin, který ovlivňuje zpětné ukládání vápníku v kostech. U ryb se však nevyskytují tzv. **příštítná tělíska** (*glandulae parathyreoidae*) a existuje domněnka, že ultimobranchiální tělíska u ryb představují jejich částečný ekvivalent.

**Brzlík** (*thymus*) je většinou ostrůvkovitě rozptýlen v podobě váčků okolo tepenného násadce, Cuvierových žil a výstupů přívodných žaberních tepen. U ryb je velmi malý a je nejvíce vyvinut u mladých jedinců, později dochází k jeho involuci a zaniká (u pstruha ve věku 2-2,5 let). *Thymus* zřejmě podporuje rychlost růstu ryb. Jeho hlavní význam však spočívá v imunitním systému, proto je spíše počítán k lymfatickým orgánům.

**Langerhansovy ostrůvky pankreatu** (*insulae pancreatis*) jsou s ohledem na uspořádání pankreatu většinou rozmístěny v oblasti žlučníku, sleziny a proximálního střeva. Endokrinní tkáň produkuje hormon **inzulin**, a to ve vyšším množství než u savců. Inzulin umožňuje využití glukózy a syntézu glykogenu, fyziologicky je stejný jako savců.

Pravé **nadledviny** (*glandulae suprarenales*) u ryb chybějí. Nahrazuje je **suprarenální tkáň** (adrenální, chromafinní), odpovídající **dřeni** nadledvin, a **interrenální tkáň**, odpovídající **kůře** nadledvin. Obě tkáně jsou oddělené a jsou rozptýleny v podobě malých tělísek v přední (hlavové)

části ledvin. **Chromafinní tkáň** obdobně jako dřev nadledvin produkuje katecholaminy, hormon **adrenalin** a **noradrenalin**. V závislosti na druhu ryby je dominantní adrenalin nebo noradrenalin. Zvýšená sekrece těchto hormonů vyvolává změny krevního oběhu, osmoregulace a energetického metabolismu. Dochází ke zvýšení metabolismu glykogenu, rozšíření žaberních arterií, zvýšení objemu srdce a ke změnám srdeční činnosti (bradykardie nebo tachykardie). Zvyšuje se permeabilita žaber pro vodu a demineralizace u sladkovodních ryb, u mořských druhů dochází naopak ke zvýšení obsahu solí v organizmu. **Interrenální tkáň** leží kaudálně od suprarenální tkáně a vylučuje steroidy označované jako **glukokortikoidy** nebo **kortikosteroidy**. U ryb je produkován hlavně **kortizol**. Tyto látky hormonální povahy jsou pro organizmus nezbytné, protože řídí metabolismus proteinů, vody, lipidů a solí. Zvýšená sekrece zvyšuje podíl utilizovaného jaterního glykogenu, podporuje glukoneogenezi, snižuje rezistenci organismu proti infekcím, inhibuje tvorbu protilátek a snižuje počet leukocytů.

**Pohlavní žlázy** produkují vedle pohlavních buněk také pohlavní hormony, které jsou důležité pro dozrávání pohlavních produktů a pro vytvoření sekundárních sexuálních znaků (po kastraci se nevytvoří). U ryb není ještě přesně známo, které buňky pohlavní hormony produkují. U samců se **testosteron** pravděpodobně tvoří ve specializovaných buňkách intersticia mezi kanálky varlat, odpovídajících Leydigovým buňkám vyšších obratlovců. U samic se produkují **estrogeny** zřejmě ve vaječnickových folikulech (*folliculi ovarici*), v jejich žlutém tělísku (*corpus luteum*). Množství produkovaných hormonů závisí na stupni zralosti gonád, s dozráváním gonád se jejich produkce zvyšuje. U estrogenů bylo prokázáno, že vyvolávají růst kladélka u hořavky duhové. Zvýšená sekrece testosteronu způsobuje pestřejší zbarvení u samců ve výtěrovém období (svatební šat) a vytvoření třecí vyrážky u kaprovitých ryb.

**Hypofýza** neboli podvěsek mozkový (*hypophysis cerebri, glandula pituitaria*) představuje nejdůležitější žlázu endokrinní soustavy, funkčně nadřazenou ostatním a vytvářející s hypothalamem funkční celek pro neurohumorální regulaci organismu. Je to žláza vejčitého tvaru, která leží na spodině mozku (jeho ventrální části hypothalamu) v jamce klínové kosti, zvané turecké sedlo. Hypofýza je vývojově dvojího původu, část nervová (**neurohypofýza**) vzniká jako vychlípenina hypothalamu, s níž zůstává trvale spojena stonkem (*infundibulum*). Druhá, epitelová část (**adenohypofýza**) vzniká vychlípením stropu dutiny prvoúst. Obě části hypofýzy se potom spojí a spojení adenohypofýzy s ústní dutinou zaniká. Zadní část hypofýzy (neurohypofýza) proniká u kostnatých ryb pruhu nervové tkáně do části přední (adenohypofýzy). **Adenohypofýza** je u ryb **trojdílná** a tvoří ji **žlaznatá část zadní, střední a přední. Střední část adenohypofýzy** je u ryb

největší a produkuje shodné hormony s adenohipofýzou vyšších obratlovců:

**somatotropin** (růstový hormon) - STH

**ardrenokorlikotropní** hormony – ACTH, ovlivňující činnost interrenální tkáně ledvin

**thyreotropní** hormon - TSH, kontrolující činnost štítné žlázy

**gonadotropní** hormony - FSH LH, kontrolující činnost pohlavních žláz. **Folikuly stimulující** hormon (FSH) působí u jikernaček na rozvoj a zrání folikulů vaječníků, u mlíčáků podněcuje rozvoj semenného epitelu a zrání spermií. **Luteinizační** hormon (LH) ovlivňuje u rmlíčáků růst intersticiální tkáně varlat a sekreci testosteronu, u jikernaček vyvolává společně s FSH ovulaci.

**Zadní část adenohipofýzy** ryb produkuje stejně jako střední lalok hypofýzy savců hormon **intermedin (melanocyty stimulující hormon - MSH**, který působí na rozptýlení zrn melaninu v cytoplazmě chromatoforů a vyvolává ztmavnutí ryby. **Nervová část (neurohypofýza)** deponuje hormony produkované neurosekreční činností hypothalamu, **oxytocin** a **vasopresin**. Oxytocin zvyšuje napětí hladkých svalů, vasopresin zvyšuje krevní tlak v cévách, u ryb také ovlivňuje propustnost žaberního epitelu.

Jak již bylo uvedeno, úloha některých hormonů hypofýzy v rybím organizmu není ještě zcela jasná. Poměrně dlouho a intenzivně však byla studována gonadotropní funkce hypofýzy v souvislosti se snahou o její aplikaci v rybářské praxi pro urychlení ovulace a spermiace pro potřeby umělého výtěru. V naší rybářské praxi se k tomuto účelu používá injekční aplikace emulze odvodněné hypofýzy ve fyziologickém roztoku (nitrosvalově nebo do dutiny břišní). Nejčastěji je využívána hypofýza kapra obecného. Praktické zkušenosti ukázaly, že gonadotropní hormony nejsou zcela druhově specifické a mohou vyvolat ovulaci a spermiaci i u fylogeneticky příbuzných druhů. Kapří hypofýza například stimuluje i gonády lipana podhorního. Rozdíly v gonadotropní aktivitě hypofýz jikernaček a mlíčáků jsou ve stejném stadiu zralosti gonád malé a pro praktické využití zanedbatelné. V gonadotropní aktivitě hypofýz však existují sezonní rozdíly. Při praktické aplikaci byly v některých případech získány lepší výsledky při použití čistých hormonů (někdy i syntetických analogů savčích hormonů) než emulze z celých hypofýz.

**šišinka** (*epiphysis cerebri, corpus pineale*) vzniká z mezimozku, u *Teleostei* má tvar plochého váčku, který vystupuje nad mozkové pleny, prosycené tukovými buňkami. Vytváří hormon **melatonin** a **serotonin**, jejichž význam není u ryb zcela objasněn. Epifýza citlivě reaguje na světlo, protože leží přímo pod poměrně tenkými lebečními kostmi a v kůži této oblasti chybějí chromatofory. Řízení sekrece melatoninu a serotoninu v závislosti na intenzitě světla svědčí o vlivu epifýzy na denní

biorytmy, z vývojového hlediska je vlastně smyslovým orgánem fotorecepce.

## STRESOVÉ REAKCE RYB

Ryby jako poikilotermní organismy s nižším stupněm homeostáze jsou v intenzivních chovech vystavovány řadě nepříznivých faktorů. Jsou to především změny v kvalitě chovného prostředí, ale také technologické zásahy jako deficity ve výživě ryb, častá manipulace s nimi, vysoká koncentrace ryb v chovných systémech, nevhodné proudění vody a aplikace preventivních a léčebných zákroků. Všechny tyto nepříznivé vlivy vyvolávají u chovaných ryb stresové reakce, jejichž důsledkem jsou často závažné metabolické a osmoregulační poruchy. Při dlouhodobém působení může stresové zatížení rybího organismu způsobit i úhyn.

V tekoucích vodách jsou ryby vedle havarijního znečištění mnohem častěji vystaveny subletálními koncentracím nejrůznějších kontaminantů, kyslíkovým deficitům, zákalům vody a dalším negativním faktorům, které u nich vyvolávají tzv. chronický stres. Jeho důsledkem je zhoršení kondice, růstu, narušení reprodukčního cyklu, vznik tělesných deformací, vyšší vnímavost k chorobám a snižování dosahovaného věku. Dlouhodobým působením těchto stresorů dochází k narušení početního stavu a věkové struktury rybích populací, vedoucím až k vymizení citlivějších rybích druhů z ichtyocenózy.

V první fázi odpovědi organismu na působení stresorů se objevují endokrinní změny, které souhrnně označujeme jako **primární reakci**. Ty se v průběhu stresové reakce podílejí na řízení organismu a způsobují metabolické, osmotické a další změny, které jsou považovány za **sekundární**. První odpovědí organismu na stresovou zátěž je zvýšené vyloučení **adrenalinu** a **noradrenalinu** do krevního oběhu. Tyto hormony vyvolávají zvýšení krevního tlaku, glykogenolýzu a hyperglykémii. V další fázi dochází k vyplavování glukokortikoidů z interrenální tkáně ledvin, která je stimulována ACTH adenohypofýzou. Ta reaguje na podráždění hypothalamu, který působí na hypofýzu prostřednictvím kortikotropního spouštěcího faktoru (corticotropin releasing factor - CRF). Uvolňování glukokortikoidů je za nervovou odpovědí zpožděno.

### Primární účinky stresu

Stres je doprovázen rychlými změnami koncentrace **katecholaminů** a **kortikosteroidů** v krevní plazmě, koncentrace rychle narůstá během několika minut po účinku stresoru. Adrenergní funkce jsou u ryb vůči stresorům velmi citlivé. S ohledem na původ stresu a druhovou příslušnost ryby je z katecholaminů dominantní buď adrenalin, nebo noradrenalin. Exkrece katecholaminů z chromafinní tkáně hlavové části ledvin je u ryb velmi rychlá a srovnatelná

s homeotermními obratlovci. Ke zvýšení jejich koncentrace v krvi dochází řádově v minutách po zahájení působení stresoru, např. u kapra obecného asi po 15 minutové latenci. Jako hlavní kortikosteroid byl v krevní plazmě ryb (pstruh duhový) objeven **kortizol**, produkovaný interrenální tkání hlavové části ledvin.

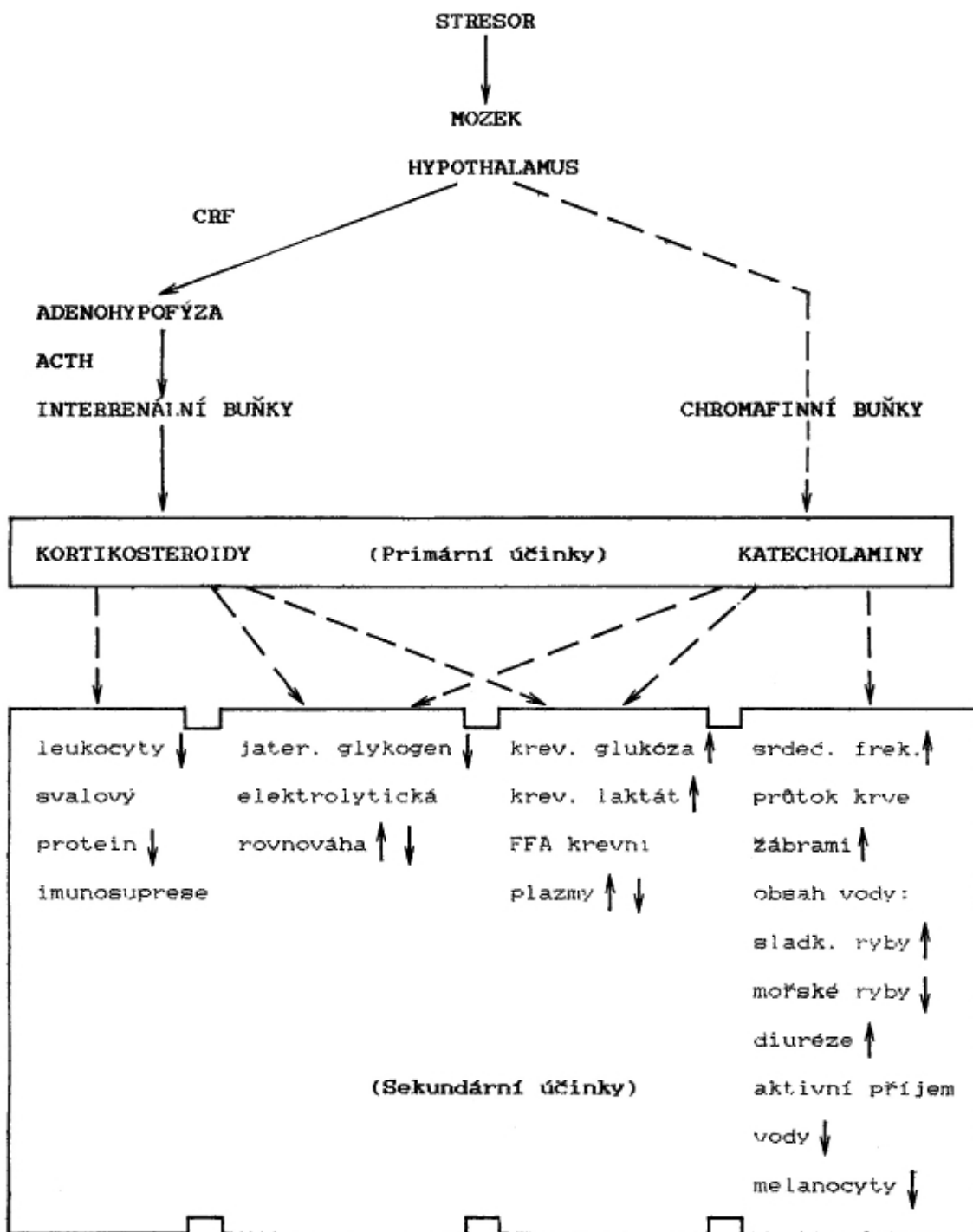
V souvislosti se zvýšenou syntézou uvedených hormonů v ledvinách ryb současně klesá obsah kyseliny askorbové a cholesterolu.

### **Sekundární účinky stresu**

**Metabolické a osmoregulační** poruchy způsobené stresovými faktory jsou vyvolány neurohumorálními změnami. Neurohumorální odpověď organismu na působení stresoru totiž vyvolává řadu **biochemických, fyziologických a imunologických** změn, které jsou popisovány jako **sekundární** efekt.

**Adrenalin** vyvolává změny krevního oběhu, osmoregulace a energetického metabolismu (rozšíření arterií žaberních oblouků, zvýšení objemu srdce, zvýšený metabolismus glykogenu a zeslabení imunitní reakce). Uvolnění katecholaminů může vyvolat změny v srdeční činnosti, projevující se bradykardií nebo tachykardií. Adrenalin zvyšuje permeabilitu žaber pro vodu, což ve svém důsledku vede ke zvyšování obsahu vody v organismu u sladkovodních ryb a k dehydrataci u mořských ryb. Navíc ovlivňuje také iontový transport ve směru demineralizace u sladkovodních ryb a zvyšování obsahu minerálních látek u mořských ryb.

Stresová reakce způsobuje hyperglykémii, koncentrace glykogenu přitom klesá ve svalovině řádově v sekundách a v játrech řádově v hodinách. Tento jev může být dokonce příčinou smrti u migratorních salmonidů, vyčerpaných dlouhodobým namáhavým plaváním. Stresová zátěž ovlivňuje tkáňovou regeneraci, fagocytózu, zánětlivé procesy a další specifické a nespecifické reakce zprostředkované lymfatickou soustavou. Morfologická kritéria těchto změn jsou zvětšená adrenální tkáň, atrofie lymfatické tkáně a vznik vředů v trávicím traktu.



Obr. 26: Schema vazeb mezi primárními a sekundárními účinky stresu u ryb (Podle Mazeaud et al., 1977)

Stres vede u ryb stejně jako u savců k lymfocytopenii a neutrofilii. Stresová reakce také ovlivňuje produkci kožního slizu, ta je během pohlavního dozrávání významně zeslabena například u zástupců čeledi *Salmonidae* a *Thymallidae*. Mlčící pstruha obecného a lipana podhorního mají ve výtěrovém období významně méně epidermálního slizu než jikernačky, proto je **ti** těchto druhů pohlavní zralost často provázena infekcí saprolegnií (povrchovým zaplísněním).

### **Terciární účinky stresu**

**Dlouhodobý chronický stres** způsobuje u ryb nepravidelný růst, ovlivňuje proces rozmnožování (gametogenezi, plodnost, kvalitu gamet, zrání oocytů, ovulaci, výtěr) a narušuje migrační výtěrové chování. Způsobuje rovněž zvýšenou vnímavost ryb k infekčním a invazním chorobám a negativně ovlivňuje populační ukazatele (vnitřní rychlost růstu populace, abundanci, diverzitu a kompenzační mechanismy).

**Akutní stres** vede k reversibilnímu vyčerpání kyseliny askorbové, kortikosteroidů, cholesterolu a dalších lipidů v interrenální tkáni. Při chronickém stresu může nastat hyperplazie a hypertrofie buněk interrenální tkáně ledvin a kortikotropní tkáně v adenohipofýze.

## **ANESTÉZIE RYB**

Působením chemických látek nebo fyzikálních faktorů na centrální nervovou soustavu lze u ryb vyvolat změny v chování, vedoucí k celkovému zklidnění až narkóze. Anestézie je vlastně fyziologický stav organismu, který je charakterizován reverzibilním znečtivěním buněk a tkání. Může být vyvolána zejména působením chemických prostředků (narkotika, sedativa), ale také fyzikálními vlivy (chladem, stejnosměrným elektrickým proudem). Použití anestetik v ichtyologické a rybářské praxi usnadňuje manipulaci s rybami během značkování, zjišťování hmotnosti, plastických znaků, třídění ryb a umožňuje také šetrné provedení umělého výtěru. V menší míře je anestézie využívána při injekční aplikaci veterinárních a hormonálních přípravků a při transportu ryb.

### **Chemická anestézie**

Při aplikaci chemických anestetik se mohou u ryb projevit **čtyři základní fáze** změn fyziologického stavu:

1. Ryby jsou méně aktivní a drží se u dna nádrže, rovnováha je dosud normální. Dochází k částečnému nebo úplnému přerušování reakce na vnější podráždění, může nastat změna pigmentace.
2. Ryby vykazují první příznaky ztráty rovnováhy, tmavnou a pohybují se nekoordinovaně, ke konci této fáze leží na dně nádrže.
3. Dochází k úplné ztrátě rovnováhy, silnému zpomalení dýchacích pohybů skřelí a k depresi

mozku a míchy. Tento stav již může ryby trvale poškodit a neměl by být navozován.

4. Nastupuje zastavení dýchání a srdeční činnosti. Po přelovení ryb do čisté vody na začátku této fáze je ještě lze zachránit.

Všechny fáze na sebe plynule navazují, zotavení ryb probíhá v opačném pořadí. Různé druhy a velikostní skupiny ryb projevují různou citlivost vůči anestetikům. Vliv má vedle použitého anestetika také chemismus a teplota vody, při vyšší teplotě nastává anestézie rychleji. Anestézie obecně nastupuje za 2-15 minut a ryby můžeme v lehké narkóze držet 24-70 hodin.

Pro chemickou anestézii ryb byly zprvu přebírány přípravky z humánní medicíny a jejich aplikace pro lososovité ryby byla v USA propracována již koncem 50. let. Postupně však byla u některých anestetik (uretan, quinaldin, chlorbutanol, tribrometanol) prokázána škodlivost pro ryby nebo lidskou obsluhu (karcinogenní účinky) a od jejich používání bylo upuštěno. V současné době je v rybářské praxi nejvíce používán přípravek MS 222 s účinnou látkou tricain methansulfonát, vyráběný švýcarskou firmou Sandoz. Toto anestetikum bylo speciálně připraveno pro poikilotermní obratlovce a nejlépe splňuje moderní požadavky. Vyznačuje se vysokou rozpustností ve vodě, rychlým účinkem a neškodností pro ryby i obsluhující pracovníky. Doporučená koncentrace MS 222 pro rychlou anestézii pstruha duhového (během 2-5 minut) je 25-50 mg.l<sup>-1</sup> pro kapra obecného a amura bílého 20 mg.l<sup>-1</sup>, tolstolobika bílého 10 mg.l<sup>-1</sup>, tolstolobce pestrého a sumce velkého 35 mg.l<sup>-1</sup>.

Pro úplnou anestézii kapra obecného se používá dávka až 50 mg.l<sup>-1</sup>. K zotavení ryb dochází za 3-15 minut, vymizení reziduí z rybiho organismu nastává ve všech případech aplikací za 9-24 hodin. Pěti až desetinásobné překročení minimální dávky bývá letální.

V české rybářské praxi se od roku 1974 plošně používalo anestetikum Propoxat (R 7464), výrobek belgické firmy Jensen. Doporučené dávky tohoto přípravku se pohybovaly v rozmezí 1-2 mg.l<sup>-1</sup> pro lososovité ryby a 2-4 mg.l<sup>-1</sup> pro kaprovitě ryby. Zotavení ryb po anestézii Propoxatem trvá déle než po použití MS 222 a dochází k němu za 15-30 minut. V roce 1986 bylo u nás vyvinuto anestetikum Menocain, které bylo následně zavedeno do rybářské praxe. Jeho účinná látka je obdobného složení jako u MS 222, jedná se pouze o jiný prostorový izomer. Doporučená dávka Menocainu pro anestézii kapra obecného byla stanovena na 100 mg.l<sup>-1</sup>(při teplotě vody 18-24°C) a pro pstruha duhového 70 mg.l<sup>-1</sup> (při teplotě 9-14°C). Optimální expoziční doba dosahuje 10 minut. Narkotizační dávky tohoto přípravku jsou ve srovnání s MS 222 přibližně dvojnásobné. V posledních letech také nastávají problémy se zajištěním jeho výroby (příliš malé množství pro český trh) a je nahrazován operativními dovozy alternativních zahraničních přípravků.

V souvislosti s chemickou anestézii je ještě nutné upozornit na skutečnost, že každá aplikace



anestetika představuje pro rybu určitou stresovou zátěž. Výzkumně bylo prokázáno, že působení chemických anestetik je spojeno se zvýšením hematokritové hodnoty a koncentrace laktátu v krevní plazmě. Použití anestetik ovlivňuje také osmotickou a iontovou rovnováhu u ryb, dochází ke zvýšení koncentrace kationtů  $K^+$  a  $Mg^{2+}$  v krevní plazmě. Na vyšší dávky chemických anestetik rybí organizmus reaguje stavem výrazné hypoxie, která se projevuje snížením tenze kyslíku a pH krve. Tyto parametry se navracejí k normálním hodnotám asi za 20 minut po ukončení anestézie ryb a jejich přelovení do čisté vody.

### **Fyzikální anestézie**

K dosažení narkotického stavu u ryb se v ichtyologické i rybářské praxi široce využívá vlivu stejnosměrného elektrického proudu na rybí organismus. Těžiště aplikací spočívá v elektrickém rybolovu (ten byl poprvé patentován ve Velké Británii již v roce 1895), ale také k usměrňování pohybu ryb a jejich odpuzování od různých vodohospodářských staveb, například od vtokových objektů turbin vodních elektráren. Nahrazení chemické anestézie elektronarkózou pro potřeby přímé manipulace s rybami se však v praxi příliš neosvědčilo. K anestézii ryb je možno využít pouze stejnosměrný proud. V elektrickém poli střídavého proudu dochází ke svalovým křečím a rychlé smrti rybího organismu v důsledku zastavení dýchání, v rybářství se používá pouze k rychlému usmrcení ryb ve zpracovnách.

**Působení stejnosměrného elektrického proudu** na nervovou soustavu ryby vyvolává elektrotaktické a elektronarkotické reakce. Elektrotropismus se u ryb projevuje svalovou reakcí a jejich přitahováním ke **kladné elektrodě** (anodě). Při fyziologické reakci ryby na stejnosměrný elektrický proud rozlišujeme **čtyři základní fáze**:

1. **Excitace**, ryba jeví neklid a snaží se z elektrického pole uniknout
2. **Zesílená excitace**, ryba zaujímá paralelní postavení s elektrickým tokem
3. **Galvanotaxe**, ryba se otáčí hlavou k anodě a pohybuje se tímto směrem
4. **Galvanonarkóza**, k níž dochází v bezprostřední blízkosti anody, je provázena svalovou křečí. Po přerušení proudu se ryba po krátké době zotavuje (kolem 20 sec.).

Reakce ryb na stejnosměrný proud závisí na druhu ryby, její velikosti, na intenzitě proudu a na rozlehlosti vodního prostředí. K elektrolovu se používá stejnosměrný pulsující proud. Nervové podráždění postupuje od receptorů v kůži ryby přes míchu, při jejím poškození se galvanotaxe neprojevuje. Různé rybí druhy a jejich velikostní kategorie reagují na elektrický proud jinak, mimořádně citlivý druh představuje např. ostroretka stěhovavá. Vyšší citlivost projevují ryby velké než malé, protože reakční schopnost závisí na hodnotě napětí mezi hlavou a ocasem (pro kaprovité ryby 0,8 V,

pro lososovité ryby 2-2,2 V). Nejdolnější vůči působení elektrického proudu jsou ryby lososovité, potom rybí druhy bez šupin. Výsledný efekt působení elektrického proudu tedy závisí na řadě faktorů:

- **povaha proudu**, největší neurofyzilogický vliv má pulzující proud (u kapra obecného 45-50 Hz, u pstruha obecného 60-65 Hz)

- **úroveň metabolismu**, ryby s intenzivnějším metabolismem jsou citlivější vůči galvanotaxi a méně citlivé vůči galvanonarkóze

- **délka ryby**, při stejném napětí potřebuje k vyvolání galvanotaxe nižší impulz ryba délkově větší než malá

- **pohlavní zralost a fyzické vyčerpání**, fyzicky vyčerpané a pohlavně zralé ryby nereagují na elektrický proud příliš dobře

- **chemické složení vody**, voda s vyšším obsahem iontů  $K^+$  zvyšuje úroveň metabolismu, aktivitu ryby a tím její reaktivitu. Proto je vyvolání galvanotaxe možné při nižších hodnotách proudu než ve vodě s vysokou koncentrací iontů  $Ca^{2+}$ , ale galvanonarkóza nastává až při vyšší hodnotě proudu. Ionty  $Ca^{2+}$  mají na úroveň metabolismu a na aktivitu ryby opačný vliv.

- **teplota vody**, souvisí s úrovní metabolismu na základě poikilotermie rybího organismu, např. pstruh reaguje na působení elektrického proudu citlivěji v létě

Úspěšnost elektrolovu také závisí na dosažené intenzitě elektrického pole v konkrétním vodním prostředí. Z tohoto hlediska mají důležitý vliv teplota vody, její vodivost (obsah rozpuštěných látek), tvrdost, pH a také vodivost dna. Praktické použití elektrického agregátu je vázáno na výjimku ze zákona 99/2004 Sb. (zákon o rybářství) a na periodicky prokazovanou znalost bezpečnostních předpisů pro obsluhu elektrických zařízení.