

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET

Sanja Horvat

Postnatalno okoštavanje prsne peraje dobrog dupina  
(*Tursiops truncatus*)

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2014.

# **ZAVOD ZA ANATOMIJU, HISTOLOGIJU I EMBRIOLOGIJU**

**Predstojnik zavoda: Prof. dr. sc. Snježana Vuković**

**Mentori: Doc. dr. sc. Martina Đuras**

**Doc. dr. sc. Tomislav Gomerčić**

**Članovi Povjerenstva za obranu diplomskog rada:**

- 1. Prof. dr. sc. Tajana Trbojević Vukičević**
- 2. Doc. dr. sc. Martina Đuras**
- 3. Doc. dr. sc. Tomislav Gomerčić**
- 4. Doc. dr. sc. Dean Konjević**

Ovaj rad izrađen je u Zavodu za anatomiju, histologiju i embriologiju pod vodstvom doc. dr. Martine Đuras i doc. dr. Tomislava Gomerčića u sklopu znanstveno-istraživačkog projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske "Zdravstvene i biološke osobitosti populacija morskih sisavaca u Jadranu" (053-0533406-3640) i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2009/2010. Rad je nagrađen Dekanovom nagradom 2010. godine.

## **Zahvala**

Zahvaljujem mentorima doc. dr. sc. Martini Đuras i doc. dr. sc. Tomislavu Gomerčiću na stručnom vodstvu i nesebičnoj pomoći prilikom izrade ovog diplomskog rada kao i tijekom cijelog studiranja.

Također zahvaljujem svim djelatnicima Zavoda za anatomiju, histologiju i embriologiju koji su na bilo koji način pomogli u izradi rada, a posebno suradnicima gore navedenog znanstveno-istraživačkog projekta.

Ovaj rad izrađen je u sjećanju na prof. dr. sc. Hrvoja Gomerčića pod čijim vodstvom sam se uključila u istraživanja morskih sisavaca.

Na kraju najveća zahvala cijeloj mojoj obitelji i svim dragim prijateljima i kolegama na velikoj potpori i strpljenju koje su za mene imali tijekom studija.

## Sadržaj

Uvod .....	1
Pregled rezultata dosadašnjih istraživanja .....	1
Materijal i metode.....	3
Rezultati .....	5
Rasprava.....	19
Zaključci .....	20
Literatura.....	21
Sažetak .....	23
Summary .....	24
Životopis .....	25
Prilog.....	26

## Uvod

Dobri dupin (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) iz reda kitova (Cetacea) je danas jedini trajno naseljeni morski sisavac u Jadranskom moru (GOMERČIĆ i HUBER, 1989; BEARZI i NOTARBARTOLO DI SCIARA, 1995), iako u posljednjih desetak godina u južnom Jadranu raste pojavnost plavobijelog dupina (*Stenella coeruleoalba*). Od ostalih vrsta kitova u hrvatskom dijelu Jadranskog mora zabilježeni su još glavati dupin (*Grampus griseus*), krupnozubi dupin (*Ziphius cavirostris*), veliki sjeverni kit (*Balaenoptera physalus*) (GOMERČIĆ i sur., 2009) i glavata ulješura (*Physeter macrocephalus*). Procjenjuje se da danas u hrvatskom dijelu Jadranskog mora obitava 218 jedinki dobrog dupina (GOMERČIĆ i sur., 1998) koje žive u zajednicama različitih veličina, a unutar tih zajednica oblikuju jata koja nisu stalne veličine niti ih čine uvijek iste jedinke (CHILVERS i CORKERON, 2002). Dobri dupin pripada podredu kitova zubana (Odontoceti), relativno je velik i snažan, ima hidrodinamični oblik tijela, plavosive je boje koja je nešto tamnija na leđima, a svjetlija na trbuhu. U Jadranskom moru odrasle ženke dosežu dužinu tijela do 288 cm i tjelesnu masu do 261 kg, a mužjaci ukupnu dužinu tijela do 312 cm i tjelesnu masu do 324 kg (ĐURAS GOMERČIĆ, 2006).

U Hrvatskoj su svi pripadnici reda kitova, pa tako i dobri dupin, zaštićene životinje prema Pravilniku o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (Narodne novine 99/09) i Zakonu o zaštiti prirode (Narodne novine 70/05, 139/08, 57/11). Hrvatska je i potpisnica međunarodnih ugovora prema kojima se obvezala na zakonsku zaštitu dobrog dupina i njegovog staništa (Sporazum o zaštiti kitova (Cetacea) u Crnom moru, Sredozemnom moru i susjednom atlantskom području (ACCOBAMS) (Narodne novine - Međunarodni ugovori, 6/2000), Konvencija o zaštiti migratornih vrsta divljih životinja (CMS) (Narodne novine - Međunarodni ugovori 6/2000) i Međunarodna konvencija za regulaciju kitolova (IWC) (Narodne novine - Međunarodni ugovori 6/2006).

Cilj ovog rada je istražiti do sada nepoznate anatomske osobitosti dobrog dupina i omogućiti njihovu primjenu u zaštiti i očuvanju dobrih dupina u Jadranskom moru.

## Pregled rezultata dosadašnjih istraživanja

Današnji kitovi razvili su se od kopnenih predaka koji su prije 45 do 55 milijuna godina nastanili morska staništa. Prsne peraje predstavljaju modificirani prsni ud kopnenih sisavaca i česti su predmet istraživanja. Prve anatomske opise prsni peraja raznih vrsta kitova dao je WEBER (1888), dok su razvoj povećanog broja članaka u prstima (hiperfalangiju) objasnili

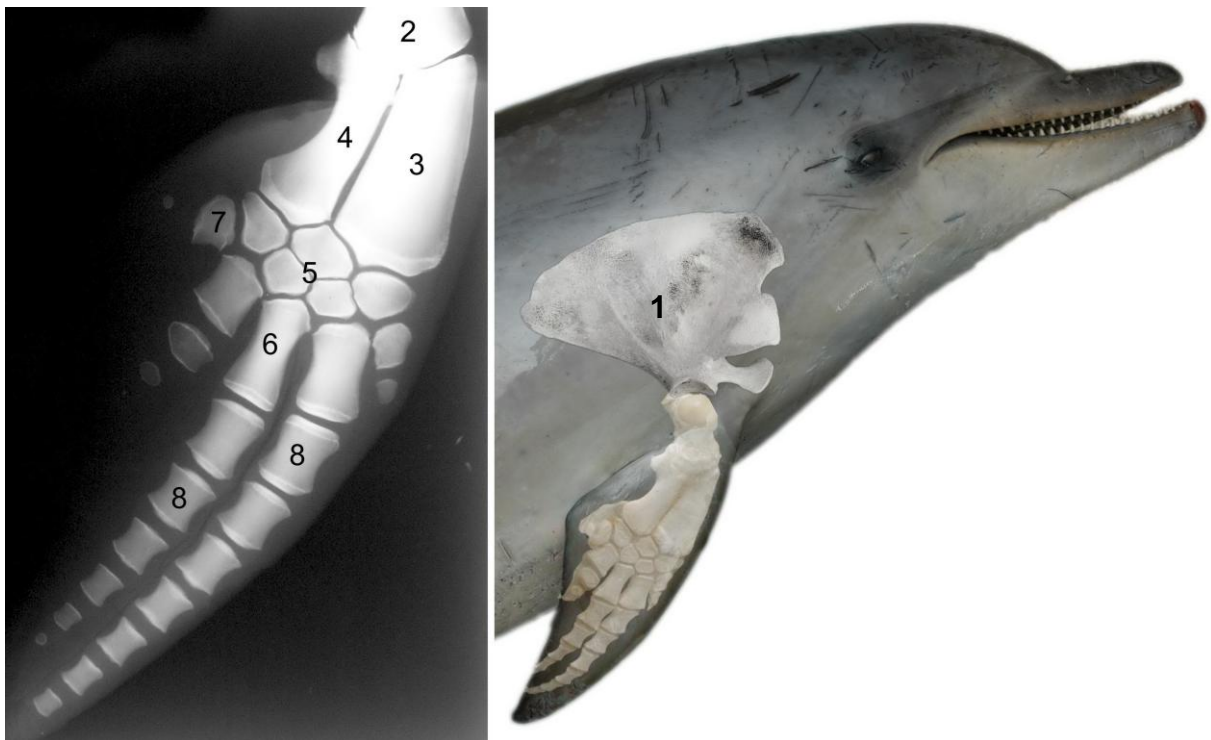
COOPER i sur. (2007.). WATSON i sur. (1994) ističu da prsni ud kitova zuba ima pet prstiju i da se pojava povećanog broj prstiju (hiperdaktilija) u kitova smatra anomalijom. Suprotno tome ORTEGA-ORTIZ i VILLA-RAMIREZ (2000) ističu da u vrste *Phocoena sinus*, malog dupina iz Kalifornijskog zaljeva poznatog i pod nazivom "vaquita," broj prstiju varira između jedinki, a ponekad i između lijeve i desne peraje iste jedinke. GALATIUS i sur. (2006.) određivali su vrijeme okoštavanja epifiza kostiju prsnih peraja obalnog dupina (*Phocoena phocoena*). Odredili su da se stupnjevi okoštavanja povećavaju od proksimalnih prema distalnim kostima prsne peraje, te da okoštavanje epifiza često nije prisutno u člancima prvog i petog prsta te u distalnim člancima drugog, trećeg i četvrtog prsta. Ovo istraživanje potvrdilo je njihove prijašnje spoznaje (GALATIUS i KINZE, 2003) o okoštavanju kralježnice, prsne peraje, jezične i prsne kosti u obalnog dupina.

U dobrog dupina prsne peraje su srednje veličine te su distalno šiljastog oblika, a koštanu osnovu čine lopatica, nadlaktična kost, palčana i lakatna kost, u pravilu tri kosti u proksimalnom i dvije u distalnom redu zapešća, pet kosti pešća, 0 do 1 članak u prvom prstu, 7 do 9 članaka u drugom prstu, 5 do 7 članaka u trećem prstu, 2 do 3 članka u četvrtom prstu i 0 do 2 članka u petom prstu (ĐURAS GOMERČIĆ, 2006). Jedini zglob u prsnoj peraji dobrog dupina je rameni zglob kojeg čine lopatica i nadlaktična kost. Ključne kosti nema, a lopatica je mišićima vezana uz trup. U ramenu jamicu lopatice uzglobljuje se glava nadlaktične kosti i čine vrlo pokretljiv zglob sličan onom u kopnenih sisavaca. Primicanje, odmicanje, ispružanje, sagibanje i rotacija mogući su samo u ramenom zglobu. Distalni dijelovi prsne peraje međusobno su povezani hrskavično, ligamentima i vezivnim tkivom (ŠKRTIĆ, 2010). Položaj i funkcija prsne peraje uzrok su raznim ozljedama kao što su lezije i okoštavanja (WATSON i sur., 2008).

U istraživanjima morskih sisavaca veliku ulogu igraju koštani ostaci, jer su oni nekad jedini nalaz ovih životinja. Okoštavanje kostura dobrog dupina nije dovoljno poznato iako je koštani sustav dobrog dupina iz Jadranskog mora bio predmet nekoliko istraživanja (ŽULJEVIĆ, 1990; LOVRETIĆ, 1995; ŠTIMAC, 1995; GOMERČIĆ i sur. 1993; ĐURAS GOMERČIĆ, 2006; ŠKRTIĆ, 2010). Ovim istraživanjem cilj je bio odrediti osifikacijske osobitosti prsne peraje dobrih dupina kako bismo pridonijeli poznavanju naše populacije i odredili koje se biološke značajke (dob, tjelesna dužina, tjelesna masa) mogu odrediti temeljem stupnja okoštavanja prsnih peraja.

## Materijal i metode

Ovim radom obuhvaćeni su dobri dupini koji su pronađeni mrtvi u hrvatskom dijelu Jadranskog mora u razdoblju od listopada 1990. do srpnja 2014. godine. Mrtvi dobri dupini postmortalno su pregledani u sklopu znanstveno-istraživačkog projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske "Zdravstvene i biološke osobitosti populacija morskih sisavaca u Jadranu" (053-0533406-3640). Postmortalni pregled svake životinje obuhvaćao je određivanje vrste i spola, morfometrijsko mjerenje, razudbu, uzorkovanje tkiva, određivanje dobi, rendgensko snimanje prsnih peraja (slika 1) na Zavodu za rendgenologiju, ultrazvučnu dijagnostiku i fizikalnu terapiju Veterinarskog fakulteta, te obradu i pohranjivanje kostura u zbirku Zavoda za anatomiju, histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Razudba svakog dupina popraćena je razudbenim obrascem u kojem se nalaze svi podaci o pregledanoj životinji.



Slika 1. Položaj i kosti prsne peraje u dobrog dupina: lopatica (1), nadlaktična kost (2), palčana kost (3), lakatna kost (4), kosti zapešća (5), treća pešćajna kost (6), peta pešćajna kost (7), članci prsta (8)

U svrhu ovog istraživanja pregledana su 323 rendgenograma prsnih peraja dobrog dupina porijeklom od 87 mužjaka i 81 ženki dobi od 0 do 28 godina, ukupne tjelesne dužine od 99 do

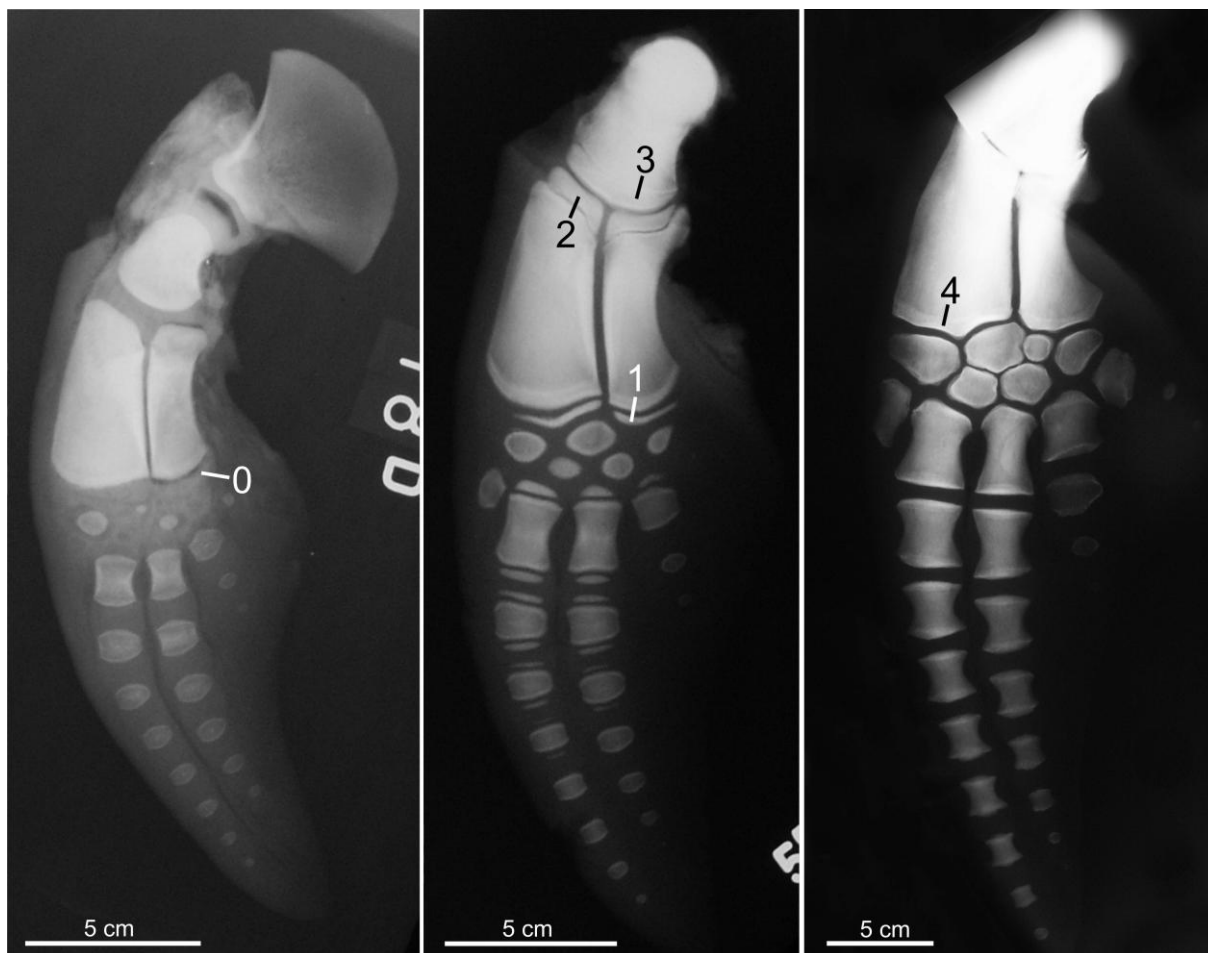


322 cm. Iz razudbenih obrazaca preuzeti su podaci o datumu i mjestu nalaza, dobi, spolu, tjelesnoj masi i ukupnoj dužini tijela (prilog 1). Dob ovih životinja određena je prebrojavanjem slojeva dentina u zubu (GLG = Growth Layer Groups ) (HOHN i sur., 1989.). Tjelesna masa određena je vaganjem, a spol makroskopskim pregledom spolnih organa. Ukupna dužina tijela izmjerena je metrom od vrha gornje čeljusti do usjekline repnih peraja (PERRIN, 1975).

U nekih dupina uključena je u analizu samo lijeva ili samo desna prsna peraja, zbog necjelovitog nalaza kostura. Ujedno, rendgenogram prsnih peraja nije obuhvaćao lopaticu i proksimalni dio nadlaktične kosti osim u mladim životinja. Pregledom rendgenograma pomoću negatoskopa određen je broj središta okoštavanja u nadlaktičnoj, palčanoj, lakatnoj kosti, zatim kostima zapešća, pešća i koštanim člancima u svakom prstu. Svakom središtu dodijeljen je stupanj sraštavanja s ostalim središtima okoštavanja određene kosti prema GALATIUS i sur. (2006) (tablica 1, slika 2). U onih kosti koje okoštavaju iz jednog središta (npr. kosti zapešća) zabilježeno je prisustvo odnosno odsustvo središta okoštavanja. Svi podaci uneseni su u tablicu izrađenu u programu Microsoft Excell. Za svaku peraju određena je srednja vrijednost stupnja sraštavanja središta okoštavanja svih kostiju te je ta srednja vrijednost postavljena u odnos s ukupnom tjelesnom dužinom, tjelesnom masom i dobi.

Tablica 1. Stupnjevi sraštavanja epifiza s dijafizama kosti prsne peraje prema GALATIUS i sur. (2006)

Stupanj sraštavanja središta okoštavanja	Definicija
0	neokoštale epifize, nema sraštavanja
1	epifiza je okoštala, slobodna i njezina širina je značajno manja od širine dijafize, nema sraštavanja
2	početno sraštavanje, epifiza je slabo vezana za dijafizu
3	uznapredovalo sraštavanje, epifiza je spojena sa dijafizom, ali ne cijelom širinom
4	potpuno sraštavanje, epifiza je spojena s dijafizom cijelom širinom



Slika 2. Stupnjevi srašćavanja epifiza s dijafizama kostiju prsne peraje: neokoštale epifize, nema srašćavanja (0), epifiza je okoštala, slobodna i njezina širina je značajno manja od širine dijafize, nema srašćavanja (1), početno srašćavanje, epifiza je slabo vezana za dijafizu (2), uznapredovalo srašćavanje, epifiza je spojena sa dijafizom, ali ne cijelom širinom (3), potpuno srašćavanje, epifiza je spojena s dijafizom cijelom širinom (4)

## Rezultati

### 1. Okoštavanje kostiju prsne peraje u dobrog dupina

Središta okoštavanja kostiju prsne peraje dobrog dupina dobro su vidljiva na rendgenogramima i prikazana su u tablici 2.

Tablica 2. Središta okoštavanja kostiju prsne peraje dobrog dupina

Kost	proksimalna epifiza	dijafiza	distalna epifiza	jedno središte okoštavanja
nadlaktična kost (humerus)	+	+	+	
palčana kost (radius)	+	+	+	
lakatna kost (ulna)	+	+	+	
medijalna zapešćajna kost (os carpi radiale)				+

srednja zapeščajna kost (os carpi intermedium)				+
lateralna zapeščajna kost (os carpi ulnare)				+
lateralna kost distalnog reda zapešća				+
medijalna kost distalnog reda zapešća				+
prva kost pešća (os metacarpale primum)	+	+	*	
druga kost pešća (os metacarpale secundum)	+	+	+	
treća kost pešća (os metacarpale tertium)	+	+	+	
četvrta kost pešća (os metacarpale quartum)	+	+	*	
peta kost pešća (os metacarpale quintum)	+	+	*	
prvi članak prvog prsta (phalanx I digiti I)				+
prvi članak drugog prsta (phalanx I digiti II)	+	+	+	
drugi članak drugog prsta (phalanx II digiti II)	+	+	+	
treći članak drugog prsta (phalanx III digiti II)	+	+	+	
četvrti članak drugog prsta (phalanx IV digiti II)	+	+	+	
peti članak drugog prsta (phalanx V digiti II)	+	+	+	
šesti članak drugog prsta (phalanx VI digiti II)	+	+	+	
sedmi članak drugog prsta (phalanx VII digiti II)	+	+		
osmi članak drugog prsta (phalanx VIII digiti II)				+
deveti članak drugog prsta (phalanx IX digiti II)				+
prvi članak trećeg prsta (phalanx I digiti III)	+	+	+	
drugi članak trećeg prsta (phalanx II digiti III)	+	+	+	
treći članak trećeg prsta (phalanx III digiti III)	+	+	+	
četvrti članak trećeg prsta (phalanx IV digiti III)	+	+	+	
peti članak trećeg prsta (phalanx V digiti III)				+
šesti članak trećeg prsta (phalanx VI digiti III)				+
sedmi članak trećeg prsta (phalanx VII digiti III)				+
prvi članak četvrtog prsta (phalanx I digiti IV)				+
drugi članak četvrtog prsta (phalanx II digiti IV)				+
treći članak četvrtog prsta (phalanx III digiti IV)				+
prvi članak petog prsta (phalanx I digiti V)				+
drugi članak petog prsta (phalanx II digiti V)				+

\* u nekih jedinki prisutna distalna epifiza

Stupnjevi okoštavanja i srašćavanje pojedinih središta pokazuju određenu pravilnost u kostima prsne peraje. Tako su u novorođenčadi i plodova pred kraj graviditeta (npr. dupin 18, slika 2 lijevo) razvijene lopatica, nadlaktična, palčana i lakatna kost, te sve kosti zapešća osim lateralne zapeščajne kosti, sve kosti pešća, sedam članaka drugog prsta, pet članaka trećeg prsta, dva članka četvrtog prsta, dok članci prvog i petog prsta nedostaju. Mlade jedinke dobrog dupina (npr. dupin 55, slika 2 sredina) imaju u proksimalnom dijelu prsne peraje početno okoštale epifize, a u distalnom dijelu još uopće nije došlo do okoštavanja. A u zrelih

jedinki (npr. dupin 38, slika 2 desno) vidljivo je potpuno srašćavanje epifiza s dijafizama i u proksimalnim i distalnim dijelovima prsne peraje.

#### *Dodatne kosti*

U 207 peraja dobrih dupina uočen je uobičajeni broj kostiju zapešća, no u 118 peraja odnosno u 69 dupina javljaju se dodatne kosti koje ne dolaze podjednako u lijevoj i desnoj peraji. Dodatne kosti prevladavaju u desnoj peraji i javljaju se češće u mužjaka nego u ženki te u starijih jedinki. Tako je u 61 peraje uočena dodatna kost u proksimalnom redu zapešćajnih kostiju između srednje zapešćajne kosti (os carpi intermedium) i lateralne zapešćajne kosti (os carpi ulnare). Ova dodatna kost javlja se u dupina dužih od 176 cm i podjednako dolazi u ženki i mužjaka. Također je prisutna dodatna kost u proksimalnom redu zapešćajnih kostiju abaksijalno uz medijalnu zapešćajnu kost (os carpi radiale) u 43 promatranih peraja. Javlja se u dupina dužih od 220 cm, starijih od tri godine i podjednako dolazi u ženki i mužjaka. U proksimalnom redu zapešćajnih kostiju uočena je još jedna dodatna kost koja se nalazi abaksijalno uz lateralnu zapešćajnu kost (os carpi ulnare) i to u 15 peraja dupina dužine tijela veće od 196 cm i starijih od tri godine, i dolazi češće u mužjaka nego u ženki. Rjeđe se u proksimalnom redu zapešćajnih kostiju pojavljuje dodatna kost abaksijalno uz srednju zapešćajnu kost (os carpi intermedium). Tako je ta dodatna kost uočena u osam peraja (dupin 20 u obje peraje, dupin 138 u desnoj peraji, dupin 252 u desnoj peraji, dupin 285 u desnoj peraji, dupin 317 u obje peraje te dupin 321 u lijevoj peraji). Uočena je dodatna kost kraj distalnog dijela lakatne kosti u pet peraja. U dupina 76 uočena je u obje peraje, dok je u dupina 64 prisutna u desnoj, u dupina 80 u lijevoj peraji te u dupina 317 u desnoj peraji. Izuzetan je slučaj dupin 113 gdje se nalazi dodatna kost uz proksimalnu epifizu prve kosti pešća u obje peraje i slučaj dupina 258 u kojeg se dodatna kost nalazi uz lateralnu kost distalnog reda zapešća u obje peraje.

#### *Srasle kosti*

U deset peraja došlo je do srašćavanja između pojedinih kostiju. Tako je u lijevoj peraji dupina 206 distalna epifiza prve kosti pešća srasla sa susjednom drugom kosti pešća, a u desnoj peraji ovog dupina je prvi članak prvog prsta srasao s drugom kosti pešća. U dupina 210 je i u obje peraje medijalna kost u distalnom redu zapešća srasla s proksimalnom epifizom prve kosti pešća, a u dobrog dupina 211 su u proksimalnom redu zapešćajnih kostiju srasle međusobno srednja zapešćajna kost (os carpi intermedium) i lateralna zapešćajna kost (os carpi ulnare) u obje peraje. U desnoj peraji dupina 76 je spojena prva kost pešća s prvim

člankom prvog prsta, a u lijevoj peraji istog dupina je prva kost pešća srasla s drugom kosti pešća i prvim člankom prvog prsta. U lijevoj peraji dupina 215 srasle su međusobno srednja zapešćajna kost (os carpi intermedium) i lateralna zapešćajna kost (os carpi ulnare) dok su u desnoj peraji istog dupina spojene prva kost pešća s prvim člankom prvog prsta.

## *2. Stupnjevi srašćavanja središta okoštavanja prsne peraje dobrog dupina*

### *Nadlaktična kost*

S obzirom da na većini rendgenograma proksimalna epifiza nadlaktične kosti nedostaje, njezin stupanj srašćavanja nije određivan. Do tjelesne dužine od 182 cm prisutni su stupnjevi 0, 1, 2 i 3, od dužine 183 do dužine 247 cm samo stupnjevi 3 i 4. Distalna epifiza nadlaktične kosti srasla je u potpunosti s dijafizom (stupanj 4) u svih dobrih dupina dužih od 249 cm ukupne tjelesne dužine.

### *Palčana kost*

Proksimalna epifiza palčane kosti nalazi se u stupnjevima srašćavanja 0 do 2 u dupina do 176 cm dužine. Između dužine od 176 do 208 cm utvrđeni su stupnjevi srašćavanja od 1 do 4, u dužine između 208 cm i 249 cm prisutni su samo stupnjevi 3 i 4, a u životinja dužine od 249 cm nadalje proksimalna epifiza palčane kosti srasla je u potpunosti s dijafizom (stupanj 4). Distalna epifiza palčane kosti nije okoštala u dupina do dužine tijela 148 cm. Do dužine 188 cm prisutan je stupanj 0 ili 1. U dupina dužine između 188 cm i 208 cm javljaju se stupnjevi od 1 do 4, a u dupina dužine između 208 i 249 prisutni su samo stupnjevi 3 i 4, dok je u dupina od 249 cm i nadalje distalna epifiza palčane kosti u potpunosti srasla s dijafizom (stupanj 4).

### *Lakatna kost*

Proksimalna epifiza lakatne kosti u najmanjih jedinki (do 129 cm) prisutna je u stupnju 0 ili 1. Jedinke koje su duže od 129 cm, a kraće od 202 cm imaju stupanj okoštavanja 1 ili 2. Stupanj 3 javlja se u dupina dužih od 202 cm, a u jedinki dužih od 247 cm proksimalna epifiza u potpunosti je srasla s dijafizom (stupanj 4). Srašćenost distalne epifize lakatne kosti je u dupina dužine između 162 i 188 cm u stupnju 1, a u dupina dužine do 128 cm samo stupanj 0. U jedinki između 188 i 202 cm prisutni su samo stupnjevi 1 i 2. U dobrim dupina dužine tijela od 202 do 286 cm stupanj srašćavanja je od 1 do 4. Distalna epifiza palčane kosti potpuno je srasla s dijafizom (stupanj 4) u svih dobrih dupina koji su dužine tijela veće od 286 cm.

### *Kosti zapešća*

U pravilu dolaze sve tri kosti proksimalnog reda kosti zapešća u dupina različitih dobnih skupina, a neovisno o spolu, masi i ukupnoj dužini tijela. Uočeno je da dupin 160 (ukupne tjelesne dužine 120 cm) nema srednju zapešćajnu kost, ni u lijevoj ni u desnoj peraji, u dupina 18 (dužine 125 cm), dupina 140 (dužine 117 cm) i dupina 274 (dužine 122,5 cm) nedostaje lateralna zapešćajna kost (os carpi ulnare), ali u lijevoj peraji nije prisutna lateralna kost distalnog reda zapešća. Sve četiri navedene jedinice su mlađe od godinu dana. Kost distalnog reda zapešća su okoštale u gotovo svih dupina. Lateralna kost distalnog reda zapešća nije prisutna u desnoj peraji dupina 2 i lijevoj peraji dupina 274, a u dupina 160 u obje peraje niti lateralna niti medijalna kost distalnog reda zapešća nisu okoštale. Sve tri jedinice su mlađe od godinu dana.

### *Kosti pešća*

Proksimalna epifiza prve kosti pešća u dupina do dužine od 210 cm nije okoštala ili je stupanj srašćavanja 1. Do potpunog srašćavanja proksimalne epifize dolazi u dupina dužih od 275 cm iako i u ovih dupina postoje jedinice u kojih se ne može zamijetiti proksimalna epifiza (stupanj 0). Distalna epifiza prve kosti pešća zamjećena je samo u dvije jedinice (dupin 195 i 284). Ostale jedinice nemaju distalno središte okoštavanja, već samo dva.

Stupanj srašćavanja proksimalne i distalne epifize druge i treće kosti pešća pokazuju identičan raspored stupnjeva srašćavanja s dijafizom. U dupina do dužine od 188 cm stupanj srašćavanja proksimalnih epifiza druge i treće kosti pešća je 0 ili 1 (iznimka dupin 245). U dupina do 278 cm zastupljeni su svi stupnjevi, a u dupina dužih od 278 cm proksimalna epifiza je u potpunosti srašćena s dijafizom. Stupanj srašćavanja distalnih epifiza druge i treće kosti pešća, kao i proksimalnih, u dupina do dužine 176 cm je 0 ili 1, u dupina između 176 cm i 285 cm zastupljeni su svi stupnjevi, a u dupina dužih od 285 cm proksimalna epifiza je u potpunosti srašćena s dijafizom.

Proksimalna epifiza četvrte kosti pešća u dupina do dužine od 171 cm nije okoštala. U dupina od 172 cm do 270 cm zastupljeni su svi stupnjevi, a do potpunog srašćavanja proksimalne epifize dolazi u svih dupina dužih od 291 cm. Distalna epifiza četvrte kosti pešća zamjećena je u svega 32 jedinice (ukupna dužina tijela veća od 208 cm). Pretpostavljamo da ostale jedinice nemaju distalno središte okoštavanja.

Peta kost pešća nije prisutna u 15 jedinki dobrog dupina, a od toga je njih 9 mlađe od 1 godine. Stupanj 0 na proksimalnom okrajku pete kosti pešća prisutan je u dupina dužine tijela do 208 cm, do dužine od 291 cm prisutni su svi stupnjevi, a u jedinki dužih od 291 cm prisutan

je stupanj 4. Distalna epifiza pete kosti pešća prisutna je samo u 14 jedinki čija je dužina tijela veća od 210 cm. U ostalih dupina peta kost pešća okoštava samo iz dva središta okoštavanja.

#### *Članak prvog prsta*

Prvi članak prvog prsta nije okoštao niti u jednog dupina tjelesne dužine do 150 cm, a nema ga i u nekih dupina većih tjelesnih dužina.

#### *Članci drugog prsta*

Proksimalna i distalna epifiza prvog, drugog, trećeg i četvrtog članka drugog prsta pokazuju jednaki raspored stupnjeva srašćavanja s obzirom na tjelesnu dužinu životinja.

Epifize prvog članka drugog prsta nisu okoštale, ili su okoštale, a nisu srasle s dijafizom (stupanj 0 i 1) u jedinki manje tjelesne dužine od 181 cm. U jedinki dužine tijela između 181 cm i 250 cm prisutni su svi stupnjevi srašćavanja, od 250 cm do 287 cm samo stupnjevi 3 i 4 (iznimka proksimalna i distalna epifiza u obje peraje dupina 276 koja je stupanj 2), a samo stupanj 4 prisutan je kod jedinki dužih od 287 cm.

Epifize drugog članka drugog prsta u jedinki manje tjelesne dužine od 122 cm nisu okoštale (stupanj 0), a u jedinki dužine tijela između 122 cm i 176 cm pojavljuju se stupanj 0 i 1. U jedinki dužine tijela između 176 cm i 208 cm prisutni su stupnjevi 0, 1 i 2, a u jedinki dužine tijela između 208 cm i 287 cm prisutni su svi stupnjevi srašćavanja, a samo stupanj 4 prisutan je u jedinki dužih od 287 cm.

Epifize trećeg članka drugog prsta u jedinki manje tjelesne dužine od 165 cm nisu okoštale (stupanj 0), a u jedinki dužine tijela između 165 cm i 202 cm pojavljuju se stupanj 0 i 1. U jedinki dužine tijela između 202 cm i 287 cm prisutni su svi stupnjevi srašćavanja, a samo stupanj 4 prisutan je u jedinki dužih od 287 cm.

Epifize četvrtog članka drugog prsta u jedinki manje tjelesne dužine od 199 cm nisu okoštale (stupanj 0), a u jedinki dužine tijela između 199 cm i 235 cm pojavljuju se stupanj 0 i 1 (iznimke dupini 220, 231, 258 i 259 kod kojih su prisutni stupnjevi 2 i 3). U jedinki dužine tijela od 235 cm pa sve do najvećih tjelesnih dužina prisutni su svi stupnjevi srašćavanja.

Proksimalna epifiza petog članka drugog prsta u jedinki manje tjelesne dužine od 210 cm nije okoštala (stupanj 0), a u jedinki dužine tijela veće od 210 cm prisutni su svi stupnjevi srašćavanja, bez pravilnosti u pojavnosti s obzirom na tjelesnu dužinu. Distalna epifiza nije okoštala u dupina manje tjelesna dužine od 210 cm. Proksimalna epifiza petog članka drugog prsta dolazi u ukupno 54 dupina, dok distalna dolazi u 34 dupina.

Proksimalna i distalna epifiza šestog članka drugog prsta okoštavaju u jedinki dužih od 210 cm. Proksimalna epifiza sedmog članka drugog prsta dolazi u ukupno 20 životinja, a distalna u 16 životinja.

Proksimalna epifiza sedmog članka drugog prsta okoštala je samo u 5 jedinki koje su dužine veće od 210 cm, dok je distalna epifiza okoštala samo u jedne životinje (dupin 206 u obje peraje čija je dužina tijela 210 cm).

Osmi članak drugog prsta nije okoštao u jedinki tjelesne dužine do 128 cm. U životinja većih tjelesnih dužina pojavljuje se samo u 75 jedinki (u 44 jedinke u obje peraje, u 18 jedinki u desnoj peraji i u 13 jedinki u lijevoj peraji), neovisno o tjelesnoj dužini. Deveti članak nije okoštao u jedinki tjelesne dužine do 208 cm. U životinja većih tjelesnih dužina pojavljuje se samo u 8 jedinki (lijeva ili desna peraja dupina broj 31, 51, 64, 139, 167, 194, 209, a u dupina 38 nalazi se u obje peraje), neovisno o tjelesnoj dužini.

#### *Članci trećeg prsta*

Proksimalna i distalna epifiza prvog, drugog i trećeg članka trećeg prsta pokazuju jednaki raspored stupnjeva srašćavanja s obzirom na tjelesnu dužinu životinja.

Epifize prvog članka trećeg prsta nisu okoštale, ili su okoštale, a nisu srasle s dijafizom (stupanj 0 i 1) u jedinki manje tjelesne dužine od 176 cm. U jedinki dužine tijela između 176 cm i 258 cm prisutni su svi stupnjevi srašćavanja, od 258 cm do 291 cm samo stupnjevi 3 i 4 (iznimka su obje epifize u obje peraje dupina 276 koje su stupanj 2), a samo stupanj 4 prisutan je kod jedinki dužih od 291 cm (iznimka su obje epifize u obje peraje dupina 284 koje su stupanj 3).

Epifize drugog članka trećeg prsta u jedinki manje tjelesne dužine od 165 cm nisu okoštale (stupanj 0), a u jedinki dužine tijela između 165 cm i 240 cm pojavljuju se stupanj 0, 1, 2 i 3. U jedinki dužine tijela između 240 cm i 290 cm prisutni su svi stupnjevi srašćavanja, a samo stupanj 4 prisutan je u jedinki dužih od 290 cm (iznimka su obje epifize u obje peraje dupina 129 koje su stupanj 3).

Epifize trećeg članka trećeg prsta u jedinki manje tjelesne dužine od 208 cm nisu okoštale (stupanj 0), a u jedinki dužine tijela od 208 cm prisutni su svi stupnjevi srašćavanja, bez pravilnosti u pojavnosti s obzirom na tjelesnu dužinu.

Proksimalna i distalna epifiza četvrtog članka trećeg prsta javljaju se u jedinki dužine tijela 210 cm i više.

Peti članak trećeg prsta ne dolazi u tri jedinke u obje peraje (dupin 131, 160 i 189), u pet jedinki u lijevoj peraji (dupin 2, 62, 195, 223, 239 i 247) i u devet jedinki nedostaje u desnoj peraji (dupin 19, 103, 118, 128, 181, 198, 231, 239 i 245). Šesti članak trećeg prsta dolazi u 103 jedinke, dok u ostalih ne dolazi. U 70 jedinki dolazi u obje peraje, u 12 jedinki dolazi samo u lijevoj peraji, u deset jedinki samo u desnoj peraji, a u 11 jedinki dolazi u onoj peraji koja je obuhvaćena ovim istraživanjem. Sedmi članak trećeg prsta dolazi u pet jedinki u obje



peraje (dupin 57, 64, 141, 167 i 194), u tri jedinke u lijevoj peraji (dupin 209, 221 i 317) i u tri jedinke nedostaje u desnoj peraji (dupin 38, 109 i 134). Odsutnost petog, šestog i sedmog članka ne pokazuje nikakvu pravilnost s tjelesnom dužinom.

#### *Članci četvrtog prsta*

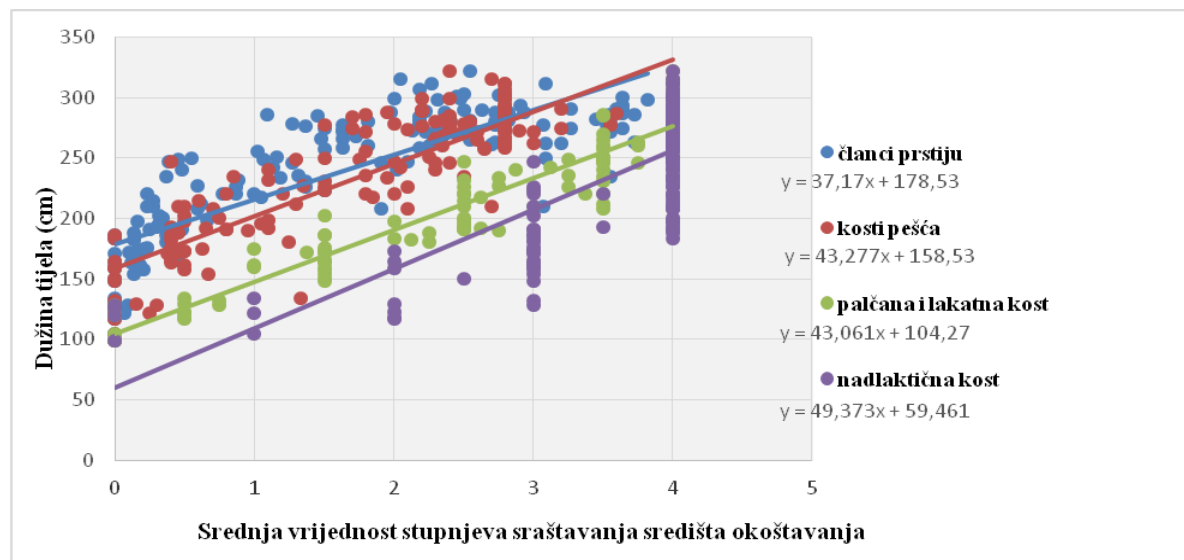
Prvi članak četvrtog prsta ne dolazi samo u četiri jedinke (dupin 124, desna peraja dupina 128 i 239 i lijeva peraja dupina 223). Drugi članak četvrtog prsta ne dolazi u obje peraje u tri jedinke (dupin 127, 160 i 197), u desne peraje šest jedinki (dupin 2, 109, 124, 128, 228 i 239) te u lijeve peraje samo jedne životinje (dupin 223). Treći članak nije okoštao u jedinki kraćih od 148 cm, a u ostalih dupina dolazi neovisno o tjelesnoj dužini.

#### *Članci petog prsta*

Pojavnost okoštaog prvog članka petog prsta ne upućuje na strogu ovisnost o tjelesnoj dužini, no ipak je nešto učestaliji u dupina većih tjelesnih dužina. Dupini do dužine od 125 cm nemaju okoštali prvi članak prsta. Drugi članak petog prsta nije okoštao u dupina manje tjelesne dužine od 208 cm, a u ostalih dupina dolazi neovisno o tjelesnoj dužini.

### *3. Procjena bioloških značajki (tjelesna dužina, tjelesna masa, dob) prema stupnjevima srašćavanja*

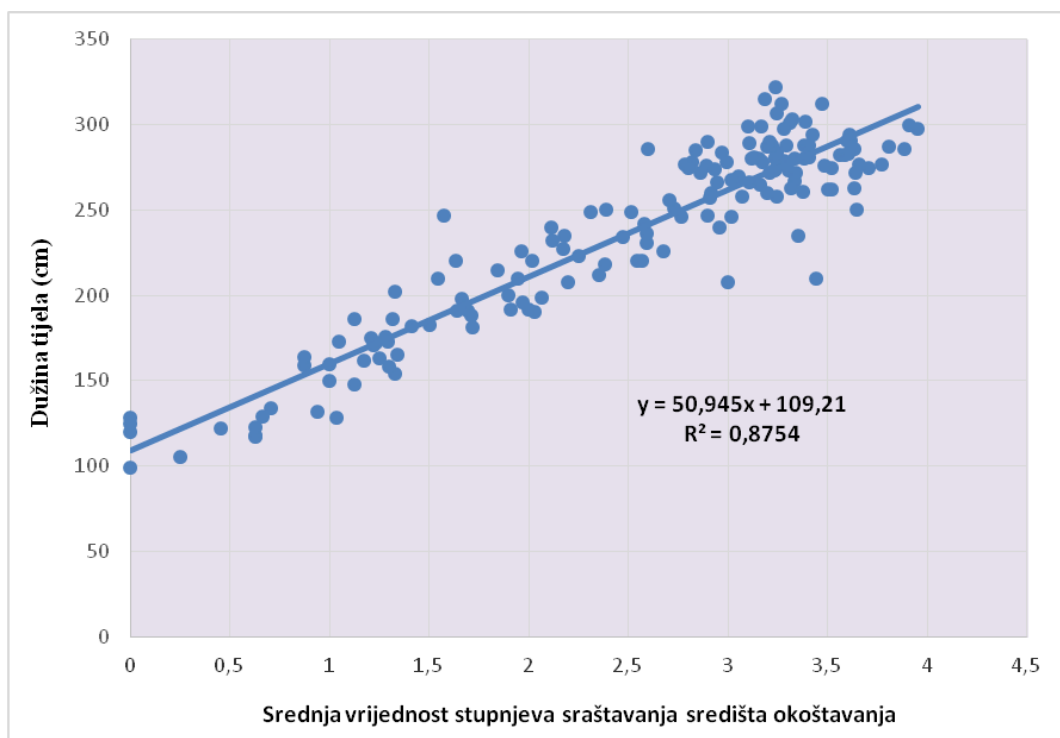
Srašćavanje središta okoštavanja u prsnoj peraji dobrog dupina ide od proksimalnih prema distalnim kostima (slika 3). Utvrđeno je da se neki stupnjevi srašćavanja pojavljuju samo pri određenim tjelesnim dužinama što se može primijeniti za procjenu tjelesne dužine životinje prilikom nalaza samo koštanih ostataka dobrog dupina (slika 3).



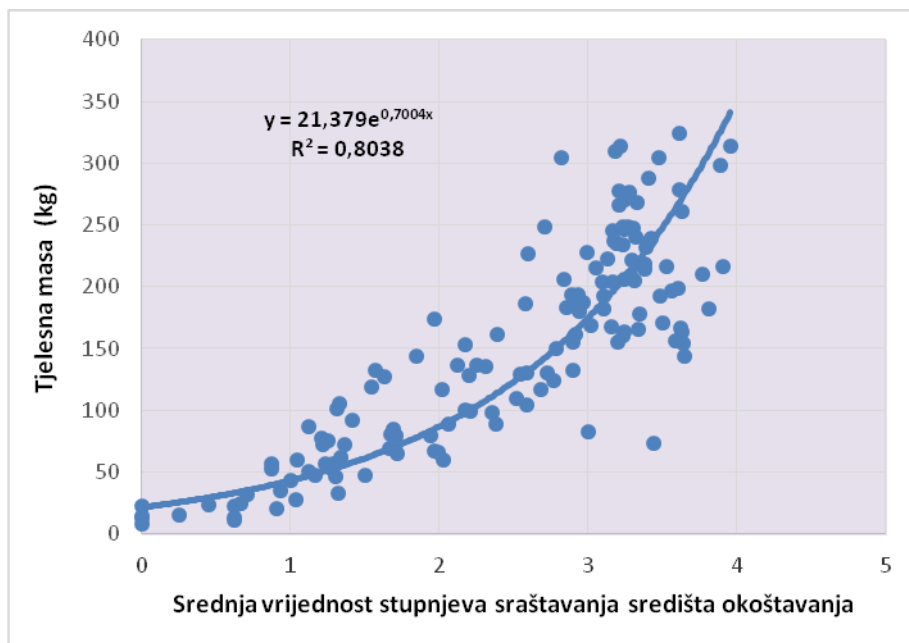
Slika 3. Prikaz ukupne tjelesne dužine dobrog dupina u odnosu na srednju vrijednost stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja pojedinih kostiju prsne peraje (x - srednja

vrijednost stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja peraje, y - dužina tijela dobrog dupina u cm).

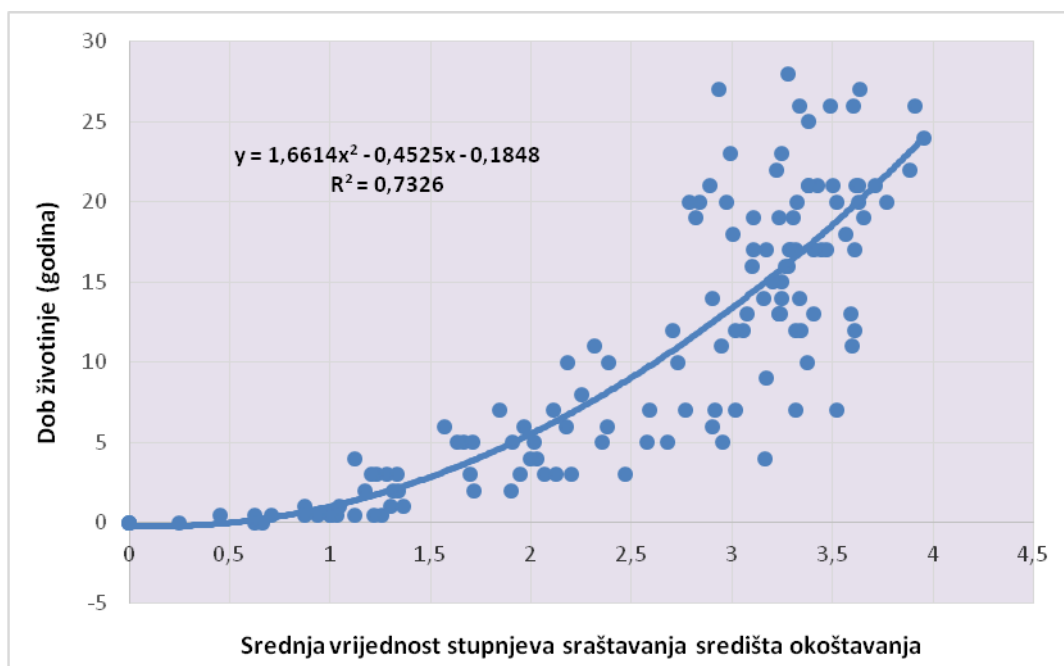
U svrhu analize odnosa okoštavanja kostiju prsne peraje s važnim biološkim značajkama dobrog dupina (tjelesna dužina, tjelesna masa, dob) matematički je izračunata srednja vrijednost stupnjeva srašćavanja kostiju prsne peraje. Srednja vrijednost stupnjeva srašćavanja predstavlja srednju vrijednost svih stupnjeva srašćavanja kostiju jedne peraje. Ona pokazuju jaku dobro korelaciju s ukupnom dužinom tijela (slika 4), tjelesnom masom (slika 5) i nešto slabiju korelaciju s dobi životinje (slika 6). Ako je poznata srednja vrijednost stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja određene prsne peraje moguće je pomoću jednadžbi koje se nalaze na slikama 4., 5. i 6. procijeniti ukupnu dužinu tijela, tjelesnu masu i dob životinje.



Slika 4. Prikaz ukupne tjelesne dužine dobrog dupina u odnosu na srednju vrijednost stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja prsne peraje (x - srednja vrijednost stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja peraje, y - dužina tijela dobrog dupina u cm, R - korelacija).



Slika 5. Prikaz tjelesne mase dobrog dupina u odnosu na srednju vrijednost stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja prsne peraje (x - srednja vrijednost stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja peraje, y - tjelesna masa dobrog dupina u kg, R - korelacija).



Slika 6. Prikaz dobi dobrog dupina u odnosu na srednju vrijednost stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja prsne peraje (x - srednja vrijednost stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja peraje, y - dob dobrog dupina u godinama, R - korelacija).

Ovim istraživanjem obuhvaćen je 31 dobri dupin s jednom ili više nepoznatom biološkom značajkom. Pomoću gore navedenih jednadžbi izračunati su tjelesna dužina, tjelesna masa ili dob koji su bili nepoznati i nalaze se u tablici 3 te su označeni ljubičastom bojom.

U svrhu provjere uspješnosti dobivenih jednadžbi odredili smo dob, težinu i dužinu tijela svake jedinke dobrog dupina. Izračunate vrijednosti usporedili smo s istim vrijednostima upisanim u razudbene obrasce. Odstupanja dobi izračunate pomoću jednadžbe od dobi određene brojanjem zona prirasta u dentinu u prosjeku iznosi 3 godine. Izračunata tjelesna masa odstupa od one izvagane tijekom postmortalne pretrage prosječno  $55,0 \pm 63,1$  kg ( $29,3 \pm 33,9$  %), dok su odstupanja između izračunate i izmjerene tjelesne dužine prosječno  $25,9 \pm 49$  cm ( $5,7 \pm 6,75$  %). Izračunata dob, težina i dužina tijela za sve jedinke prikazani su u tablici 3 te su označeni žutom bojom.

Tablica 3. Biološke značajke (tjelesna dužina, tjelesna masa, dob) dobrih dupina i izračunate značajke na temelju stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja prsnih peraja

Broj dupina	Dob (god)	Izračunata dob	Masa (kg)	Izračunata masa (kg)	Dužina tijela (cm)	Izračunata dužina (cm)
1	4	15,0	204	195,7	265	270,3
2	<1	0,7	52	39,5	164	153,8
3	7	16,6	240	218,6	263	278,3
10	<1	1,9	75	51,4	163	173,1
12	9	15,1	237	197,0	278	270,7
13	5	13,0		169,5	240	259,8
15	12	19,8	279	267,8	290	293,1
16	7	18,8		251,3	275	288,4
17	13	15,8		206,3	274	274,1
18	fetus, novorođenče	-0,2	13	21,4	125	109,2
19	7	6,3		93,9	240	216,9
20	21	17,3	214	228,4	288	281,5
21		4,8		78,9		204,2
22	3	8,8		120,6	234	235,1
23	11	19,7		266,1	291	292,6
25	23	13,4	228	174,1	278	261,7
31	12	16,6		217,7		278,0
32	3	6,8	128	99,7	208	221,2
35	14	15,8	163	207,6	258	274,5
36	13	19,6	156	264,0	282	292,0
38	21	20,1	261	272,1	286	294,2
39	26	18,4	192	245,7	276	286,8
40	13	17,5	288	232,0	288	282,7
46	<1	0,0	23,65	29,4	122	132,4

51	21	21,0		287,2	275	298,2
54	17	17,5	236	232,0	281	282,7
55	2	2,2	62	54,6	165	177,4
56	?	17,0		223,6	235	280,0
57	7	13,6		176,6	246	262,8
60	21	17,3		228,4		281,5
62	14	12,5	155	163,0	290	257,0
63	2	4,9		80,8	200	205,9
64	17	18,3	305	243,4	312	286,1
66	26	19,8	199	267,2	283	292,9
72	10	6,7	153	98,3	235	220,2
76	12	16,9	177,5	222,1	272	279,5
80	17	19,8	324	267,8	294	293,1
83	11	12,9	180	168,1	266	259,2
86	?	9,6		129,2	220	240,0
87	5	3,9	79	70,8	188	196,3
88	11	7,7	135	108,1	249	227,1
91	13	15,8	246	206,8	280	274,3
92	<1	0,3	32	35,1	134	145,3
96	12	13,6	169	177,2	268	263,0
97	4	5,5	66	86,6	192	210,9
99	12	10,8	249	142,2	256	247,1
100	12	13,9	215	181,7	270	264,9
101	5	8,0	98	111,1	212	229,1
102	20	18,8	216	252,1	262	288,7
103	2	2,1	101	53,7	186	176,2
104	20	21,7	210	300,0	277	301,3
107	3	1,8	57	50,6	172	171,9
108	17	16,2	209	212,9	277	276,4
109	5	3,7	69	68,6	198	194,0
110	<1	1,0	43,5	43,1	160	160,2
111	10	10,9	130	144,4	251	248,2
112	20	16,7	268	219,5	303	278,6
113	7	4,6	144	77,7	215	203,1
114	19	20,4		276,7	277	295,5
117	16	16,2		212,6	279	276,3
118	juvenilna	3,5		67,3	191	192,6
120	15	15,8	206	207,6	284	274,5
124	17	16,6	205	217,7	301	278,0
126	19	14,5	182	188,7	266	267,6
127	7	9,8	130	131,2	231	241,2
128	4	5,7	60	88,4	190	212,5
129	14	14,9	168	194,8	280	269,9
131	3	1,7	77	49,8	175	170,7
133		9,2	110	124,6	249	237,4

136	7	12,6	161	164,9	260	257,8
138	7	11,3	124	148,6	246	250,2
139	21	17,8	239	235,8	294	283,8
140	<1	0,2	13	33,1	117	141,1
141	18	19,3	197	259,4	282	290,8
142	23	15,8	270	207,6	307	274,5
143	20	20,1	163,5	272,1	263	294,2
148		12,2		159,7		255,5
149	5	9,7	186	130,1	242	240,5
150	4	1,4	87	47,0	186	166,5
151	13	14,1		183,8	258	265,7
152	21	18,6	171	248,3	262	287,6
157	6	5,4	67	84,8	196	209,4
158	3	3,8	85	70,0	191	195,5
159	22	23,2	298	325,2	286	307,2
160	<1, plod	-0,2	14,5	21,4	120	109,2
162	26	23,4	216	330,4	300	308,4
163	<1	1,1	27,5	44,1	128	161,9
167	10	17,2		227,5	261	281,2
168	3	6,0	89	90,8	199	214,4
169	24	24,0	314	341,1	298	310,7
170	17	16,3	222	214,3	288	276,9
172	6	6,7	100	97,9	227	219,9
173	21	19,9	167	269,5	291	293,5
175	2	1,6	47	48,5	162	168,8
177	19	15,8	234	206,3	322	274,1
181	5	5,0		81,4	192	206,5
183	14	16,8	218	221,2	267	279,2
184	fetus, novorođenče	0,2	11,5	33,1	118	141,1
186	16	14,4	204	187,5	299	267,1
187	<1, novorođenče	-0,2	22,5	21,4	128	109,2
189	ne zreli fetus	-0,2	8	21,4	99	109,2
191	mladunče	2,9	47,5	61,1	183	185,6
192	<1	0,9	35	41,2	132	157,0
193	3	5,2	79	83,4	210	208,2
194	20	11,9	206	156,1	285	253,8
195	27	20,2	154	273,4	272	294,6
196	26	16,8	166	221,2	280	279,2
197	<1	1,0		43,1	150	160,2
198	5	10,5	117	139,5	226	245,7
200	28	16,2	277	212,6	298	276,3
203	25	17,3	218	228,4	280	281,5
204	mlada živ	3,7	80	69,0	193	194,5
205	<1	1,7	72	50,2	171	171,3

206	mlađi adult	3,1	119	63,1	210	187,9
207	5	3,5	127	67,0	220	192,3
209	odrasla	22,2	182	308,1	287	303,3
210	mladunče	2,1	33	54,1	154	176,8
211	?	17,3	232	229,3	302	281,8
212	15-20	15,1	245	196,8	299	270,7
214	10 do 11	8,2	161	113,7	250	230,8
215	19	11,7	304	153,9	278	252,8
216	3	2,0	53	52,5	176	174,5
217	13	15,8	160	206,3	281	274,1
219	mladunče < 1	1,4	50	47,0	148	166,5
220	6	8,1	89	113,2	218	230,5
221	21	12,4	194	161,9	276	256,5
223	6	12,5	132	163,0	247	257,0
227	6	3,2	132	64,3	247	189,3
228	27	12,8	194	166,9	274	258,7
231	8	7,2	137	103,4	223	223,8
232	19	16,5	247	216,4	273	277,6
234	20	13,1	187	171,2	284	260,5
235	5	5,7	117	87,7	220	211,9
239	mlada živ	6,9	99	100,7		221,9
241	22	15,6	314	204,0	288	273,3
245	2	3,9	65	71,1	181	196,6
247	3	2,2	105	54,3	202	176,9
248	15	15,4	155	201,1	260	272,2
252	20	11,4	150	150,3	277	251,0
254	17	14,4	192	188,4	289	267,5
255	1	2,0	46	53,2	158	175,5
256	1	0,7	57	39,5	159	153,8
258	18	13,4	83	175,1	208	262,2
259	17	17,9	73	238,2	210	284,6
262	3	6,3	136	94,5	232	217,3
270	novorođenče	-0,2	15	25,5	105	121,9
274	mladunče	0,2	22	33,1	122,5	141,1
275	stari mužjak	11,6		151,9	275	251,9
276	mlada odrasla živ	9,9	227	131,9	286	241,6
278	mlada odrasla živ	10,5		139,4		245,6
280	mrtvorodenče	0,2	24	34,0	129	143,0
282	mlada odrasla živ	20,3	144	275,1	250	295,0
283	1	1,2	60	44,5	173	162,5
284	odrasla	15,2	310	199,2	315	271,5
285	mlada odrasla živ	15,3	235	200,3	287,5	271,9
286	jako mlada živ	2,0	57	52,8	173	174,9

288	stara živ	15,4	266	202,0	272	272,6
289	mlada živ	5,3	174	84,7	226	209,4
28	16	16,1	249	210,9	312	275,7
290	mlada živ	9,4	129	127,0	220	238,8
292	stara živ	15,5	278	202,4	290	272,7
294	mlada odrasla	9,8	104	131,4	236	241,3
299	odrasla	14,7	223	191,9	281	268,8
303	odrasla	14,6		190,2	280	268,2
305	mlada živ	12,6	184	164,4	257	257,6
311	1	2,3	72	55,6		178,7
313	mladunče	3,2		64,1		189,1
316	mlada	2,5	92	57,6	182	181,3
317	mlada odrasla živ	12,1	183	158,4	272	254,9
321	mlada odrasla živ	15,7	248	205,9	273	274,0
325	mladunče	0,8	20	40,3		155,4

## Rasprava

Analizom rendgenograma prsnih peraja pomoću negatoskopa pouzdano se može pratiti postnatalno okoštavanje i spajanje središta okoštavanja kostiju prsnih udova dobrog dupina, a pomoću središta okoštavanja moguća je procjena ukupne tjelesne dužine, tjelesne mase i dobi životinje.

Ovim istraživanjem utvrđeno je da nadlaktična kost dobrog dupina potpuno okošta već u dobi od 2 do 3 godine, dok palčana i lakatna kost u potpunosti okoštaju tek u životinja dobi od 7 godina. Kost proksimalnog i distalnog reda zapešća imaju samo jedno središte okoštavanja, koje je opaženo u gotovo svih jedinki dobrog dupina svih dobnih skupina. Kost pešća i članci prstiju okoštavaju iz nekoliko središta okoštavanja, najčešće tri. Dijafize su redovito prisutne već prilikom rođenja, dok se epifize javljaju kasnije. Proksimalne epifize kosti pešća i članaka prstiju ranije srastu s dijafizom u odnosu na distalne epifize. Prvi članak prvog prsta dolazi u 50-ak % promatranih peraja, a njegova prisutnost nije ovisna o dobi, spolu i tjelesnoj masi životinje. Drugi prst se sastoji od devet članaka, iako osmi i deveti članak okoštaju tek u starijih jedinki. Treći prst ima najviše sedam članaka, od toga prvih četiri članaka imaju dvije epifize i dijafizu, a posljednja tri imaju samo jedno središte okoštavanja. Četvrti prst se sastoji od tri članka, no treći okoštava i vidljiv je na rendgenogramu samo u jedinki starijih od pet godina. Peti prst može imati ukupno dva članka koja imaju po jedno središte okoštavanja. Prvi članak petog prsta je prisutan gotovo uvijek, dok drugi članak dolazi samo u odraslih jedinki. Ovo je prvi detaljni prikaz okoštavanja prsne peraje dobrog dupina, koji je do sada



objavljen samo za obalnog dupina (GALATIUS i sur. 2006). Kao što su GALATIUS i sur (2006.) utvrdili u obalnog dupina, tako i u dobrog dupina vrijedi princip okoštavanja od proksimalnih prema distalnim kostima peraje. GALATIUS i sur. (2006.) utvrdili su dodatne kosti zapešća samo u 3 od 158 istraženih jedinki obalnog dupina, dok je u ovom istraživanju dodatna kost zapešća utvrđena u 69 od 168 pregledanih dobrih dupina. Ovakve varijacije u broju zapešćajnih kostiju WATSON i sur. (1994.) smatraju zemljopisnim obilježjem ili varijacijom unutar populacija. Polidaktilija ili pojava više prstiju rijetka je u kitova, a opisana je u dobrih dupina nađenih na obalama Teksasa (WATSON i sur., 2008) i u vrste *Phocoena sinus* (ORTEGA-ORTIZ i VILLA-RAMIREZ, 2000), no u dobrih dupina iz Jadrana obuhvaćenih ovim radom polidaktilija nije zabilježena. U ovom istraživanju utvrđeno je srašćavanje članaka prstiju s pešćajnim kostima ili članaka prstiju međusobno, što je također zabilježeno i u dobrog dupina iz mora kod Teksasa. Ovakve promjene smatraju se kongenitalnim anomalijama (WATSON i sur., 2008). Sva utvrđena odstupanja od uobičajnog broja kostiju i srašćavanja opisana u ovom radu smatramo morfološkim varijacijama koje ne utječu na funkciju prsne peraje dobrog dupina.

Stupnjevi okoštavanja prsne peraje dobar su pokazatelj nekih bioloških značajki dobrog dupina. Pomoću izvedenih jednadžbi moguća je dobra procjena tjelesne dužine životinje, dok su procjene tjelesne mase i dobi nešto lošije. U slučaju pronalaska samo koštanih ostataka dobrog dupina rezultati ovog istraživanja mogu se primijeniti u svrhu procjene veličine i dobi životinje.

## Zaključci

Ovim istraživanjem utvrđene su sljedeće osobitosti okoštavanja prsne peraje dobrog dupina:

1. Pregled rendgenograma pomoću negatoskopa dobra je metoda za određivanje okoštavanja kostiju prsne peraje.
2. Okoštavanje i stupnjevi srašćavanja idu od proksimalnih prema distalnim kostima prsne peraje.
3. Pomoću stupnjeva srašćavanja središta okoštavanja ( $x$ ) mogu se izračunati važne biološke značajke ( $y$ ) dobrog dupina kao što su dužina tijela ( $y = 50,945x + 109,21$ ), tjelesna masa ( $y = 21,379e^{0,7004x}$ ) i dob ( $y = 1,6614x^2 - 0,4525x - 0,1848$ ).
4. Uočene su dodatne kosti u proksimalnom i distalnom redu zapešća i neke međusobno srasle kosti, ali bez utjecaja na funkciju prsne peraje.

## Literatura

BEARZI, G., G. NOTARBARTOLO DI SCIARA (1995): A comparison of the present occurrence of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and common dolphins, *Delphinus delphis*, in the Kvarnerić (northern Adriatic Sea). *Annales, series historia naturalis* 2, 61-68.

COOPER, L. N., A. BERTA, S. D. DAWSON, J. S. REIDENBERG (2007): Evolution of hyperphalangy and digiti reduction in the cetacean manus. *The Anatomical Record* 290: 654-672.

CHILVERS, B. L., P. J. CORKERON (2002): Association patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) off Point Lookout, Queensland, Australia. *Canadian Journal of Zoology* 80, 973-979.

ĐURAS GOMERČIĆ, M. (2006): Rast, spolni dimorfizam i morfometrijske značajke dobrog dupina (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) iz Jadranskoga mora. Disertacija. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

GALATIUS, A., C. C. KINZE (2003): Ankylosis patterns in the postcranial skeleton and hyoid bones of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the Baltic and North Sea. *Canadian Journal of Zoology* 81, 1851-1861.

GALATIUS, A., M.-B. E. R. ANDERSON, B. HAUGAN, H. E. LANGHOFF, A. JESPERSON (2006): Timing of epiphyseal development in the flipper skeleton of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) as an indicator of paedomorphosis. *Acta Zoologica Stockholm* 87, 77-82.

GOMERČIĆ, H., Đ. HUBER (1989): Istraživanje i zaštita morskih sisavaca Jadrana. Plenarni referati i izvodi saopštenja Četvrte konferencije o zaštiti Jadrana. 19.-20-listopad. Neum. str. 191.

GOMERČIĆ, H., Đ. HUBER, B. OZRETIĆ, D. ŠKRTIĆ (1993): Razvoj kostiju autopodija dobrog dupina (*Tursiops truncatus*) iz Jadranskog mora u rendgenskoj slici. Zbornik sažetaka radova znanstveno-stručnog sastanka Veterinarska znanost i struka. 24.-25. lipanj. Zagreb. str. 210.

GOMERČIĆ, H., Đ. HUBER, T. GOMERČIĆ, H. LUCIĆ, D. MIHELIĆ, M. ĐURAS (1998): Estimation of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) population in the Croatian part of the Adriatic Sea. Report conducted for the Regional Activity Centre for Specially Protected Areas.(UNEP- Mediterranean Action Plan) and The Faculty of Veterinary Medicine, University of Zagreb. Zagreb. <http://mavef.vef.hr/~gomercic/dolphin/>

GOMERČIĆ, T., M. ĐURAS GOMERČIĆ, L. PAĐEN, M. MAURIĆ, A. GALOV, H. LUCIĆ, D. ŠKRTIĆ, S. ČURKOVIĆ, S. VUKOVIĆ, H. GOMERČIĆ (2009): Smrtnost kitova (Cetacea) u hrvatskom dijelu Jadranskog mora. Cetacean mortality in the Croatian part of the Adriatic Sea. Zbornik sažetaka 10. hrvatskog biološkog kongresa. Proceeding of abstracts of the 10<sup>th</sup> Croatian biological congress. 14.-20- rujanj. Osijek. str. 219-220.

HOHN, A. A., M. D. SCOTT, R. S. WELLS, J. C. SWEENEY, B. IRVINE (1989): Growth layers in teeth from known-age, free-ranging bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science* 5, 315-342.

LOVRETIĆ, D. (1995): Osteometrijske osobitosti mladunčeta dobrog dupina (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) iz Jadranskog mora. Diplomski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb

ORTEGA-ORTIZ J. G., VILLA-RAMIREZ B. (2000.): Polydactyly and other features of the manus of the vaquita, *Phocoena sinus*. Marine Mammal Science 16, 277-286.

PERRIN, W. F. (1975): Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the eastern tropical Pacific and Hawaii. University of California Press, San Diego, California.

ŠKRTIĆ, D. (2010): Anatomske varijacije i patoanatomske promjene na kostima dobrog dupina (*Tursiops truncatus* Montagu 1821) iz Jadranskog mora. Disertacija. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

ŠTIMAC, S. (1995): Kranimetrijske osobitosti dupina (*Delphinidae*) iz Jadranskog mora. Diplomski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb

WATSON, A. G., L. E. STEIN, C. MARSHALL, G. A. HENRY (1994): Polydactyly in a bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. Marine Mammal Science 10, 93-100.

WATSON, A. G., R. BAHR, T. MATHESON (2008): Metacarpo-Phalangeal anomalies in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Marine Mammal Science 34, 65-70.

WEBER, M. (1888): Anatomisches über Cetaceen. Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch 13, 618-653.

ŽULJEVIĆ, I. (1990): Osteološke osobitosti dobre pliskavice (*Tursiops truncatus*, Montagu) iz Jadranskog mora. Diplomski rad. Veterinarski fakultet. Zagreb.

## Postnatalno okoštavanje prsne peraje dobrog dupina (*Tursiops truncatus*)

### Sažetak

Dobri dupin (*Tursiops truncatus*) iz reda kitova (Cetacea) je danas jedini trajno naseljeni morski sisavac u Jadranskom moru i zakonom je zaštićena vrsta u Hrvatskoj. Mnoge biološke značajke ove vrste su još uvijek nepoznate kao i okoštavanje kostiju prsne peraje. Ovim radom obuhvaćeni su dobri dupini koji su pronađeni mrtvi u hrvatskom dijelu Jadranskog mora u razdoblju od listopada 1990. do srpnja 2014. godine. U svrhu ovog istraživanja pregledana su pomoću negatoskopa 323 rendgenograma prsnih peraja dobrog dupina porijeklom od 87 mužjaka i 81 ženke dobi od 0 do 28 godina, tjelesne dužine od 99 do 322 cm. Utvrđena su središta okoštavanja kostiju prsne peraje dobrog dupina i stupnjevi njihova srašćavanja. Okoštavanje kostiju ide od proksimalnih prema distalnim dijelovima kostiju prsne peraje. Na temelju stupnjeva srašćavanja kostiju izrađene su jednadžbe pomoću kojih se mogu izračunati važne biološke značajke kao što su tjelesna dužina, masa i dob dobrog dupina. Ovi rezultati biti će primjenjeni u istraživanjima dobrih dupina, gdje su česti samo nalazi koštanih ostataka životinja.

**Ključne riječi:** dobri dupin, *Tursiops truncatus*, Jadransko more, prsna peraja, okoštavanje, rendgenogram

## **Postnatal ossification of flipper bones in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*)**

### **Summary**

Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) is the only whale (Cetacea) resident in the Adriatic Sea today and is a legally protected species in Croatia. Many biological characteristics of this species are still unknown as is the ossification pattern of the flipper. Bottlenose dolphins found dead from October 1990 to July 2014 in the Croatian part of the Adriatic Sea were included in our study. We examined 323 radiographs of flippers originating from 87 male and 81 female bottlenose dolphins with body lengths from 99 to 322 cm and age from 0 to 28 years. Ossification centers and ossification pattern of the bottlenose dolphin flipper was determined. The ossification in the flipper progresses from proximal towards distal bones. We designed equations based on stages of ossification for estimation of important biological characteristics such as body length, body mass and age of the bottlenose dolphin. These estimations will be used in bottlenose dolphin research where only bone remains are frequent findings.

**Key words:** bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, Adriatic Sea, flipper, ossification, radiograph

## Životopis

Rođena sam 20. kolovoza 1989. godine u Čakovcu. Osnovnu školu završila sam u Murskom Središću te upisala Gimnaziju u Čakovcu gdje sam maturirala 2008. godine. Iste godine sam upisala Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zbog zanimanja za morske sisavce pisala sam dva studentsko-znanstvena rada na temu "Okoštavanje kosti prsne peraje u dobrog dupina (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821)" i "Ductus arteriosus i foramen ovale u dobrog dupina (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) u Jadranskom moru", za koje sam bila nagrađena Dekanovom nagradom. Članica sam Europskog društva za kitove (European Cetacean Society) te sam predstavljala prethodno spomenute radove na 27. Konferenciji društva za morske sisavce u Setúbalu, Portugal. Napisala sam stručni rad pod nazivom "Degenerativna bolest mitralnih zalistaka u pasa" koji je objavljen u studentskom časopisu "Veterinar". Tri godine sam bila demonstrator u knjižnici Veterinarskog fakulteta. Volontirala sam na Klinici za kirurgiju, ortopediju i oftalmologiju Veterinarskog fakulteta. Bila sam urednica znanstveno-stručnog časopisa studenata veterine "Veterinar". U dva navrata sam na fakultetu bila nagrađena zbog izvrsnog uspjeha.

## Prilog

Osnovni podaci pregledanih dobrih dupina (*Tursiops truncatus*) iz zbirke Zavoda za anatomiju, histologiju i embriologiju Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Oznaka dupina	Dan nalaza	Mjesto nalaza, zemljopisna širina (N°)	Mjesto nalaza, zemljopisna dužina (E°)	Spol	Dob godinaGLG	Masa (kg)	Dužina (cm)
1	16.10.1990.	45,050000	13,583333	ž	4	204	265
2	1.11.1990.	45,086929	13,640453	ž	1	52	164
3	18.6.1992.	45,066667	13,566667	m	7	240	263
10	1.9.1994.	42,735039	16,888750	m	1	75	163
12	21.12.1995.	43,729930	15,894227	m	9	237	278
13	19.4.1996.	44,820166	13,872045	ž	5		240
15	2.10.1996.	45,099120	13,629265	m	12	279	290
16	26.4.1997.	44,772678	14,314573	ž	7		275
17	30.7.1997.	44,629887	14,231969	ž	13		274
18	2.8.1997..	44,816200	14,340064	m	<1	13	125
19	16.8.1997.	45,229596	13,586107	m	7		240
20	8.10.1997.	43,814485	15,678862	ž	21	241	288
21	4.3.1998.						200
22	17.3.1998.	43,491277	15,982022	m	3		234
23	12.1.1999.	42,640418	18,117980	m	11		291
25	27.2.1999.	44,261064	15,209791	ž	23	228	278
28	9.7.1999.	43,502519	16,479775		16	249	312
31	10.10.1999.	43,394809	16,300783	ž	12		
32	1.11.1999.	45,066219	13,624336	m	3	128	208
35	24.11.1999.	43,180928	16,696708	ž	14	163	258
36	1.12.1999.	43,092500	16,701667	m	13	156	282
38	12.1.2000.	44,211944	15,650000	ž	21	261	286
39	2.3.2000.	42,942257	17,549242	ž	26	192	276
40	17.3.2000.	43,833333	15,333333	m	13	288	288
46	3.7.2000.	44,794444	14,366667	ž	<1	23,6	122
51	15.2.2001.	44,131205	15,107088	ž	21		275
54	18.3.2001.	44,966667	14,500000	ž	17	236	281
55	23.3.2001.	43,166959	16,442709	ž	2	62	165
56	8.4.2001.	45,013147	14,551685	m	11		287
57	11.4.2001.	44,183333	15,506667	ž	7		246
60	15.6.2001.	44,466651	14,872706	ž	21		
62	19.7.2001.	43,183333	16,716667	m	14	155	290
63	17.8.2001.	43,545523	16,329665	ž	2		200
64	9.10.2001.	45,321413	13,563382	m	17	305	312
66	6.11.2001.	43,505813	16,440992	ž	26	199	283
72	5.1.2002.	44,250000	15,183333	m	10	153	235
76	20.2.2002.	44,200000	15,583333	m	12	177	272
80	1.3.2002.	44,032106	15,251686	m	17	324	294
83	25.4.2002.	44,202141	15,158796	ž	11	180	266
86	16.6.2002.	44,464393	14,961149	m			220
87	16.6.2002.	42,962558	17,116537	ž	5	79	188
88	18.6.2002.	44,276581	15,128667	m	11	135	249
91	11.7.2002.	45,352951	13,547352	ž	13	246	280

92	2.8.2002.	43,782599	15,653154	ž	<1	32	134
96	22.8.2002.	45,251790	13,573746	ž	12	169	268
97	10.11.2002.	44,869959	13,808024	ž	4	66	192
99	8.10.2002.	44,483443	14,873429	m	12	249	256
100	23.10.2002.	45,403909	13,527779	m	12	215	270
101	31.10.2002.	43,531068	16,427432	m	5	98	212
102	24.12.2002.	45,308333	13,600000	ž	20	216	262
103	14.3.2003.	44,293622	15,036823	m	2	101	186
104	17.7.2003.	45,066667	14,266667	m	20	210	277
107	24.9.2003.	42,933333	17,500000	ž	3	57	172
108	6.10.2003.	43,807247	15,678238	ž	17	209	277
109	10.10.2003.	43,179798	16,673840	m	1	69	198
110	26.10.2003.	43,355983	16,949019	m	<1	43,5	160
111	30.11.2003.	44,081482	15,188243	ž	10	130	251
112	20.12.2003.	43,024656	17,168817	m	20	268	303
113	16.1.2004.	45,076651	13,631045	m	7	144	215
114	16.2.2004.	45,501942	13,502249	ž	19		277
117	24.4.2004.	42,979241	17,117483	ž	16		279
118	10.5.2004.	45,021934	14,573008	ž	mlada		191
120	28.5.2004.	42,750000	17,666667	ž	15	206	284
124	1.9.2004.	45,320503	13,550718	m	17	205	301
126	14.9.2004.	42,911852	16,934057	m	19	182	266
127	20.9.2004.	45,500000	13,466667	ž	7	130	231
128	22.9.2004.	44,866667	13,783333	ž	4	60	190
129	24.9.2004.	45,083333	13,633333	m	14	168	280
131	14.12.2004.	43,980822	15,097375	m	3	77	175
133	21.4.2005.	42,640107	18,114256	m		110	249
134	18.5.2005.	43,783669	15,655368	m	3	128	223
136	15.6.2005.	43,516667	15,950000	m	7	161	260
138	16.7.2005.	43,100000	16,666667	m	7	124	246
139	25.7.2005.	45,383333	13,533333	m	21	239	294
140	31.7.2005.	42,904967	17,187633	ž	<1	13	117
141	19.10.2005.	43,766667	15,633333	ž	18	197	282
142	22.10.2005.	43,509736	15,974059	m	23	270	307
143	25.10.2005.	43,438273	16,666404	ž	20	163,5	263
144	7.11.2005.	44,997800	14,169433	ž			
148	7.2.2006.	44,054167	14,990278				
149	28.4.2006.	44,830537	13,988308	m	5	186	242
150	17.5.2006.	45,210817	13,589967	ž	4	87	186
151	1.6.2006.	45,501400	13,519550	ž	13		258
152	5.7.2006.	45,328056	14,423333	ž	21	171	262
157	8.11.2006.	44,846778	13,981667	m	6	166	196
158	19.2.2007.	44,767500	13,925612	m	3	85	191
159	10.4.2007.	44,696837	14,734230	ž	22	298	286
160	10.4.2007.	44,696837	14,734123	m	<1	14,5	120
162	28.5.2007.	44,283333	15,050334	m	26	216	300
163	9.6.2007.	42,962781	17,111859	ž	<1	27,5	128
167	4.8.2007.	44,733333	14,733667	ž	10		261
168	5.8.2007.	43,431307	16,196575	m	3	89	199
169	20.8.2007.	45,492152	13,453929	m	24	314	298
170	24.8.2007.	43,145472	17,000119	m	17	222	288
172	12.9.2007.	45,333333	13,533667	m	6	100	227



173	21.9.2007.	44,798083	13,985778	ž	21	167	291
175	5.10.2007.	43,169100	17,190139	ž	2	47	162
177	6.12.2007.	43,545806	15,938139	m	19	234	322
181	19.4.2008.	42,924444	17,177500	ž	5		
183	10.5.2008.	43,100000	16,416667	ž		218	267
184	10.5.2008.	43,100000	16,416667	m	<1	11,5	118
186	17.5.2008.	43,154444	17,246667	ž	16	204	299
187	1.6.2008.	45,169166	14,305555	m	<1	22,5	128
189	11.6.2008.	44,117500	15,220555	ž	<1	8	99
191	7.7.2008.	45,382778	13,535833	m	<1	47,5	183
192	28.7.2008.	43,826361	15,275083	ž	<1	35	132
193	4.8.2008.	43,233333	16,483333	m	3	79	193
194	9.8.2008.	43,116667	16,583333	m	20	206	285
195	28.10.2008.	44,996722	13,727500	m		154	272
196	30.10.2008.	45,060528	13,669083	ž	26	166	280
197	31.10.2008.	44,966666	14,116666	m	<1		
198	6.11.2008.	42,900000	17,250000	ž		117	226
200	26.11.2008.	44,166667	14,833333	m	28	277	298
203	24.1.2009.	42,943056	17,561667	ž	25	218	280
204	7.4.2009.	45,033333	14,166666	m	4	80	193
205	7.4.2009.	44,116666	15,200000	m	<1	72	171
206	8.5.2009.	43,757777	15,336666	ž	<1	119	210
207	17.6.2009.	43,026388	16,245277		5	125-130	220
209	24.7.2009.	45,500000	13,450000	ž		182	287
210	11.10.2009.	42,696389	18,000000	ž		33	154
211	21.10.2009.	43,728611	15,873333	m		232	302
212	9.1.2010.	43,908889	15,496389	m	20	245	299
214	6.4.2010.	43,693889	15,687778	m	10-11	161	250
215	28.4.2010.	43,874694	15,177806	m	19	304	278
216	4.6.2010.	44,918611	13,802500	ž	3	53	176
217	29.6.2010.	44,889001	13,755970	ž	13	160	281
219	7.8.2010.	43,629304	15,916700	m	<1	50	148
220	22.8.2010.	43,433333	16,216667	ž	6	89	218
221	21.8.2010.	44,895981	13,984995	m	21	194	276
223	28.8.2010.	45,255404	13,579016	m	6	132	247
227	28.10.2010.	45,255703	13,577709	m	4	90	212
228	22.11.2010.	42,9162693	17,401314	m	27	194	274
231	29.11.2010.	45,163605	14,540577	m	8	137	223
232	4.12.2010.	44,810827	14,693356	ž	19	247	273
234	5.12.2010.	44,12832178	14,86544609	ž	20	187	284
235	9.12.2010.	44,92853142	13,72441292	ž	5	117	220
239	5.1.2011.	44,043874	15,097253	m		99	
241	14.1.2011.	43,331570	16,856552	m	22	314	288
245	10.3.2011.	44,817206	14,349252	m	2	65	181
247	19.3.2011.	44,853496	13,808012	m	3	105	202
248	9.4.2011.	45,069096	13,626024	ž	15	155	260
252	30.5.2011.	44,330111	15,361204	ž	20	150	277
254	20.8.2011.	44,575245	14,35187	m	17	192	289
255	15.9.2011.	45,084430	14,182749	m	1	46	158
256	15.10.2011.	44,795396	13,920348	ž	1	57	159
258	25.1.2012.	42,973239	17,048357	m	18	83	208
259	27.1.2012.	42,689115	18,049067	ž	17	73	210
270	1.7.2012.	43,1570462	16,7193675	ž		15	105
274	15.8.2012.	44,7978360	14,8802040	ž		22	122,5
275	29.8.2012.	42,8902563	17,4507093	m			275

276	12.9.2012.	45,1956850	13,5828120	m		227	286
278	3.10.2012.	45,1947098	13,5746384	m			
280	14.10.2012.	44,3038271	14,7624493	ž		24	129
282	27.10.2012.	45,0079598	13,7194133	ž		144	250
283	29.10.2012.	42,9178132	17,1869785	ž	1	60	173
284	29.11.2012.	43,6957544	15,8907178	m		310	315
285	7.12.2012.	45,3410910	13,5442543	m		235	287,5
286	23.12.2012	43,3842517	16,5209538	ž		57	173
288	12.2.2013.	44,9120099	13,7290075	ž		266	272
289	24.3.2013.	43,7325342	15,8234641	m		174	226
290	24.4.2013.	45,2030675	13,5867727	ž		129	220
292	2.6.2013.	45,065762	14,192276	ž		278	290
294	15.6.2013.	45,457978	13,511918	ž		104	236
299	10.9.3013.	45,148624	13,594165	m		223	281
303	25.9.2013.	44,513289	14,517188	ž			280
305	1.10.2013.	45,110755	13,611546	m		184	257
311	22.11.2013.	43,258764	16,643606	ž	1	72	163
313	14.3.2014.	44,791216	14,450798				
316	18.3.2014.	44,993303	14,626000	m		92	182
317	1.5.2014.	45,148783	13,598156	m		183	272
321	7.6.2010.	44,818374	13,975642	m		248	273
325	6.7.2014.	43,122036	17,176080	ž		20	112