

SPONTANA AKTIVNOST NEKIH MORSKIH RIBA. NJIHOVA POTROŠNJA KISIKA I KONCENTRACIJA HEMOGLOBINA

ACTIVITE SPONTANEE DE CERTAINS POISSONS DE MER, LEUR
CONSOMMATION D'OXYGENE ET LA CONCENTRATION D'HEMOGLOBINE

Stefan Gelineo

Laboratorija Jerolim — Starigrad na Hvaru

Način života raznih vrsta riba vidno se međusobno razlikuje. Dovoljno je uporediti pelagičke forme sa onima pridnenim, pa da se uoči kako se njihovi troškovi života moraju međusobno razlikovati. Dok su, na primjer, plave ribe u neko doba godine skoro u neprekidnom kretanju, praveći duge putanje, dotle dnevnonoćni ritam aktivnosti pridnenih riba pokazuje duge periode mirovanja ili neznatnog kretanja, sa jedan do dva perioda maksimalne aktivnosti, koji traju različito, prema vrsti ribe (5). Poznato je da palamida (*Pelamis sarda*) može prevaliti za jedan sat put od preko 30 km, dok se škarpina (*Scorpaena scrofa*) vrlo malo kreće. Zbog toga će svakodnevni troškovi života palamide biti mnogo veći nego škarpine. Ukoliko je riba aktivnija, utoliko će u njoj intenzitet metabolizma biti veći.

Ova, po intenzitetu i dužini trajanja, različita aktivnost raznih vrsta riba, omogućuje da se ribe svrstaju: 1) u trome ribe, 2) u aktivne ribe i 3) u vrlo aktivne ribe. Te razlike u spontanoj aktivnosti riba vjerojatno baziraju na njihovim fiziološkim odlikama, te nam se nametnulo pitanje: postoji li neki određeni odnos između spontane aktivnosti ribe, njene potrošnje kisika za vrijeme mirovanja i koncentracije hemoglobina? Drugim riječima: može li se prema koncentraciji hemoglobina ili potrošnji kisika u mirne ribe zaključivati o njenoj spontanoj aktivnosti, odnosno o prosječnoj brzini njena svakodnevna kretanja? Ukoliko tu postoji neka zakonitost, mogla bi je iskoristiti ribarstvena praksa.

Prilazeći rješavanju ovog pitanja, morala se naći mjera kojom bi se izrazila aktivnost riba. Primjena aktinografa, kao što su oni za sisavce i ptice, nije nam izgledala moguća u rješavanju ovog problema. I mi smo se odlučili za dugotrajno vizuelno kontroliranje kretanja ribe u bazenu poznatih dimenzija. Razumije se samo po sebi da su ta istraživanja morala biti izvršena u takvim uvjetima da nikakvi vanjski faktori ne djeluju na ribu pod eksperimentom, osim promjene svjetlosti u vezi sa promjenom dana i noći. Vrijeme je određivano štopericom u ruci.

Spontana aktivnost nekih morskih riba

Prirodna aktivnost istraživanih riba izražena je u metru pređenog puta za vrijeme od jednog sata (m/h). Dobivene srednje vrijednosti vrlo su različite, kao što se vidi u tablici 1.

Tab. 1. — Prirodna aktivnost nekih morskih riba adaptiranih na 12,5 C, njihova potrošnja kisika za vrijeme mirovanja i njihova koncentracija hemoglobina

R I B A	Broj životinja	Težina g	Aktivnost m/h	Potrošnja kisika ml/kg/h	Hemoglo- bin u 100 ml krvi g	F o r m a
Platuša crnopjega (<i>Arnoglossus boscai</i>)	1	278	1,4	26	4,3	inertna forma
Glavoč crvenac (<i>Gobius cruentatus</i>)	7	38—160	3,2	31	4,3	„ „
Škrpina (<i>Scorpaena scrofa</i>)	3	410—1465	2	29	4,5	„ „
Škrpun (<i>Scorpaena porcus</i>)	7	15—98	5,5	29	6,5	„ „
Vrana (<i>Labrus merula</i>)	1	96	28	65	8,4	aktivna forma
Pirka (<i>Serranus scriba</i>)	7	22—76	24	78	9,6	„ „
Fratar (<i>Sargus vulgaris</i>)	7	25—96	163	111	9,3	„ „
Cipal plutaš (<i>Mugil labeo</i>)	7	58—120	353	160	12,6	„ „

Trome se forme vrlo upadljivo razlikuju od aktivnih. Dok su neke vrste naših riba prevaljivale put od 1,4 do 5,5 m u toku jednog sata, dotle su druge za to isto vrijeme pravile putanju dugu 24 do 353 m. Tako su naše aktivne forme za nekih 17—64 puta aktivnije od naših inertnih oblika.

Iako ove cifre nemaju apsolutnu vrijednost, jer primijenjeni metod ne pretendira na preciznost, dok je dnevnu aktivnost životinja nemoguće izraziti u apsolutnim vrijednostima, ovi podaci o prosječnoj aktivnosti riba ukazuju na opravdanost klasifikacije riba po stepenu brzine njihova uobičajena svakodnevna kretanja. Napomenut ćemo da dosadašnja klasifikacija na trome, aktivne i vrlo aktivne ribe (2, 6, 7) nije bila bazirana na numeričkim vrijednostima stepena svakodnevne aktivnosti predstavnika pojedinih grupa.

Svakodnevna aktivnost riba i njihova potrošnja kisika za vrijeme mirovanja

Veća aktivnost organizma iziskuje intenzivniji metabolizam, veću potrošnju hrane. Tako će se fiziološka zbivanja u svakodnevnom životu tromih formi kvantitativno razlikovati od fizioloških zbivanja u organizmima aktivnih oblika.

Pošto je potrošnja kisika mjerilo proizvodnje energije u organizmu, pitamo se da li se razlike u svakodnevnoj aktivnosti riba odražavaju na potrošnju kisika za vrijeme mirovanja, ili je ćelični metabolizam za vrijeme mirovanja aktivnih oblika jednak ili približno jednak onome u tromih formi?

Prilazeći ovome pitanju trebalo je najprije otkloniti utjecaj što ga vrši na organizam promjena vanjske temperature. Bilo je, dakle, nužno da se ribe prethodno adaptiraju na jednu istu vanjsku temperaturu. Mi smo ih pustili da se adaptiraju na 12,5° C, tj. na temperaturu koju je imala morska voda više sedmica u doba naših pokusa. Drugo: riba je morala biti mirna za vrijeme mjerenja potrošnje kisika. To je lako postići kod oblika koji leže na dnu satima, kao što je npr. škarpina. Kod oblika, pak, koji plivaju ispitivali smo potrošnju kisika dok ovi lebde, dok peraje polako rade, a riba stoji u mjestu. A zatim smo istraživali potrošnju kisika u stanju imobilizacije peraja. U tablicu 1. uvrštene su srednje vrijednosti rezultata dobivenih izučavanjem potrošnje kisika u aktivnih i tromih riba za vrijeme mirovanja (3, 4).

Iz ovih istraživanja vidimo da naše četiri tromе forme troše otprilike istu količinu kisika na kg-sat, i to od 26 do 31 ml. Međutim, potrošnja kisika u aktivnih oblika za vrijeme mirovanja zavisi, kako izgleda, od njihove svakodnevne aktivnosti. U *Labrus merula* i u *Serranus scriba*, koji prelaze otprilike isti put na jedinicu vremena, potrošnja kisika za vrijeme mirovanja iznosi oko 70 ml na kg/h. Drugu sliku pruža *Sargus vulgaris*, koji je aktivniji nego prethodne forme. On troši oko 111 ml kisika na kg/h. U cipla, koji je još aktivniji, potrošnja kisika u doba mirovanja kreće se oko 160 ml na kg/h. Tako su u cipla za vrijeme mirovanja, biohemijski procesi pet puta intenzivniji nego u inertnih oblika, a u fratra skoro za četiri puta.

Međutim, taj odnos između aktivnih i tromih formi je manji kada se aktivni oblici imobiliziraju, tj. kada se objese u kesi od tanke mreže tako da im peraje miruju (Tablica 2).

Tabl. 2. — Potrošnja kisika na temperaturi adaptacije od 12,5° C u nekih riba kada su im peraje imobilizirane

R i b a	O ₂ na kg/h (ml)	R i b a	O ₂ na kg/h (ml)
<i>Arnoglossus boscai</i>	26	<i>Labrus merula</i>	50
<i>Gobius cruentatus</i>	31	<i>Serranus scriba</i>	54
<i>Scorpaena scrofa</i>	29	<i>Sargus vulgaris</i>	74
<i>Scorpaena porcus</i>	29		

Kao što vidimo, i pri potpunoj imobilizaciji peraja, potrošnja kisika u aktivnih oblika za vrijeme mirovanja je veća nego u tromih. U navedene tri aktivne ribe, ona je za oko dva puta veća nego u tromih riba. I ovdje je u aktivnijeg *Sargus vulgaris* potrošnja kisika veća nego što je u manje aktivnih oblika *Labrus merula* i *Serranus scriba*. Napomenut ćemo da ciplima nismo mogli mjeriti potrošnju kisika kada su im peraje bile imobilizirane, jer su svi bili stalno nemirni.

Moglo bi se pomisliti da ova razlika u intenzitetu potrošnje kisika između tromih i aktivnih riba za vrijeme mirovanja nije nikakva zakonitost, već slu-

čajnost nastala uslijed kompariranja životinja raznih veličina, kao što su škorpene sa jedne strane i fratar sa druge strane, od kojih prve teže do 1465 g, a druge do 96 g. Međutim, na pravilnost zaključka da za vrijeme mirovanja imaju, na jedinicu težinu inertne forme slabiji hod bioenergetskih procesa nega aktivni oblici, ukazat će i kompariranje dviju formi različite aktivnosti, a približno iste tjelesne težine, kao što su škarpun i fratar u tablici 3.

Tabl. 3. — *Potrošnja kisika na temperaturi adaptacije od 12,5° C u dvije vrste riba različite prirodne aktivnosti, a približno iste težine*

R i b a	Karakteristika ribe	Težine (g)	O ₂ na kg/h (ml)
Scorpaena porcus	troma forma	98	34
Sargus vulgaris	aktivna forma	96	107

Upoređujući međusobno ove ribe, približno iste težine, nalazimo da za vrijeme mirovanja aktivni Sargus ima tri puta veću potrošnju kisika nego troma Scorpaena, izraženu na jedinicu mase. Tako je najmirniji život u ćelijama Sargus-a tri puta intenzivniji od onoga u ćelijama Scorpaena-e.

Ova istraživanja ukazuju da različita prirodna aktivnost riba bazira na različitim nivoima osnovnog ćeličnog života.

Intenzitet oksidiranja i koncentracija hemoglobina

Veća potrošnja kisika za vrijeme osnovnih ćeličnih procesa u tkivima aktivnih riba ukazuje na intenzivniji transport kisika u organizmu ovih životinja.

Mi smo se pitali da li se ta odlika odražava na koncentraciju hemoglobina, tj. na prenosioca kisika od škrga do mjesta njegova stupanja u proces metabolizma.

Još su Adrianov (1) i Hall and Gray (6) ukazivali da tromе ribe dna imaju slabiju koncentraciju hemoglobina nego što je imaju aktivne ribe, ne mjereći putanje njihova kretanja. Kasnija istraživanja su to potvrdila (3, 4). Ako sada usporedimo podatke koje smo dobili na istraživanju aktivnosti naših riba sa podacima o potrošnji kisika (3) za vrijeme mirovanja tih riba, pa njima dodamo podatke dobivene na izučavanju koncentracije hemoglobina (4), vidjet ćemo da zaista potrošnja kisika i koncentracija hemoglobina stoje upravo razmjerno sa prirodnom aktivnošću riba (tab. 1).

Dok se hemoglobin u ovih tromih riba kreće između 4,3 i 6,5 g u 100 ml krvi, dotle ga nalazimo u naših aktivnih formi od 8,4 do 12,6 g. Upoređujući vranu ili pirku sa ciplom vidimo da je koncentracija hemoglobina veća ukoliko je riba aktivnija u svom svakodnevnom životu. Tako vidimo da postoji izvjesna zakonitost između spontane aktivnosti ribe, njene potrošnje kisika i njene koncentracije hemoglobina.

BIBLIOGRAFIJA

1. — V. V. Adrianov: Opyt sravnitel'nogo izučeniya krovi presnovodnih ryb (Učenyje zapiski Moskovskogo Gosud. Universiteta 9:5. 1927).
2. — S. Gelineo: Aktivnost morskih riba i koncentracija hemoglobina (Glas Srpske akademije nauka 231:9-16. 1956).
3. — S. Gelineo: Activite spontanée des Poissons de mer et consommation d'oxygène à la température d'adaptation de 12,5° C (Comptes rendus des séances de la Société de Biologie, 151:1239-1241. 1957).
4. — S. Gelineo: Koncentracija hemoglobina i intenzitet oksidiranja u riba (Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Odjel za prirodne nauke, Rad 320: 93-105. 1960).
5. — S. Gelineo: Danonoćni ritam potrošnje kiseonika u nekih morskih riba na temperaturi adaptacije (Glas Srpske akademije nauka, 249: 1-12. 1961).
6. — F. G. Hall and J. E. Gray: The hemoglobin concentration of the blood of marine fishes (J. biol. Chem. 81: 589-594. 1929).
7. — N. S. Stroganov: Ekologičeskaja fiziologija ryb (Izd. Moskovskogo Universiteta 1962).

ACTIVITE SPONTANEE DE CERTAINS POISSONS DE MER, LEUR
CONSOMMATION D'OXYGENE ET LA CONCENTRATION
D'HEMOGLOBINE

Stefan Gelineo

R É S U M É

Etant donné que certains poissons de mer diffèrent de façon évidente des autres par leur activité spontanée, on a calculé, pour les poissons inertes et pour les poissons actifs, la longueur du chemin parcouru durant la vie nycthémerale et son rapport avec la consommation d'oxygène, au repos, de même que la concentration d'hémoglobine.

On a établi que: plus l'activité spontanée du poisson, exprimée en mètre-heure (m/h) est grande, plus est forte la consommation d'oxygène chez le poisson au repos, exprimée en kg-heure, de même qu'augmente aussi la concentration d'hémoglobine. C'est ainsi que les poissons du fond, inertes, ont au repos, un métabolisme plus faible que les poissons du fond actifs; ils accusent aussi une plus faible concentration d'hémoglobine, comme le montrent les données suivantes:

Poisson	Poids	Activité	O ₂	Hémoglobine
	(g)	(m/h)	(ml/kg/h)	(g)
<i>Arnoglossus boscai</i>	278	1,4	26	4,3 forme
<i>Gobius cruentatus</i>	38-160	3,2	31	4,5 inerte
<i>Scorpaena scrofa</i>	410-1465	2	29	6,5
<i>Scorpaena porcus</i>	15-98	5,5	29	6,5
<i>Lambrus merula</i>	96	28	65	8,4 forme
<i>Serranus scriba</i>	22-76	24	28	9,6 active
<i>Sargus vulgaris</i>	25-96	163	111	9,3
<i>Mugil labeo</i>	58-120	35?	160	12,6

Si on exclut complètement l'activité des nageoires, la consommation d'oxygène baisse de 25%. Les formes actives consomment alors deux fois plus d'oxygène que les formes inertes benthiques.