

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ BIOLOGIJE

SEMINARSKI RAD:

POGLED NA OKOLIŠNU FIZIOLOGIJU ŽIVOTINJA

MENTOR: doc. Zoran Tadić

MJESTO: Zagreb

IZRADILA: Dolores Kular

DATUM: 18. rujna 2008.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	3
2. FIZIOLOGIJA RONJENJA MORSKIH SISAVACA.....	4
3. ENDOTERMNE RIBE.....	6
4. REPRODUKTIVNA FIZIOLOGIJA.....	8
4.1. REPRODUKTIVNA ENDOKRINOLOGIJA.....	9
5. ZAKLJUČAK.....	10
6. LITERATURA.....	11

UVOD

Okolišna fiziologija omogućava pogled na stvarne mehanizme koje organizam upotrebljava kako bi održao homeostazu svakodnevnog života. Ovo zahtjeva poznavanje cijelokupne povijesti organizama, te je preduvjet za razvijanje hipoteza fizioloških mehanizama. Ovaj rad se bazira na nekoliko područja okolišne fiziologije te daje primjer kako ovakva fiziologija nije mogla biti shvaćena bez adekvatnih terenskih pokusa.

Okolišna fiziologija ide korak dalje, mjereći sa velikim spektrom tehnika, mehanizme korištene od organizama pod stvarnim okolišnim uvjetima. Kako s jedne strane nalazimo primjere mnogih fizioloških mehanizama koji održavaju homeostazu u ekstremnim uvjetima, tako s druge strane nailazimo na odlične primjere gdje organizmi jednostavno zaobilaze ekstremne uvjete svojim ponašanjem ili ostalim nefiziološkim procesima.

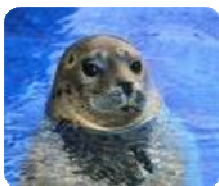
Porijeklo organizama nam pruža osnovu razvija hipoteza i pitanja o fiziološkim problemima s kojima se životinje susreću na terenu te pruža uvid u mehanizme kojima životinja raspolaže da bi preživjela. Važnu ulogu ima i prirodni odabir u kreiranju evolucije fiziologije organizama.

Neki od najranijih i najpoznatijih primjera u fiziologiji započeti su na terenu sa serijom jednostavnih promatranja organizama u njihovom prirodnom staništu. Primjer tih istraživanja su pustinske životinje koje su suočene sa kseričnim uvjetima te morski sisavci koji ostaju pod vodom u dugim vremenskim intervalima. Naposljetku, svrha ovog rada nije suprostaviti terenska i laboratorijska istraživanja već pronaći optimum između oba pogleda.

FIZIOLOGIJA RONJENJA MORSKIH SISAVACA

Dugo se smatralo da je osnova homeostatskog mehanizma ovih sisavaca samo dostupnost udisanja zraka. Tokom proteklih godina istraživanja u fiziologiji pokazalo se kako se sve vrsti oko funkcioniranja pri nedostatku kisika te je sve obilježeno pragom tolerancije koju ovi sisavci imaju prema O_2 , CO_2 i pH. Mogućnost organizama da modificiraju ili nadjačaju normalne kontrolne mehanizme je omogućilo gmazovima, pticama i sisavcima da uspješno nastane nova vodena staništa. Problemi s kojima su bili suočeni morski sisavci mogu biti podijeljeni na adaptacije vezane uz tlak i adaptacije za produženje njihovog ronjenja te dužeg ostajanja pod vodom. Adaptacije na tlak podrazumijevaju mehaničku ulogu tlaka kao i probleme uz povećanu topivost N_2 i O_2 koji pri visokim koncentracijama postaju toksični, a s druge strane, adaptacije na produženo ronjenje su povezane sa pohranom kisika u tijelu te potrebom organizma za anaerobnim metabolizmom.

Prva istraživanja su vršili Scholander i Irving te su njima dokazali da sisavci ili ptice koji su u laboratorijskim uvjetima bili prisiljeni na zaron imali smanjen metabolizam popraćen sa povećanom potrebom za anaerobnim metabolizmom. Mliječna kiselina pronađena u organizmima nakon izrona podupirala je te dokaze kao i duboka bradikardija popraćena sa smanjenim otkucajima srca i smanjenim protokom krvi kroz periferna tkiva.



Elsner i suradnici su zatim vršili istraživanja na životinjama koje su samostalno zaranjale i ronile te su došli do rezultata mnogo manje bradikardije u usporedbi sa životinjama koje su bile prisiljene na zaron.

Glavno otkriće fiziologije ronjenja došlo je sa Kooymanom koji je proučavao antarktičke tuljane (*Leptonychotes weddelli*) koji se zadržavaju i rone oko malih otvora u ledu na površini mora. Ovaj znanstvenik je sa svojim suradnicima postavio prijenosni laboratorij iznad jednog od takvih otvora i izmjerio je pulmonarnu funkciju, otkucaje srca i

metabolizam životinje koja je samostalno zaranjala. Rezultati su pokazali da se stupanj bradikardije povećavao pri dužim zaronima, a uopće nije postojao na početku urona. To je ukazivalo na činjenicu da je tuljan mogao kontrolirati metaboličke potrebe te da je znao hoće li zaron biti dugog ili kratkog trajanja. Na temelju usporedbi u koncentracijama mliječne kiseline zaključili su da je životinja mogla roniti aerobno kada bi zaroni trajali maksimalno 20 minuta (*aerobic dive limit* - ADL). Što je tuljan bio duže pod vodom to bi se više mliječne kiseline nakupilo te je zbog toga duže ostajao na površini kako bi se riješio nakupljene količine kiseline.

Grupa znanstvenika na čelu sa Hochachkom i Zapolom su razvili mikroprocesorom kontroliran sustav koji je periodički uzimao uzorke krvi za vrijeme tuljanovog ronjenja. Ovim uređajem dokumentiran je trenutak kada je došlo do promjena plinova u krvi i hematokrita, supstratne utilizacije, kardiovaskularne kontrole otkucaja srca i promjene temperature tijela te su uvelike doprinjeli u novim spoznajama morskih sisavaca.

Jedan od ciljeva okolišne fiziologije je shvatiti kada fiziologija limitira i utječe na ponašanje životinja, stoga je važno promotriti kako često i u kojim uvjetima životinja koje rone u prirodnom okolišu ostaju unutar ili izlaze izvan granica ADL-a. Nedavna dostignuća u tehnologiji su omogućila simultana mjerenja ponašanja pri ronjenju. Istraživanja pokazuju da u određenim situacijama životinje mogu izaći iz normalnog ADL-a što nam ukazuje na potencijalno korištenje anaerobnog metabolizma. Današnja tehnologija je također razvila naprave dovoljno male veličine koje se mogu pričvrstiti na životinju kojima dobivamo podatke koji mogu biti prenešeni preko satelita. Ovim napravama se također mogu mjeriti otkucaji srca, volumeni disanja, brzine plivanja te akceleracije. Prijenos podataka putem satelita je koristan kada istraživač ne može ponovno doći do životinje. Nedostatak ove tehnologije je činjenica da naprava mora biti izvan vode kada komunicira sa satelitom u orbiti te je iz tog razloga najviše korištena na kralješnjacima koji puno vremena provode na kopnu i u zraku kao što su morske ptice i morske kornjače, a u zadnje vrijeme i morski psi.

ENDOTERMNE RIBE

Današnje studije pokazuju mnoge uvide i informacije o fiziološkim i biološkim adaptacijama endotermnih riba, no i dalje se o ovom fenomenu integriranom u prirodu ne zna mnogo.

Glavna prednost endotermije je mogućnost pobješka u druga temperaturna staništa dok se kritični organski sustavi, kao što su živčani sustav i aerobni mišići, mogu održavati u uskom intervalu biokemijski optimalnih temperatura. Morski sisavci i morske ptice mogu migrirati iz tropskih krajeva i otoka do hladnih dubina oceana te istovremeno mogu održavati tjelesnu temperaturu mnogo veću od morske. Riba kao predstavnik životinja sa škrgama, sa druge strane, ne mogu biti pravi endotermi jer voda sadrži samo jednu četrdesetinu kisika koju sadrži zrak iako provodi toplinu dvadeset i pet puta brže nego zrak. Kao rezultat ove pojave krv koja prolazi kroz škrge je uvijek u temperaturnoj ravnoteži sa okolnom vodom.

Pojam regionalne endotermije se razvija u dva pravca; jedan ide u smjeru tuna i morskih pasa koji akumuliraju metaboličku toplinu u mišićima, visceralnim organima i mozgu, dok je drugi pravac usmjeren prema sabljarkama gdje je samo područje unutar lubanjske šupljine



zagrijano. Neovisno o tome, zajedničke potrebe za endotermijom su velik obujam tijela, izvor topline i vaskularni sistem koji izmjenjuje toplinu (protustrujni izmjenjivač). Dokazano je da ribe sa većim obujmom tijela i većom termalnom inercijom mogu ostati duže u vodi i na većim dubinama od onih riba sa manjim volumenom tijela.

Fiziološki, biokemijski i anatomske mehanizmi endotermije tuna su dobro zabilježeni i dokumentirani. Trinaest vrsta tuna i pet vrsta morskih pasa izlaze izvan regionalne endotermije te u nekim slučajevima imaju tjelesnu temperaturu za čak 21°C veću od okolne vode. Visoke temperature tuna se održavaju pomoću unutrašnjeg uređenja crvenih, oksidativnih mišića u kombinaciji sa vaskularnom opskrbom krvi koja prolazi kroz protustrujni izmjenjivač topline te na taj način sprečava gubitak topline stvorene od mišića. U sabljarki mozak i oči imaju stalnu temperaturu od oko 13°C iznad okolne vode za što je zaslužan organ nastao iz skeletnih mišića oko očiju riba. Molekularna filogenija pokazuje kao su ovi mehanizmi očuvanja energije već tri puta evoluirali kod tuna te najmanje dva puta kod sabljarki što ukazuje na to da su ovi skupi načini akumuliranja energije bili pod jakom prirodnom selekcijom.

U sabljarki je održavanje velikih temperatura mozga vjerojatno direktan rezultat toga što su te životinje predatori preko velikog pojasa temperaturnih staništa te traže konstantne više temperature kako bi održali učinkovito neurofiziološko procesiranje.

Donedavno su se istraživanja riba u njihovom prirodnom okolišu vršila pomoću naprava za akustično praćenje. Ova metoda je bila iznimno teško izvediva jer je za nju bio potreban brod koji bi vodio evidenciju o pristiglim podacima te se moglo pratiti samo jednu odabranu i označenu životinju. Uz sve nedostatke ipak je ova metoda je dala prve uvide u važnost regionalne endotermije riba u njihovom staništu.

U novije vrijeme eksperimenti se izvode pomoću naprava koje se postavljaju na tijelo riba i morskih pasa što omogućuje sakupljanje podataka u dužim vremenskim periodima i daje mogućnost neovisnosti o istraživaču. Takve naprave se kirurškim zahvatima implantiraju u unutrašnjost peritonealne šupljine riba. Senzori za tlak i tjelesnu temperaturu nalaze se unutar naprave, dok se senzori za temperaturu vode nalaze izvana u produžetku naprave. Podaci ostaju pohranjeni u napravi dok istraživač ne dođe u kontakt sa životinjom.



REPRODUKTIVNA FIZIOLOGIJA

Veliko zanimanje za reproduktivnom fiziologijom bilo je potaknuto prvim terenskim istraživanjima koja su utvrdila da se bazalni metabolizam životinja u reproduktivnom stadiju može povećati i tri do četiri puta.

Reprodukcija troši velike količine energije kako bi roditeljske jedinke sakupile dovoljno izvora hrane za svoje potomstvo. Postoje dva osvrta na utrošak energije; utrošak na održavanje i opstanak potomstva te utrošak na preživljavanje roditelja kako bi se potomstvo moglo i dalje stvarati. Prvi utrošak se osvrće na kalkuliranje veličine potomka te na broj potomaka u određenim vrstama, dok se drugi odnosi na roditeljski utrošak energije tijekom reprodukcije i trudnoće. Jedan od načina uspoređivanja i utvrđivanja utroška energije je DEE (*daily energy expenditure*) koji daje dobar uvid u korelaciju potomstvo – roditelj. Kombiniranjem DEE metode i DLW metode (*doubly labeled water*) može se mjeriti reprodukcija ptica, guštera i sisavaca, ali i njihova potrošnja energije u letu, lebdenju, trčanju, laktaciji, itd.

Mnogi istraživači koriste metode smanjivanja hrane za potomstvo kako bi pratili povećano ulaganje energije roditelja u svrhu spašavanja i dopremanja hrane potomstvu. Sve to ima učinak na budući broj potomaka te na uspjeh jedinke kao potencijalnog roditelja. Također se ova metoda može koristiti u suradnji sa DEE metodom u vrsta koje su u bliskom srodstvu, ali na drugim staništima i pod drugim uvjetima života.

Takva istraživanja rađena su na američkim vjevericama za vrijeme njihove reprodukcije te je utvrđeno da se najviše energije utroši za vrijeme laktacije. Istraživanja na pravim tuljanima (Phocidae) pokazuju da se utrošak energije na reprodukciju povećava samo 1.5 do 3 puta, dok su istraživanja na morskim lavovima (Otariidae) pokazala da se njihov utrošak povećava i do 6 puta od uobičajenog. Ove razlike rezultat su drugačijih načina nabavljanja hrane za mlade i njihova hranjenja.

REPRODUKTIVNA ENDOKRINOLOGIJA

Veliki učinak na istraživanja reproduktivne endokrinologije imala je radioimunologija hormona te mogućnost ugradnje implantata sa hormonima u promatranu životinju koji su odmaknuli znanost od surovih laboratorijskih radova.

Endokrina homeostaza za vrijeme reprodukcije pod utjecajem je proteinskih hormona gonadotropina koje izlučuju hipotalamus i hipofiza, te svojim otpuštanjem u krvotok utječu na stvaranje steroidnih hormona ovisno o spolu jedinke. Pri povećanoj koncentraciji ovih hormona javlja se negativna povratna sprema koja zatim utječe na smanjeno lučenje gonadotropina. Ovaj sustav povezuje hipotalamus, hipofizu i nadbubrežne žlijezde koje luče steroidne hormone te se naziva HPA os (hypothalamic-pituitary-adrenal axis). Steroidni hormoni putem pozitivne povratne sprege djeluju na transkripcijski specifične gene povezane sa fiziološkim procesima. Kortikosteron jedan od glukokortikoida putem negativne povratne sprege regulira smanjenje produkcije steroidnih hormona, zatim utječe na gluoneogenezu, razgradnju mišićnog tkiva te služi kao direktni regulator metaboličke fiziologije. Utjecaj ovih hormona očituje se ne samo kod abiotičkih čimbenika već i biotičkih kao što su predatori i stres.



Istraživanja u endokrinoj fiziologiji su omogućena sa već spomenutim multihormonskim implantatima te su dovela do spoznaja da hormoni međusobnim djelivanjem i djelovanjem uz prisutnost okolišnih čimbenika imaju veliku ulogu u formiranju fiziologije reproduktivne jedinke.

ZAKLJUČAK

Kombiniranjem naprava i implantanata sa upravljanjem modernih satelita stvaraju se tehnike koje će nam omogućiti da svrstamo ove veličanstvene životinje u kontekst s njihovim oceanskim okolišem. Iz ovog kratkog osvrtu na okolišnu fiziologiju ukazujemo na mnoge tehnike koje su nam dostupne kako bi naglasili osnovna pitanja fiziološke homeostaze i načine na koji su njeni procesi evoluirali.

Okolišna fiziologija ima važnu ulogu u očuvanju biodiverziteta i općenite konzervacije životinjskih vrsta. Pomoću ove znanstvene grane možemo istraživati učinak ljudskog uništavanja staništa životinja, prekomjerne sječe šumskih površina te klimatske promjene sve u svrhu shvaćanja akomodacija životinja na novonastale promjene. Za shvaćanje životinjskog ponašanja i njihovu toleranciju na promjene najvažnija su istraživanja na terenu gdje su životinje na svom prirodnom staništu. Okolišna fiziologija će u budućnosti rješavati kompleksne okolišne probleme i moći će identificirati organizme kojima je pomoć najpotrebnija.

LITERATURA

1. <http://physiol.annualreviews.org>
2. Louw GN. 1993. *Psychological Animal Ecology*. New York: Wiley & Sons. 288 pp.
3. Scholander PF. 1990. *Enjoying a Life in Science*. Fairbanks: Univ. Alasca Press. 226 pp.
4. Irwing L, Fisher KC, McIntosh FC 1935. The water balance of marine mammal, the seal. *J. Cell.Comp. Physiol.*6.387-91
5. Krogh A. 1929. Progress of psychology. *Am .J. Physiol.* 90:243-51
6. Kooyman GL.1989. *Diverse Divers: Psychology and Behavior*. Berlin: Springer-Verlag. 200 pp
7. Hochachka PW.2000. Pinniped diving response mechanism and evolution: Window on the paradigm of comparative biochemistry and psychology. *Comp. Biochem. Physiol. A* 126:435-58
8. Costa DP, Gales NJ. 2000. Foraging energetics and diving behavior of lactating New Zeland sea lions, *Phocarctos hookeri*. *J. Exp. Biol.* 203:3655-65