

## DOBROBIT RIBA – MOGUĆNOST OSEĆANJA BOLA\* *FISH WELFARE – FISH CAPACITY TO EXPERIENCE PAIN*

Marijana Vučinić, Katarina Radisavljević\*\*

*Teleoste ribe poseduju nociceptivni sistem sličan nociceptivnom sistemu kod terestrijalnih kičmenjaka. To znači da na potencijalno bolne stimuluse reaguju slično sisarima i pticama. Međutim, u odnosu na sisare i ptice, dobrobit riba je zanemarena. Čovek može da ugrozi dobrobit riba na više načina, a između ostalog ribarenjem, gajenjem u akvakulturi i brojnim drugim aktivnostima. Danas je sve više naučnih dokaza da ribe poseduju funkcionalne nociceptore, endogene opioide i opioidne receptore, moždane strukture koje učestvuju u procesovanju bolnih nadražaja i nervne puteve koji povezuju nociceptore i ove moždane strukture. Pojedini anestetici i analgetici redukuju aktivnost nociceptora kod riba. Bihevioralni indikatori bola kod riba su trljanje usana o čvrstu podlogu pri nadražaju nociceptora u okolini usana i pomeranje riba sa jedne na drugu stranu pri čemu su oslonjene na dno grudnim perajima. Ovaj rad predstavlja pregled određenih naučnih dokaza o sposobnosti riba da osete bol.*

*Ključne reči: ribe, dobrobit, bol*

### Uvod / Introduction

Pojam dobrobiti životinja podrazumeva zaštitu fizičke, psihičke i genetske celovitosti životinja koje čovek iskorišćava i o kojima brine. Istovremeno, ovaj pojam podrazumeva i stepen prilagođenosti životinja uslovima života koje im je obezbedio čovek koji ih gaji i koji ih iskorišćava. Zato je koncept dobrobiti, odnosno zaštite celovitosti životinja jednak za sve kičmenjake za koje je dokazana univerzalnost neprijatnih telesnih i emocionalnih iskustava, odnosno za sisare, ptice, ribe i gmizavce (Lund i sar., 2007). Sa druge strane, ponašanje predstavlja najbrži način prilagođavanja promenama uslova života, čiji je cilj postizanje osećanja udobnosti (fizička, termalna, psihička udobnost), prijatnosti, sigurnosti i zadovoljstva (Vučinić i Lazić, 2008). Ova osećanja su svojstvena svim kičmenja-

\* Rad primljen za štampu 27. 04. 2009. godine

\*\* Dr sci. med. vet. Marijana Vučinić, profesor, Katarina Radisavljević, dr vet. med., Katedra za zoohigijenu, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu

cima, bez obzira na nivo razvoja njihove svesti. Različiti stimuli iz životnog okruženja mogu prouzrokovati kraća ili duža osećanja fizičke i termalne udobnosti ili neudobnosti. Fizička i termalna neudobnost prouzrokuju osećanje neprijatnosti i nesigurnosti, a neprijatnost i nesigurnost stvaraju osećaj nezadovoljstva. Bol predstavlja samo jedno od neprijatnih telesnih i emocionalnih iskustava, koje prouzrokuje osećanja neudobnosti i nesigurnosti. Brojni su kriterijumi na osnovu kojih se procenjuje kapacitet životinja, među njima i riba, da osećaju bol, a to su (Sneddon, 2004): prisustvo funkcionalnih nociceptora, prisustvo i aktivnost endogenih opioda i opiodnih receptora, aktivacija moždanih struktura koje učestvuju u procesovanju bolnih stimulusa, prisustvo nervnih puteva koji povezuju nociceptore sa višim moždanim strukturama, aktivnost analgetika u redukciji odgovora nociceptora, ispoljenost averzivnih oblika ponašanja prema stimulusima koji prouzrokuju osećaj bola i promene ponašanja usled delovanja stimulusa koji prouzrokuju bol (EFSA, 2009).

Kako je bol samo jedan od činilaca inkompatibilnih dobrobiti životinja i kako je dobrobit riba zanemarena u odnosu na sisare i ptice, cilj ovog rada je da ukaže na novija naučna saznanja koja idu u prilog tvrdnji o postojanju osećaja bola i zaštite dobrobiti riba.

#### **Činioci koji narušavaju dobrobit riba /** *Factors that violate fish welfare*

Kao i kod sisara i ptica, tako i kod riba veliki broj činilaca narušava njihovu dobrobit (Huntingford i sar., 2006). Pre svega su to mnogobrojni optički (intenzitet osvetljenja i kvalitet svetlosnog spektra akvatične sredine), pozicioni, hemijski, taktilni, mehanički, električni, akustični i magnetni stimuli iz akvatične sredine, koji kod riba mogu da prouzrokuju neprijatna telesna iskustva. Neprijatna telesna iskustva ribama, svojim aktivnostima, uglavnom nanosi čovek gajeći ih u ribnjacima, tankovima i akvarijumima, ali i izlovljavanjem iz prirodnih akvatičnih staništa u komercijalne, naučne, sportske ili rekreativne svrhe (Davie i Kopf, 2006). Narušen kvalitet akvatične sredine, fizičko uznemiravanje riba pri izlovljavanju, hvatanju i transportu, prenaseljenost ribnjaka, tankova i akvarijuma i neodgovarajuća socijalna struktura u akvatičnoj zajednici predstavljaju samo neke od okolnosti u kojima se sigurno može očekivati delovanje neprijatnih stimulusa za ribe (Huntingford i sar., 2006). Svakako da je jedan od najznačajnijih činilaca od kojih zavisi dobrobit riba kvalitet akvatične sredine, odnosno kvalitet vode u kojoj ribe žive (MacIntyre, 2008). Odgajivači riba direktno su odgovorni za kvalitet vode u ribnjacima, tankovima i akvarijumima (Immink, 2009). Međutim, svi ostali koji direktno ili indirektno koriste vodne resurse, koji predstavljaju prirodna staništa riba, odgovorni su za kvalitet vode u njima bez obzira na to da li su sportski ili rekreativni ribolovci, turisti koji na različite načine uživaju u blagodatima mora, jezera i reka (plivanje, vožnja brodovima i motornim čamcima, jedriličarstvo i dr.), stanovnici priobalja, vlasnici industrijskih pogona i radnici u njima koji ispuštaju otpadne

vode u prirodne rezervoare voda i prirodne vodotokove ili približene veštačke akumulacije.

### **Reakcija riba na neprijatne, potencijalno bolne stimuluse /** *Fish reaction to unpleasant, potentially painful stimuli*

Brojnim istraživanjima novijeg datuma je dokazano da reakcija na neprijatne stimuluse kod riba ne predstavlja samo prost refleksni odgovor, već kompleksnu reakciju identičnu onoj koja je karakteristična za bol kod sisara, u koju su uključene i promene ponašanja (Braithwaite i Boulcott, 2007).

Sneddon i sar. (2003) su ispitivali prisustvo nociceptora u trigeminusnom sistemu glave pastrmki i promene u njihovom ponašanju po delovanju neprijatnih stimulusa. Za ispitivanje aktivnosti neurona trigeminusnog gangliona, kao neprijatne stimuluse koristili su mehaničke (pritisak), termičke (toplota,  $T^{\circ} \leq 40^{\circ}C$ ) i hemijske (1% sirćetna kiselina) stimuluse. Ovi istraživači su otkrili prisustvo 22 nociceptora na glavi pastrmki. Osamnaest nociceptora su klasifikovali u polimodalnu grupu (reaguju i na mehaničke i na termičke i na hemijske stimuluse), a četiri su klasifikovali u grupu mehanotermalnih receptora jer reaguju samo na mehaničke i termičke stimuluse. Navedeni istraživači su zaključili da pastrmke poseduju sposobnost reagovanja na bolne stimuluse. U nastavku oglada, isti istraživači (Sneddon i sar., 2003) su injektovali različite supstance (rastvor soli, pčelinji otrov i sirćetna kiselina) u tkivo usana pastrmki i to na mestima gde su otkrili prisustvo nociceptora. Pastrmke su prvo bile anestetizirane, a potom su im injektovane iritirajuće supstance. Po povratku iz anestezije praćene su promene ponašanja i promene frekvence disanja na osnovu ritma rada škrge. Kod pastrmki tretiranih pčelinjim otrovom i sirćetnom kiselinom uočeno je značajno povećanje frekvencije disanja (ubrzano pomeranje škrge) kao i značajno duže vreme gladovanja od momenta aplikovanja iritirajućih supstanci. Čak devedeset minuta posle tretmana pastrmke su se njihale sa jedne strane na drugu oslonjene svojim pektoralnim perajima na šljunak, koji se nalazio na dnu tanka. Pastrmke koje su tretirane sirćetnom kiselinom su trljale usne o kamenčiće šljunka na dnu tanka i o zidove tanka. Ubrzano disanje je trajalo tri sata posle tretmana. U tom periodu ribe nisu uzimale hranu. Kod riba tretiranih rastvorom soli nisu bile ispoljene navedene promene u ponašanju, a hranu su počele da uzimaju 80 minuta posle tretmana. Na osnovu ovih i sličnih eksperimenata zaključeno je da odbijanje hrane, trljanje usana i njihanje predstavljaju bihejvioralne indikatore bola kod teleostih riba.

Istraživanjima je dokazano da ribe poseduju dve vrste nociceptora, slobodnih nervnih završetaka, koji pripadaju malim mijelinskim A-delta vlaknima brze provodljivosti i malim amijelinskim C-vlaknima spore provodljivosti. Obe vrste nervnih vlakana zastupljene su u trigeminusnom nervu riba (Sneddon, 2002), kao što je to slučaj i kod viših vertebrata. Međutim, kod riba je u trigeminusnom nervu zastupljeno 33% A-delta nervnih vlakana i samo 4% C-vlakana, dok se u trigeminusnom nervu vodozemaca, ptica i sisara nalazi 50 do 65% C vlakana.

Od 22 nociceptora otkrivena na glavi riba, većina pripada brzoprovodnim A-delta nervnim vlaknima. Kod sisara se A-delta nervna vlakna nalaze uglavnom u sluzokoži usne duplje, skeletnim mišićima i unutrašnjim organima. Polimodalna priroda ovih A-delta nociceptora kod riba može da se objasni životom u vodenoj sredini u kojoj na ribe istovremeno deluje veliki broj mehaničkih, termičkih i hemijskih stimulusa (Branson, 2008).

Kod riba je dokazano i prisustvo opijatnih receptora i enkefalinima sličnih supstanci u različitim delovima mozga. Distribucija enkefalina u mozgu riba slična je distribuciji kod viših kičmenjaka. Pored ovih, u mozgu i kičmenoj moždini riba dokazano je i da postoje drugi molekuli koji učestvuju u procesovanju bolnih nadražaja, istovetni molekulima kod sisara kao što su serotonin, supstanca P, neuropeptid Y i dr. (Branson, 2008). Sposobnost analgetika da moduliraju nociceptivni odgovor takođe predstavlja indikator percepcije bola (Branson, 2008). Kada je ribama zajedno sa srččetnom kiselinom injektovan morfin, reakcija trljanja usana o zidove i dno tanka je bila značajno redukovana. Skarćeno je bilo i vreme provedeno u njihanju riba sa jedne na drugu stranu oslonjenih grudnim perajima na dno tanka i vreme ubrzanog disanja. Zato je zaključeno da se kao lokalni anestetik kod teleostih riba može primeniti morfin, koji redukuje nociceptivnu reakciju (Sneddon, 2003).

Mnogobrojnim ogledima je dokazano da se radi preveniranja manipulativnog stresa kod riba, kao opšti anestetici mogu primeniti ulje karanfilića, benzokain, trikain metasulfonat (MS-222), magnezijum-hlorid, fenoksi-2 etanol i dr. (EFSA, 2009).

Navedena istraživanja ukazuju da je kod riba izloženih uticaju delovanja neprijatnih stimulusa pre ispoljena sposobnost percepcije bola nego što se radi o jednostavnom nociceptivnom refleksu (Branson, 2008).

Pored promena u ponašanju teleostih riba (bihevioralni indikatori bola) pri delovanju neprijatnih stimulusa za koje se pretpostavlja da prouzrokuju osećaj bola, kod riba je dokazana i ispoljenost averzije u odnosu na bolne nadražaje. Portavella i sar. (2002, 2004) su proučavali reakcije riba na elektrošokove. Prethodno su ribe pripremljene da povezuju delovanje neprijatnog, potencijalno bolnog stimulusa sa neutralnim stimulusom kao što je osvetljenje u boji. Ribe koje su bile izložene delovanju neprijatnih, potencijalno bolnih stimulusa, ispoljavale su averziju i prema delovanju neutralnog stimulusa.

#### **Zaključak / Conclusion**

Ribe, a posebno teleoste, poseduju nociceptore, nerve koji povezuju nociceptore sa višim moždanim strukturama, opioidne receptore i opioide i sposobnost pamćenja neprijatnih, odnosno bolnih stimulusa. Lokalni i opšti anestetici inhibišu aktivnost nociceptora riba. Takođe, pri delovanju bolnih stimulusa ribe ispoljavaju značajne promene ponašanja. Na osnovu ovih kriterijuma može se zaključiti da ribe osećaju bol, što naročito treba uzeti u obzir u istraživanjima u

kojima se ribe koriste kao ogledne životinje. Promene ponašanja pri delovanju bolnih stimulusa i sposobnost pamćenja bolnih stimulusa i povezivanja bolnih stimulusa sa neutralnim stimulusima ukazuju da odgovor na bolni stimulus kod riba nije samo prost refleks, već je kompleksna reakcija sa učešćem bihevioralne komponente.

#### **Literatura / References**

1. Braithwaite VA, Boulcott P. Pain perception, aversion and fear in fish. *Diseases of aquatic organisms* 2007; 75(2): 131-8.
2. Branson EJ. *Fish Welfare*. Blackwell Publishing Ltd., 2008.
3. Davie PS, Kopf RK. Physiology, behaviour and welfare of fish during recreational fishing and after release. *New Zealand Vet J* 2006; 54(4): 161-72.
4. EFSA. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from European Commission on General approach to fish welfare and to the concept of sentience in fish. *The EFSA J* 2009; 954: 1-26.
5. Huntingford FA, Adams CE, Braithwaite VA, Kadri S, Pottinger TG, Sandoe P, Turnbull JF. Current issues in fish welfare. *J Fish Biology* 2006; 68(2): 332-72.
6. Immink V. Welfare of farmed fish. Towards a sustainable development of European aquaculture. Report 2009-006, Project code 30754, February 2009, LEI Wageningen UR, The Hague, 2009.
7. Lund V, Mejdell CM, Röcklinsberg H, Anthony R, Håstein T. Expanding the moral circle: farmed fish as objects of moral concern. *Diseases of aquatic organisms* 2007; 75(2): 109-18.
8. MacIntyre C. What next for fish welfare. *Aquaculture News* 2008; 34: 8-9.
9. Portavella M, Torres B, Salas C, Papini MR. Lesions of the medial pallium, but not of the lateral pallium, disrupt spaced-trial avoidance learning in goldfish (*Carassius auratus*). *Neuroscience Letters* 2004; 362(2): 75-8.
10. Portavella M, Vargas JP, Torres B, Salas C. The effects of telencephalic pallial lesions on spatial, temporal, and emotional learning in goldfish. *Brain Research Bulletin* 2002; 57(3-4): 397-9.
11. Sneddon LU, Braithwaite V, Gentle MJ. Do fishes have nociceptors? Evidence for the evolution of a vertebrate sensory system. *Proceedings of the Royal Society of London Series B – Biological Sciences* 2003; 270: 1115-21.
12. Sneddon LU. Anatomical and electrophysiological analysis of the trigeminal nerve in a teleost fish, *Oncorhynchus mykiss*. *Neuroscience Letters* 2002; 319(3): 167-71.
13. Sneddon LU. Evolution of nociception in vertebrates: comparative analysis of lower vertebrates. *Brain Research Reviews* 2004; 46(2): 123-30.
14. Sneddon LU. The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. *Applied Animal Behaviour Science* 2003; 83(2): 153-62.
15. Vučinić M, Lazić I. Ocena dobrobiti životinja. *Veterinarski glasnik* 2008; 62(1-2): 97-104.

**ENGLISH**

**FISH WELFARE – FISH CAPACITY TO EXPERIENCE PAIN**

**Marijana Vučinić, Katarina Radisavljević**

Teleost fish possess similar nociceptive processing systems to those found in terrestrial vertebrates. It means that they react to potential painful stimuli in a similar manner as mammals and birds. However, the welfare of fish has been the focus of less research than that of higher vertebrates. Humans may affect the welfare of fish through fisheries, aquaculture and a number of other activities. There is scientific evidence to support the assumption that fish have the capacity to experience pain because they possess functional nociceptors, endogenous opioids and opioid receptors, brain structures involved in pain processing and pathways leading from nociceptors to higher brain structures. Also, it is well documented that some anaesthetics and analgesics may reduce nociceptive responses in fish. Behavioural indicators in fish such as lip-rubbing and rocking behaviours are the best proof that fish react to potential painful stimuli. This paper is an overview of some scientific evidence on fish capacity to experience pain.

Key words: fish, welfare, pain

**РУССКИЙ**

**БЛАГОСОСТОЯНИЕ РЫБ - ВОЗМОЖНОСТЬ ОЩУЩЕНИЯ БОЛИ**

**Марияна Вучинич, Катарина Радисавлевич**

Телеостые рыбы обладают ноцицептивной системой подобной ноцицептивной системе у земных позвоночных. Это значит, что на потенциально болевые стимулы реагируют подобно млекопитающим и птицам. Между тем, в отношении млекопитающих и птиц, благосостояние рыб оставлено без внимания. Человек может поставить под угрозу благосостояние рыб на больше способов, а между прочим рыбной ловлей, разведением в аквакультуре и численными другими активностями. В настоящее время всё больше научных доказательств, что рыбы обладают функциональными ноцицепторами, эндогенными опиоидами и опиоидными рецепторами, мозговыми структурами, участвующими в процессовании болевых раздражений и нервными путями, связывающими ноцицепторы и мозговые структуры. Некоторые анестетики и анальгетики редуцируют активность ноцицепторов у рыб. Бихевиоральные индикаторы боли у рыб терение губ о твёрдой подстилке при раздражении ноцицепторов в окрестности губ и перемещение рыб с одной на другую сторону при чём прислонены на дно грудными плавниками. Эта работа представляет собой обзор определённых научных доказательств о способности рыб ощутить боль.

Ключевые слова: рыбы, благосостояние, боль