Morfološke karakteristike pojedinih tkiva i organa u kornjača

Rebac, Ana

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:178:309672

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Veterinary Medicine - Repository of PHD, master's thesis

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

VETERINARSKI FAKULTET

ANA REBAC

Morfološke karakteristike pojedinih tkiva i organa u kornjača

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2018.

VETERINARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ZAVOD ZA ANATOMIJU, HISTOLOGIJU I EMBRIOLOGIJU

PREDSTOJNICA:

Izv. prof. dr. sc. Martina Đuras

MENTORICA:

Prof. dr. sc. Srebrenka Nejedli

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Damir Mihelić

2. Prof. dr. sc. Nevenka Rudan

3. Prof. dr. sc. Srebrenka Nejedli

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

2. PODACI IZ LITERATURE 3

2.1. KOPNENA KORNJAČA (*TESTUDO HERMANI*) 3

2.2. BARSKA KORNJAČA (*EMYS ORBICULARIS*) 4

2.3. KOŠTANI SUSTAV KORNJAČA 4

2.3.1. GRAĐA OKLOPA 7

2.3.2. ODREĐIVANJE STAROSTI KORNJAČA 9

2.4. DIŠNI SUSTAV KORNJAČA 11

2.5. MOKRAĆNI I SPOLNI SUSTAV KORNJAČA 13

3. RASPRAVA 18

4. ZAKLJUČCI 20

5. POPIS LITERATURE 21

6. SAŽETAK 25

7. SUMMARY 26

8. ŽIVOTOPIS 27

POPIS SLIKA:

Slika 1. Distalni dio prsnog uda, ventralna strana, sedmopruga usminjača (*Dermochelys coriacea*) (WYNEKEN, 2001.).

Slika 2. Rožnate koštane ploče karapaksa (lijevo) i plastrona (desno) (WYNEKEN, 2001.).

Slika 3. Histološki preparat presjeka humerusa glavate želve (*Caretta caretta*) s vidljivim LAG-ovima (debele crne linije) (National Sea Turtle Aging Laboratory). https://www.st.nmfs.noaa.gov/protected-species-science/Assessments-and-Taxa/turtles (27.08.2018.).

Slika 4. *Eunotosaurus africanus* (lijevo) i *Pelusios niger* (desno) (LYSON i sur., 2014.).

Slika 5. Longitudinalni presjek pluća kornjače s vidljivom spužvastom građom (WYNEKEN, 2001.).

Slika 6. Shematski prikaz mokraćnog sustava kornjače (WYNEKEN, 2001.).

Slika 7. Jajnik i suspenzorni ligament (*mesotubarium*) spolno nezrele ženke kornjače (WYNEKEN, 2001.).

Slika 8. Nuzjaja (*epididymis*), sjemenovodi (*vas deferens*) i testisi u odrasle kornjače tijekom sezone parenja (WYNEKEN, 2001.).

ZAHVALE

Veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici Prof. dr. sc. Srebrenki Nejedli koja mi je omogućila potrebnu literaturu i pomogla svojim savjetima i neizmjernom podrškom pri izradi ovog diplomskog rada i što je uvijek imala strpljenja i vremena za moje upite. Hvala Vam na odnosu prema studentima i ljudima s kojima surađujete.

Također, zahvaljujem se svojoj obitelji, prijateljima i prijateljicama koji su uvijek bili uz mene i koji su imali razumijevanje tijekom mog studiranja te pružali moralnu podršku. Hvala na zajedničkim trenucima, iskustvima i razgovorima.

I na kraju, najveću zaslugu za ovo što sam postigla pripisujem svojim roditeljima koji su uvijek bili TU, uz mene, bez obzira da li se radilo o teškim ili sretnim trenucima i bez kojih sve ovo što sam postigla ne bi bilo moguće. Ovaj rad posvećujem vama.

1. UVOD

Kornjače (Testudines ili Chelonia) su najstariji živući gmazovi na Zemlji, a danas je poznato oko 330 različitih vrsta. Ove spore i trome životinje prvobitno su bile kopneni gmazovi od kojih su se samo neke naknadno prilagodile životu u slatkim vodama i moru (MATAŠIN i sur., 2007.). Od oko 330 vrsta šest je zabilježeno u Hrvatskoj. Jedna je kopnena (obična čančara, *Testudo hermani* koja je prvi puta opisana od strane prirodoslovca J. F. Gmelina 1789. godine), dvije su slatkovodne (barska kornjača, *Emys orbicularis* i riječna kornjača, *Mauremys caspica*), a tri morske (glavata želva, *Caretta caretta*, zelena želva, *Chelonia mydas* i sedmopruga usminjača, *Dermochelys coriacea*). Od morskih kornjača glavata želva je redoviti stanovnik Jadrana, zelena je želva tek nedavno sa sigurnošću zabilježena, dok je u Jadranu vrlo rijetko prisutna sedmopruga usminjača.

Kornjače se ubrajaju u gmazove, a gmazovima nazivamo skupinu hladnokrvnih (ektotermnih) kralježnjaka s unutarnjom oplodnjom čiji epidermis tvori keratizirane ljuske (KLETEČKI, 2006.).

Cijeli red Chelonia karakterizira oklop, evolucijska novina koju možemo podijeliti s obzirom na prirodu i stupanj okoštavanja na: tvrdi, meki i kožni oklop. Oklop je sastavljen iz određenog broja koštanih ploča poredanih po utvrđenom rasporedu. Srastao je s tijelom te na njemu postoje dva otvora (jedan s prednje, a drugi sa stražnje strane) što kornjačama omogućuje uvlačenje glave, nogu i repa u slučaju opasnosti. Također, oklop se sastoji od dva glavna dijela: dorzalnog dijela ili karapaksa (*carapace*) i ventralnog dijela ili plastrona (*plastron*) koji su međusobno spojeni bočnim mostovima (WYNEKEN i sur., 2008.).

Oklop kornjačama pruža zaštitu od predatora, ali kako bi se zaštitili glava i vrat moraju imati mogućnost povlačenja unutar rubova oklopa. S obzirom na mogućnost sagibanja vrata kornjače dijelimo u dva podreda: krijovratke (Cryptodira) i vijovratke (Pleurodira). U krijovratke (Cryptodira) ubrajamo 11 porodica, a karakterizira ih krataki vrat i uvlačenje glave u obliku okomitog slova "S" ispod oklopa, pomicanjem ravno unatrag. Ovdje ubrajamo kopnene i neke vodene vrste kornjača, a morske kornjače, unatoč tome što pripadaju ovom podredu, ne mogu uvući glavu i udove u oklop. Vijovratke (Pleurodira) čine manju grupu koja ima samo dvije porodice, a karakterizira ih horizontalno savijanje vrata i guranje glave u stranu. Sve su vijovratke kopnene ili poluvodene vrste, a dugi vrat omogućuje im brzo

hvatanje plijena, ronjenje i aspiraciju zraka na površini (MATTISON, 2008.; WYNEKEN i sur., 2008.).

U krijovratke spadaju porodice: Carettochelyidae, Cheloniidae, Chelydridae, Dermatemydidae, Dermochelydae, Emydidae, Kinosternidae, Platysternidae, Staurotypidae, Testudinidae, Trionychidae, dok u vijovratke: Chelidae i Pelomedusidae (COGGER i ZWEIFEL, 1998.).

S obzirom na uvjete života kornjače dijelimo na kopnene, slatkovodne i morske. Kopnene kornjače obitavaju u područjima s toplom ili umjerenom klimom. Pretežito su biljojedi, ali ponekad se znaju hraniti kukcima. Imaju malu glavu, kratke zdepaste noge prilagođene hodanju i čvrst oklop, a koža im je debela s velikim ljuskama kako bi izbjegle isušivanje. Vodene kornjače imaju spljoštene udove i prste spojene plivaćim kožicama. Vješte su u zadržavanju daha, koriste anaerobni metabolizam i disanje bez pluća preko kože i kloake. Morske kornjače imaju modificirane udove nalik perajama, a kojima su se adaptirale životu na moru. Imaju ravniji i mekši oklop te im on pomaže pri postizanju velikih brzina uz optimalnu potrošnju energije (MATAŠIN i sur., 2007.; POUGH i sur., 2002.).

Cilj ovog rada je opisati pojedina tkiva i organe u kornjača, prvenstveno koštanog, dišnog, mokraćnog i spolnog sustava. Postoje određene pretpostavke u građi dugih kostiju i oklopa kornjača kojima se može odrediti starost životinje, a postoje i specifičnosti nekih tkiva i organa navedenih sustava te će oni biti opisani u radu.

2. PODACI IZ LITERATURE

2.1. KOPNENA KORNJAČA (*TESTUDO HERMANI*)

Ova mediteranska vrsta rasprostranjena je samo na području Europe. Broj ovih vrsta je u Hrvatskoj, ali i na globalnoj razini u opadanju. Kopnena kornjača srednje je velika kornjača ravne duljine karapaksa najčešće do 20 cm. U Hrvatskoj su zabilježene prosječne vrijednosti odraslih od oko 15 cm, a u pojedinim populacijama mogu doseći veličinu iznad 30 cm (KLETEČKI, 2006.). Najmanja duljina za određivanje spola je 10 cm, a dostignu je oko 6. godine. Životni vijek u prirodi premašuje 20 godina, a neke mogu živjeti i do 40 godina.

Kopnena kornjača (T*estudo hermani*) ima kratke zdepaste noge sa sraslim prstima i tupim kandžama te je prilagođena hodanju. Karapaks joj je naglašeno konveksan, maslinastožute je boje s tamnim šarama, a na ventralnom dijelu oklopa (plastron) ima sa svake strane crni rub. Mužjaci imaju udubljen plastron i duži rep. Na bazi repa u mužjaka se nalazi kopulatorni organ. Mužjaci su živahnijih tonova boja, a ženke su neutralnije (MATAŠIN i sur., 2007.; KLETEČKI, 2006.).

Kopnena kornjača mediteranska je vrsta koja živi na različitim staništima. Od bogatih livada do suhih kamenjarskih pašnjaka, u makijama te šumama, njihovim rubnim dijelovima i čistinama. Najaktivnija je tijekom proljeća, kroz ljeto se aktivnost smanjuje, a u jesen je vrlo mala. Hladne zimske mjesece provode zakopane pod zemljom gdje hiberniraju. Bude se u ožujku i kreću u potragu partnera za parenje. Spolno zrela postaje u prosjeku s 8-13 godina, ženke nešto kasnije od mužjaka. Vrsta je spolno aktivna između ožujka i listopada, osim u razdoblju polaganja jaja (svibanj i lipanj) (SWINGLAND i STUBBS, 1985.). Rituali udvaranja i parenja su prilično agresivni pa mogu trajati satima. Ženka polaže jedno ili više legla s 3-5 (1-13) jaja, obično krajem svibnja i u lipnju. Jaja često polaže niz godina na istoj lokaciji. Spol mladih kornjača je određen temperaturom inkubacije jaja. Pri temperaturama od 31,5 °C izlegu se uglavnom ženke dok se pri nižim temperaturama izlegu mužjaci (KLETEČKI, 2006.). Kopnena kornjača pretežno je biljojed, a hrani se travom i lišćem biljaka te raznim plodovima koje nalazi u prirodi, iznimno hranit će se kukcima, puževima i lešinama uginulih životinja. Razlikujemo dvije podvrste (subspecies): *Testudo hermani hermani* i *Testudo hermani boettgeri*, a razlikuju se prema boji plastrona (MATAŠIN i sur., 2007.). Kopnena kornjača zaštićena je Zakonom o zaštiti prirode (NN 144/2013).

2.2. BARSKA KORNJAČA (*EMYS ORBICULARIS*)

Barska kornjača je jedina vrsta iz porodice Emydidae s palearktičkom rasprostranjenošću i pripada porodici slatkovodnih kornjača. Rasprostranjena je u većem dijelu Europe te manjem dijelu Azije i Afrike. Oklop je plosnatiji i jajolikog je oblika, dužine od 25-38 cm. Mužjaci su nešto manji od ženki. Rep mužjaka je duljine 15-24 cm, a u ženke 13-18 cm. Oklop je zaobljen, karapaks je crnozelene do crne boje sa žutim pjegama i prugama, a plastron prljavožute boje s nekoliko tamnih mrlja. Razlikujemo dvije podvrste: *Emys orbicularis orbicularis* i *Emys orbicularis hellenica*. Vrsta je poluakvatička, a nastanjuje gotovo sve vrste kopnenih voda i poplavnih područja. Između prstiju ima plivaće kožice, što ukazuje da velik dio života provodi u vodi i da je dobar plivač (MATAŠIN i sur., 2007.). Barska kornjača hibernira od studenog do ožujka i to uglavnom pod vodom. Nakon toga se pari u vodi te tijekom svibnja i lipnja polaže jaja u rupe koje iskopa, u udaljenosti do nekoliko stotina metara od vode. Niže temperature inkubacije pogoduju razvoju muških jedinki, a više temperature razvoju ženskih jedinki (KLETEČKI, 2006.). Ova kornjača je mesojed te se hrani manjim ribama, žabama, punoglavcima, crvima i kukcima. Veći plijen pridržava prednjim udovima i oštrim bezubim čeljustima otkida komade mesa (MATAŠIN i sur., 2007). Vrsta je ugrožena ubrzanim nestankom, degradacijom i fragmentacijom staništa zbog urbanizacije, regulacijom vodotoka i neodržavanjem vodenih staništa te je strogo zaštićena Zakonom o zaštiti prirode (NN 144/2013).

2.3. KOŠTANI SUSTAV KORNJAČA

Kostur kornjače sastoji se od kostiju i hrsakvice, a dijeli se na unutarnji i vanjski. Unutarnji (endoskelet) sastavljen je od osovinskog (lubanja, kralježnica i rebra) i privjesnog dijela (prsni i zdjelični udovi), a vanjski (egzoskelet) od dermalnih ploča karapaksa i plastrona. Kralježnica je sastavljena od 40-50 kralježaka od kojih je slobodno samo 8 vratnih i 25-30 repnih. Ostali su trnastim nastavcima srasli s karapaksom, dok su ključna i prsna kost srasle s plastronom. Sam kostur prekriven je slojem keratina, ljuskama s mnogobrojnim modifikacijama. Razlikujemo leđne, postrane, rubne i repne ljuske, a one mogu poslužiti pri identifikaciji vrste. U slobodne dijelove tijela spadaju glava, noge i rep koji su prekriveni rožnatim ljuskama. Morske kornjače razvile su jedinstven način kretanja, a prednji, prsni udovi podsjećaju na peraje. Veličine su od 10 cm u promjeru do divovskih razmjera

(HERAK-PERKOVIĆ i sur., 2012.). Primjer za to je velika galapagoška kornjača (*Geochelone nigra*) čiji promjer oklopa može biti i do jedan metar (BELLAIRS, 1969a.; POUGH i sur., 2002.).

Vratna muskulatura omogućuje savijanje vrata na stranu (Pleurodira), zbog čega se kornjače tog podreda smatraju manje otpornima, ili uvlačenje u oklop (Cryptodira). Kornjače nemaju slobodnu prsnu kost (*sternum*) (EVANS, 1986.).

Kornjače imaju tipičnu anapsidnu lubanju, tj.lubanju bez sljepoočnih jama. Zbog nestanka nosne (*os nasale*) i suzne kosti (*os lacrimale*) u kornjača je lični dio skraćen. Kvadratna kost spojena je s lubanjom i ona je nepomična. Kod nekih vrsta postoje pseudosljepoočne udubine za prihvat mišića koji pomiču donju čeljust (*mandibula*). U sljepoočnom području važan je mišić *m. adductor mandibulae externus* koji omogućuje jak zagriz. *M. adductor mandibulae externus* u Pleurodirae prelazi preko lateralnog nastavka *os pterygoideum*, a u Cryptodirae preko *os quadratum*. Iako potječu sa stražnjeg dijela lubanje preusmjereni su na donju čeljust te se tako postiže maksimalna sila. U glavate želve (*Caretta caretta*) razvijene su: *maxilla, premaxilla, os prefrontale, os frontale, os jugulare, os prejugulare, os quadratojugulare, os quadratum, os palatinum, os pterygoideum, os parietale, os postorbitale, os squamosum, os supraoccipitale, os bassisphenoidale* te *mandibula* (KING, 1996.; EVANS, 1986.; POUGH i sur., 1998.). Kornjače nemaju zube, a umjesto zubiju gornju i donju čeljust prekrivaju keratinizirane "zubne" ploče, *rhamphotheca* (kljun) koje im omogućuju snažan ugriz. Imaju velike oči s izraženim gornjim i donjim vjeđama, a u prednjem kutu oka smještena je treća očna vjeđa (*membrana nicticans*) (HYMAN, 1949.).

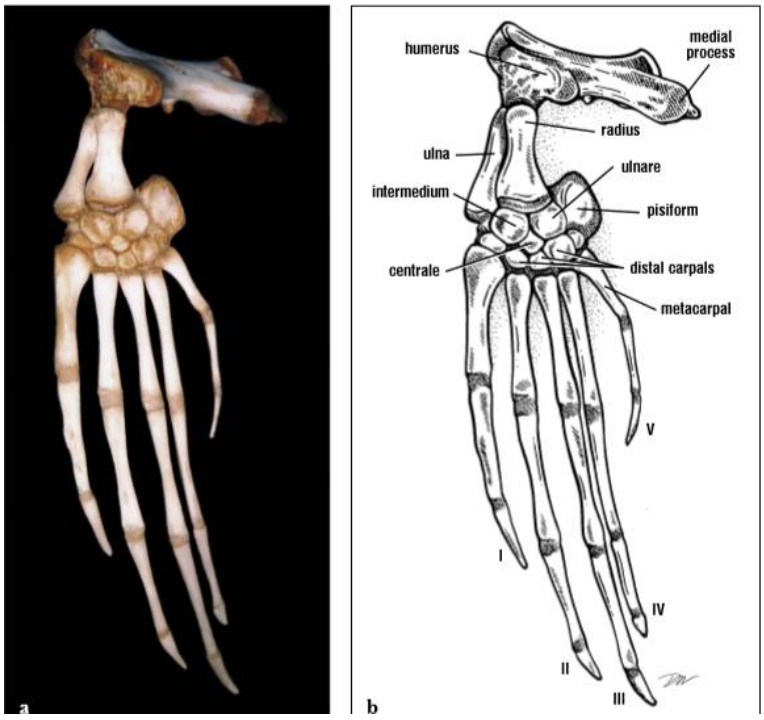
Prsni i zdjelični pojas nalaze se unutar oklopa te mu daju čvrstoću. Prsni pojas čine lopatica (*scapula*), akromialni izdanak (*processus acromialis*) i korakoidna kost (*os coracoideum*). Lopatica se dorzoventralno spaja s karapaksom preko ligamenta, a ventralno se uzglobljuje s nadlaktičnom kosti (*humerus*). Korakoidni izdanak proteže se kaudomedijalno te zajedno s lopaticom tvori glenoidalnu jamu (*fossa glenoidalis*). Akromialni izdanak nalazi se na anteroventralnom dijelu lopatice i usmjeren je medijalno te je ligamentima povezan s plastronom. Prsni ud građen je od: nadlaktične kost (*humerus*), palčane kost (*radius*), lakatne kost (*ulna*), kosti zapešća (*ossa carpi*), kosti pešća *(ossa metacarpi*) i pet članaka prstiju (*phalangs*) (BELLAIRS, 1969b.; O'MALLEY, 2005.; WYNEKEN, 2001.). Zdjelične kosti čine crijevna kost *(os ilium*), sjedna kost (*os ischi*) i stidna kost (*os pubis*) koje se stapaju u čašici, acetabulumu (*acetabulum*). Crijevna kost dorzalno se povezuje s križnim kralješcima.

Kod podreda Pleurodira zdjelični pojas znatno je više srastao s oklopom i to preko crijevne kosti dorzalno te stidne i sjedne kosti ventralno (HOFFSTETER i GASC, 1970.).

Kornjače se kreću pomoću dva para prsnih i dva para zdjeličnih udova. U svih kopnenih i slatkovodnih vrsta nalazimo po pet kandži na svim udovima, osim kod porodice Testudines kod kojih je pet kandži na prsnom udu, četiri na zdjeličnom udu, a kandže im služe za kopanje, pravljenje gnijezda te zakopavanje tijekom hibernacije. Kopnene kornjače imaju kratke zdepaste prste na prsnom udu, a udovi su prilagođeni hodanju. Kod njih se često javlja tromost mišića jer se udovi pokreću na način da se rotiraju u stranu. Udove kopnenih kornjača prekrivaju rožnate ploče ili ljuske. Slatkovodne kornjače imaju spljoštene udove i prste spojene plivaćom kožicom, a plivaju pomoću izmjeničnih udaraca poput veslanja. Mogu se kretati po dnu, a dio vremena provode i na obali. Morske kornjače imaju modificirane udove nalik perajama, kojima su se adaptirale na život u moru, a na svim udovima imaju po dvije kandže. Prsne udove koriste kao propelere, a zdjelične udove kao kormilo. Pri kretanju se oslanjaju na oklop te time postižu veliku brzinu i prevaljivanje velikih udaljenosti uz optimalnu potrošnju energije (WALKER, 1973.; SEYMOUR, 1982.; WYNEKEN i sur., 2008.; MATAŠIN i sur., 2007.).

U morskih kornjača lopatica je smještena dorzoventralno i spaja se s karapaksom u blizini prvog prsnog kralješka. Ventrolateralno formira dio ramenog zgloba te se uzglobljuje s humerusom u glenoidalnoj jami. Udovi su se adaptirali za plivanje i boravak u vodi jer je došlo do izduženja i proširenja prstiju. Rameni zglob nalazi se pod kutem od 20° kako bi se olakšalo zamahivanje udova te omogućilo brže kretanje u vodi. Iznad glave humerusa proteže se medijalni izdanak koji služi za prihvat abduktornih i ekstenzornih mišića važnih za plivanje. U kornjača roda *Dermochelys* humerus je izrazito ravan te je primarno građen od spužvastog koštanog tkiva (eng. cancellous bone), čvrstog koštanog tkiva (eng. cortical lamellar bone) i dobro vaskularizirane hrskavice na zglobnoj površini. ‚Distalni dio prsnog uda čine elementi sljedećih karpalnih kostiju: *os radiale, os intermedium, os ulnare, os centrale* i *os pisiform,* te produljene metakarpalne kosti i kosti prstiju (slika 1). Palčana kost (*os radiale*) i lakatna kost (*os ulnare*) su u morskih vrsta kratke, a u odraslih kornjača spojene fibroznim vezivnim tkivom. Stražnji, zdjelični udovi uzglobljuju se sa zdjelicom (*pelvis*) preko glave bedrene kosti (*femur*) koja ulazi u čašicu (*acetabulum*). Na proksimalnom dijelu femura nalazimo *trochanter major* i *trochanter minor* koji služe za prihvat mišića aduktora i retraktora. Bedrena kost *(femur*) je kratka kost te se proksimalno uzglobljuje s goljeničnom kosti (*tibia*) i lisnom kosti (*fibula*) koje su podjednake veličine. Tarzalne kosti (*ossa tarsi*)

čine dva reda kostiju koje su gotovo srasle (*os astragalus* i *os calcaneum*), a uzglobljuju se s metatarzalnim kostima (*ossa metatarsalia*). Zdjelični udovi također imaju pet prstiju (WYNEKEN, 2001.).



Slika 1. Distalni dio prsnog uda, ventralna strana, sedmopruga usminjača (*Dermochelys coriacea*) (WYNEKEN, 2001.).

2.3.1. GRAĐA OKLOPA

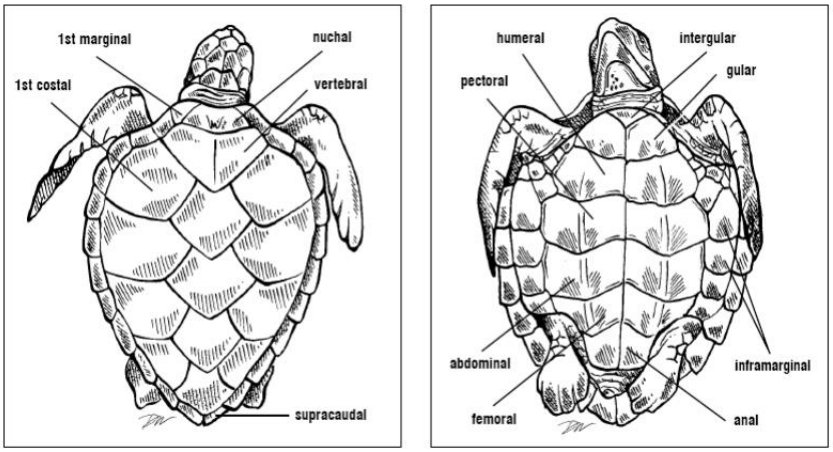
Oklop je građen od dva dijela: dorzalnog (*carapace*) i ventralnog (*plastron*) koji su međusobno spojeni koštanim mostovima. Oklop kornjače jedinstven je po tome što se sastoji od oko 50 kostiju. Dermalno okoštavanje predstavlja primitivnu osobinu kod kralježnjaka, dok oklop kornjača predstavlja ekstremni razvoj skeleta među tetrapodama (WYNEKEN i sur., 2008). Kornjačama oklop predstavlja fizičku zaštitu, ali pored toga obavlja i fiziološke funkcije u različitih vrsta, poput: hematopoeze, skladištenja vode, masti i otpadnih materijala te pH pufera. Način na koji se oklop formira danas se može pratiti tijekom razvoja kornjačinog embrija. U završnoj fazi razvija se vanjski sloj kože ili rožnati sloj koji obavija oklop te mu daje čvrstoću (WYNEKEN i sur., 2008; ZANGERL, 1969.). S prednje i stražnje strane oklopa nalaze se otvori koji omogućuju uvlačenje glave, uda i repa u slučaju opasnosti (MATAŠIN i sur., 2007.).

Karapaks se sastoji od 59 koštanih ploča, a od toga 38 je parnih i 12 ili 13 neparnih (ovisno postoji li ili ne postoji nadrepna kost). Plastron se sastoji od jedne neparne i osam parnih kostiju. Oblik i veličina kostiju ovisi o obliku oklopa i vrsti kornjače. Oklop se sastoji od 38 rožnatih ploča na karapaksu i 16 na plastronu. Razvija se puno prije nego što kosti oklopa osificiraju, a sam dermis ima veliku ulogu u formaciji rožnatih ploča (WYNEKEN i sur., 2008).

Plastron se, gledajući od prednje prema stražnjoj strani, sastoji od 9 koštanih ploča: parnog epiplastrona (*epiplastron*) u kojem su ugrađene parne ključne kosti (*claviculae*), neparnog entroplastrona (*entoplastron*) u kojem su ugrađene parne interklavikularne kosti (*interclaviculae*), parnog hioplastrona (*hyoplastron*) i ksifiplastrona (*xiphiplastron*) u kojima su ugrađeni dijelovi prsne kosti te od najkaudalnijeg parnog hioplastrona (*hypoplastron*). Oblik entoplastrona nekad se koristi kao ključna karakteristika u identifikaciji vrste (WYNEKEN, 2001.).

Sredinom karapaksa, duž leđa, pružaju se leđne ploče (*neuralia*) koje sraštaju s trnastim izdancima kralježaka, a s obje strane nalazimo niz ploča koje su srasle s rebrima i nazivaju se rebrene ploče (*costalia*). Rubom karapaksa pruža se niz od više perifernih koštanih ploča (*marginalia*) koje s donje strane graniče s plastronom. U sredini karapaksa nalazimo neparnu vratnu koštanu ploču (*nuchale*), a na suprotnoj strani nalazi se jedna ili dvije nadrepne koštane ploče (*supracaudale*) (MATAŠIN i sur., 2007.; WYNEKEN i sur., 2008.).

Na plastronu gotovo uvijek nalazimo šest pari (odnosno 12) širokih rožnatih ploča. To su redom: vratna ili "gularna", humeralna ili "podramena", pektoralna ili prsna, abdominalna ili trbušna, femoralna ili bedrena te analna rožnata ploča (slika 2) (MATAŠIN i sur., 2007.).



Slika 2. Rožnate koštane ploče karapaksa (lijevo) i plastrona (desno) (WYNEKEN, 2001.).

Koštani oklop sastavljen je od određenog broja koštanih ploča koje su poredane po utvrđenom rasporedu. Srastao je s tijelom, a otvor s kranijalne strane naziva se "pazušni otvor", dok se kaudalni otvor naziva "ingvinalni otvor". Prostor između rebara i koštanog dijela karapaksa nazivamo "fonatanelama" i ispunjene su kolagenim tkivom. Fontalele su tipične kod mladih jedinki te se zatvaraju tijekom ontogeneze. Prostor koji se razvija tijekom rasta i starenjem kornjače nazivamo "fenestrama". Iznad svake koštane ploče oklopa nalazi se odgovarajuća rožnata ploča. One se nikad u potpunosti ne podudaraju što oklopu daje dodatnu čvrstoću i mogućnost regeneracije. Rožnate ploče rastu proliferacijom keratina oko periferije usporedno s rastom kornjače te se periodično zadržavaju ili odbacuju. Kod nekih se vrsta rožnate ploče ili prstenovi rasta koriste za procjenu dobi jedinke. Pojedine vrste vodenih kornjača vremenom gube vanjske slojeve rožnatih ploča pa im vanjska površina oklopa postaje izuzetno glatka što je slučaj i u veoma starih kornjača (WYNEKEN i sur., 2008.).

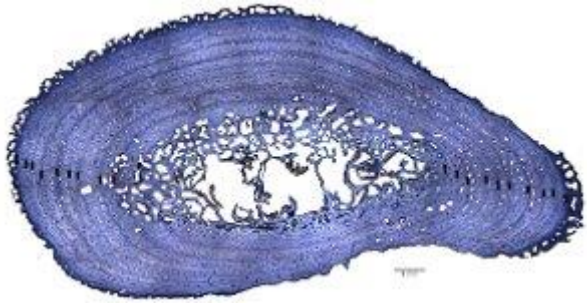
2.3.2. ODREĐIVANJE STAROSTI KORNJAČA

Na temelju oklopa i razlike u građi, boji, veličini te histologiji dugih kostiju danas možemo odrediti vrstu kornjače te procijeniti njihovu starost, porijeklo i način života.

Skeletokronologija je metoda korištena za procjenu dobi i rasta brojnih vrsta gmazova i vodozemaca. U strukturama kostiju, histološkim i morfološkim analizama, možemo puno saznati o njenom porijeklu te samim time procijeniti dob i vrsnu pripadnost. Kosti sadrže slojeve koji se formiraju kroz određeni vremenski period, a razlikuju se morfološki i po gustoći što ih čini prepoznatljivima. Histološkim presjekom kostiju uočavaju se homologni koncentrični krugovi. Tamni krugovi izmjenjuju se sa svijetlim krugovima, a predstavljaju određeno vrijeme ili period rasta životinje. Cementne koncenrične krugove nalazimo na rubovima histološkog preparata i nazivamo ih cementim linijama (LAG; eng. line of arrested growth). LAG-ove nalazimo unutar Haversovog sustava, razlikujući ih od kortikalne kosti, te u lamelarnom periostealnom taloženju sekundarne endostalne kosti. Smatra se da formacija LAG-a nema veze s metaboličkim promjenama kao ni sa sezonskim klimatskim promjenama (WYNEKEN i sur., 2008.).

U svom radu SCHAUBLE (1972.) zaključuje da kosti imaju puno veću mogućnost regeneracije u proljeće i rano ljeto kada su pod utjecajem toplog vremena i imaju veću dostupnost hrane. Tijekom hladnijeg vremena, u jesen i zimi, stupanj regeneracije je znatno manji.

U skeletokronologiji se koriste duge kosti jer su u njima LAG-ovi najbolje vidljivi, a najidelanija je nadlaktična kost (*humerus*) (slika 3). Nakon izdvajanja humerusa od uda s humerusa se odstrane mišići, a kost se prokuha i suši na zraku najmanje dva tjedna. Humerus se presjeca na mjestu deltoidnog izdanka jer je na tom mjestu najveći omjer kortikalnog i spužvastog koštanog tkiva. Koristeći pilu, s tog mjesta ispili se dio kosti debljine 2-3 mm, a zatim se taj koštani isječak fiksira u 10%-tnom formalinu i dekalcificira korištenjem komercijalne otopine za dekalcifikaciju. Vrijeme dekalcifikacije varira od veličine kosti do jačine otopine, obično između 12 i 36 sati. Nakon dekalcifikacije na mikrotomu se izrežu poprečni isječci veličine 25 µm koji se zatim oboje Erlichovim hematoksilinom razrijeđenim destiliranom vodom u omjeru 1:1 te se uklope u 100%-tni glicerin (SNOVER i HOHN, 2004.).



Slika 3. Histološki preparat presjeka humerusa glavate želve (*Caretta caretta*) s vidljivim LAG-ovima (debele crne linije) (National Sea Turtle Aging Laboratory); preuzeto s https://www.st.nmfs.noaa.gov/protected-species-science/Assessments-and-Taxa/turtles

(27. 08. 2018.)

Starost mnogih vrsta kornjača može se odrediti i po zonama rasta rožnatih ploča na karapaksu ili plastronu. Rožnate ploče na oklopu rastu proliferacijom keratina oko periferije te se rastom samog oklopa formiraju novi prstenovi ili zone rasta na rubu rožnatih ploča. "Areola" je centar rožnate ploče tek izlegnutog mladunca i oko nje se formiraju novi prstenovi svake sezone ili godine (WYNEKEN i sur., 2008.). Brojanje zona rasta rožnatih ploča na plastronu ili karapaksu danas je primarna metoda u određivanju starosti kopnenih i slatkovodnih kornjača, a skeletokronologija ostaje primarna metoda kod morskih kornjača (CURTIN, 2006.; TUCKER, 2001.).

2.4. DIŠNI SUSTAV KORNJAČA

Kroz pažljiva i iscrpna istraživanja današnjih kornjača i fosila, danas bolje razumijemo kako kornjače dišu i kako je tekao evolucijski proces formiranja jedinstvenog respiratornog sustava kornjača. Respiratorni sustav kornjača koji danas poznajemo razvio se već kod *Eunotosaurus africanusa*, najstarijeg fosila i pretka današnjih kornjača. *Eunotosaurus africanus* je fosil koji je živio prije 260 milijuna godina. Dijeli mnoge sličnosti s današnjim kornjačama, ali nije posjedovao oklop, koji se pojavio tek 50 milijuna godina kasnije (slika 4) (LYSON i sur., 2014.).



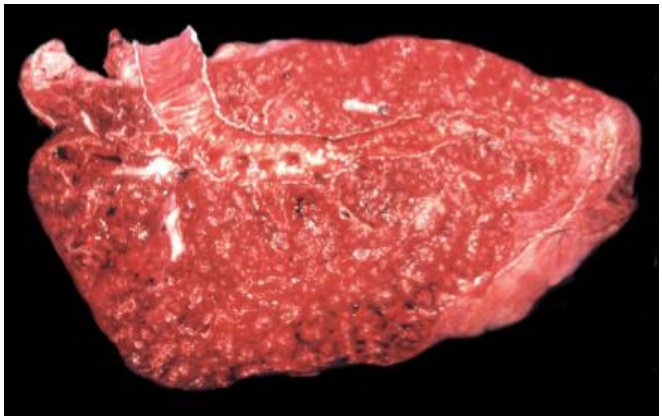
Slika 4. *Eunotosaurus africanus* (lijevo) i *Pelusios niger* (desno) (LYSON i sur., 2014.)

Dišni sustav anatomski i fiziološki prilagođen je načinu života kornjače (vodene i kopnene). Pri disanju, imajući na umu da je većina dišnog sustava smještena unutar oklopa, sudjeluju hioidna kost, pojedini mišići, pokreti glave i udova (HERAK-PERKOVIĆ i sur., 2012.). Kako bi preživjeli na kopnu gmazovi su razvili kožu nepropusnu za vodu da bi se zaštitili od isušivanja. Kornjače mogu ostvariti izmjenu plinova preko kože, ali disanje nije potpuno ostvarivo bez pluća (MATAŠIN i sur., 2007.).

Dišni sustav kornjača započinje nosnim otvorima (nozdrvama) te se zrak kroz njih usmjerava prema *glottisu*, ulazu u grkljan koji se nalazi iza jezika. Dušnik (*trachea*) je u kornjača građen od potpunih hrskavičnih prstena, a račva se u glavne bronhe (*bronchi principales*) koji dovode zrak u pluća.

Kornjače imaju mnogokomorna pluća koja su spužvaste građe zbog mreža faveola (komorica) koje predstavljaju osnovne respiratorne jedinice. Faveole se razlikuju od alveola u sisavaca jer se ne nalaze na kraju razgranatog trahealnog sustava već se otvaraju u zajedničku središnju komoru. Parenhim pluća ima izgled pčelinjeg saća, a oblikuju ga bronhi (primarni, sekundarni

i tercijarni bronhi).Tercijarni bronhi vode do faveola..Bronhi su prekriveni pseudostratificiranim epitelom koji se sastoji od cilijarnih, mukoznih, bazalnih i endokrinih stanica. U lamini proprii bronha može se primijetiti hijalina hrskavica. Površina primarnog bronha obložena je s dvije vrste epitelnih stanica: skvamozne stanice s debljim središnjim područjem (pneumociti tipa I s kratkim mikrovilima) i kubične stanice koje sadrže citoplazmatske granule (pneumociti tipa II s dugim mikrovilima). Ovo je tipični epitel koji nalazimo u području izmjene plinova (PASTOR i sur., 1988.). Udahnuti zrak putuje dušnikom u pluća i raspršuje se u okolne faveole. Kapilare koje okružuju faveole primaju kisik i otpuštaju ugljikov dioksid (KARDONG, 2012.). Pluća su čvrsto pričvršćena za karapaks i spužvaste su građe (slika 5). Relativno su tanka i membranozne strukture s relativno malo parenhima. Na presjeku pluća podsjećaju na pčelinje saće i ružičaste su boje (INNIS, 2008.).



Slika 5.Longitudinalni presjek pluća kornjače s vidljivom spužvastom građom (WYNEKEN, 2001.).

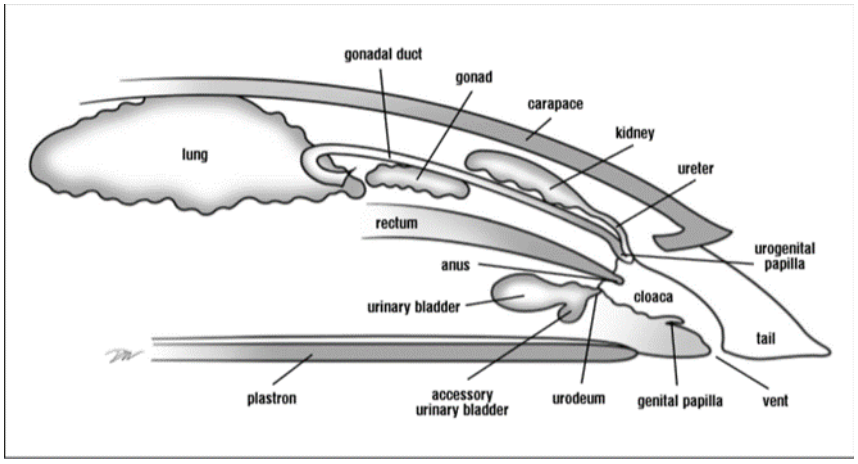
U ranom razvoju kornjače postupno se razvija oklop što uzrokuje podjelu funkcije između rebara i abdominalnih dišnih mišića. Kako se rebra stapaju s oklopom postala su nedjelotvorna za disanje stoga su pojedini mišići postali specijalizirani za tu ulogu (LYSON i sur., 2014.).

U disanju sudjeluju *m. transversus abdominis, m. obliquus abdominis, m. serratus, m. transversus thoracis, m. pulmonalis*. Kornjače nemaju razvijen ošit, ali imaju jedinstvenu tjelesnu šupljinu (celom) čiji volumen djeluje na tlak u samoj šupljini i u plućima. Kontrakcije *m. transversusa* iniciraju izdisaj potiskivajući ventralno smještenu utrobu na dorzalno smještena pluća povečavajući intrapulmonalni tlak. Udisaj izazivaju kontrakcije *m. obliquus abdominisa* na način da povlače *m. transversus* i peritoneum kaudoventralno s posljedičnim

smanjenjem intrapulmonalnog tlaka (LYSON i sur., 2014.). U nekih vodenih kornjača, u području kloake, razvile su se šuplje strukture koje mogu sudjelovati u izmjeni plinova te na taj način apsorbirati kisik što im omogućuje dulji ostanak pod vodom (KING i HEATWOLE, 1994.). Također, izmjena plinova u vodenih kornjača moguća je preko kože i ždrijela (STONE i sur,. 1992.).

4.5. MOKRAĆNI I SPOLNI SUSTAV KORNJAČA

Mokraćni i spolni sustav u kornjača kao i u ostalih gmazova su odvojeni. Mokraćni sustav gmazova sličan je onome u sisavaca (MADER, 2013.). Mokraćni sustav kornjače uključuje bubrege (*nephri*), mokraćovode (*ureteres*) i mokraćni mjehur (*vesica urinaria*) koji je oblikovan kao izvratak kloake i nije povezan s mokraćovodom (slika 6) (MADER, 2013.; KARDONG, 2012.).



Slika 6. Shematski prikaz mokraćnog sustava kornjače (WYNEKEN, 2001.).

Pravi bubreg (*metanephros*) u potpunosti je odvojen od spolnog sustava i čini dio mokraćnog sustava gmazova (KARDONG, 2012.).

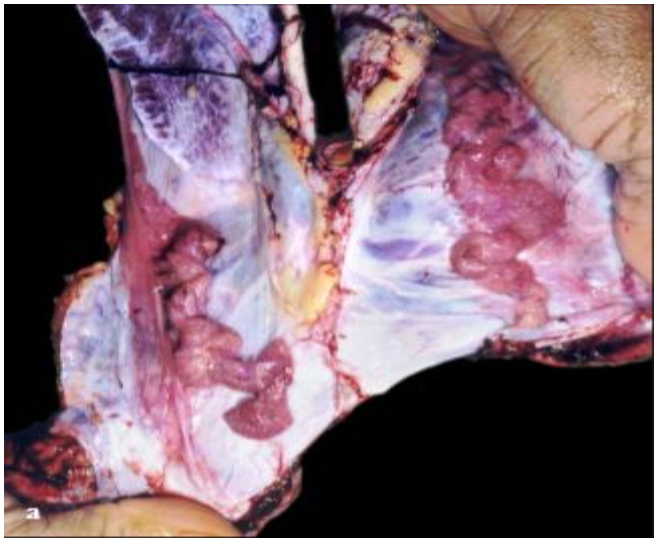
Metanefros nastaje od dvije primordijalne tvorbe: mokraćovodnog pupoljka, koji je izdanak kanala mezonefrosa i metanefrosnog blastema (kaudalni kraj mokraćnog nabora) (MCGEADY i sur., 2013.). Za razliku od bubrega kod sisavaca, bubrezi kornjače su veliki i plosnati, režnjevite građe te su smješteni ispod karapaksa (KARDONG 2012.). Osnovna građevna jedinica bubrega je nefron, a sastoji se od bubrežne kapice (Bowmanova čahura), proksimalnog zavijenog kanalića, srednjeg segmenta koji se dijeli u proksimalni nesekretorni

segment i distalni segment koji luči sluz, distalnog zavijenog kanalića i sabirnih cjevčica. Bowmanova čahura se lako identificira po skvamoznom epitelu, a spaja se s proksimalnim zavijenim kanalićem. Nadalje, proksimalni zavijeni kanalić nastavlja se u uski, kratki srednji segment (za razliku od sisavaca koji imaju produženi srednji segment jer imaju Henleovu petlju) te u distalne zavijene kanaliće koji završavaju u sabirnim cjevčicama. Površina proksimalnog kanalića sadrži mnogo mikrovila koji formiraju rubnu granicu nalik četki te ga to čini karakterističnim. Distalni zavijeni kanalić obložen je kubičnim stanicama koje su prekrivene kratkim mikrovilima (SOLOMON, 1984.).

Produkti reproduktivnog i ekskretornog sustava prazne se u zajednički urogenitalni sinus, kloaku. Kloaka je završni dio probavnog, mokraćnog i spolnog sustava, a podijeljena je u tri dijela: koprodeum, urodeum i proktodeum (HERAK-PERKOVIĆ i sur. 2012.). Primarni mokraćni mjehur prazni se u kranijalnom dijelu kloake. S obje strane kloake nalaze se dodatni mokraćni mjehuri. Produkti mokraćnog sustava kao i genitalnog ulijevaju se urodeumom. Ova anatomska struktura ima značaj kod urinarne dijagnostike jer sadržaj iz gastrointestinalnog trakta prvo prolazi kroz koprodeum, miješa se s mokraćnim u urodeumu i naposlijetku izlazi iz proktodeuma. Kroz urodeum se produkti bubrega ulijevaju u mokraćni mjehur, koji u nekih kornjača ima ulogu pohrane vode, a u nekih pohranu kisika za vrijeme hibernacije. Bubrezi gmazova nemaju Henleovu petlju stoga ne mogu koncentrirati urin. Za izlučivanje amonijaka i uree treba mnogo tekućine, što je moguće postići jedino u vodenih vrsta. Kopnene vrste, koje nemaju na raspolaganju velike količine vode, stvaraju mnoštvo neotopljenih produkata, kao što su kiselina i soli urata koje poluotopljene izbacuju iz tijela (HERAK-PERKOVIĆ i sur. 2012.). Neke vrste gmazova, uključujući sve vrste morskih kornjača koje piju morsku vodu za održavanje ukupne količine vode u tijelu, posjeduju žlijezde za izlučivanje prevelike količine soli (MADER, 2013.; KARDONG 2012.).

Reproduktivni sustav ženki kornjača čine jajnici (*ovarium*) koji su smješteni u stražnjem dijelu jedinstvene tjelesne šupljine između pluća i bubrega, jajovodi (*tuba uterina*) i susprenzorni ligamenti (*mesoovarium, mesotubarium, mesosalpinx*). U odraslih ženki jajnici su ružičaste boje i zrnate površine, a kod mladunaca ih teško razlikujemo od testisa. Međutim, vezanost mesovariuma za rub jajnika te nedostatak sjemenovoda upućuje nas na to da je ta gonada jajnik. Jajnik je pričvršćen mesovariumom za peritoneum koji priliježe na bubreg. Ne postoje kanali koji izravno povezuju jajnik sa jajovodom. Jajovod je podijeljen u pet dijelova: *infudibulum, magnum, isthmus, uterus* i *vagina*. *Infudibulum* je prednji, ljevkasto prošireni dio s otvorom koji na svojem početku ima fimbriae. Pretpostavlja se da se oplodnja odvija već

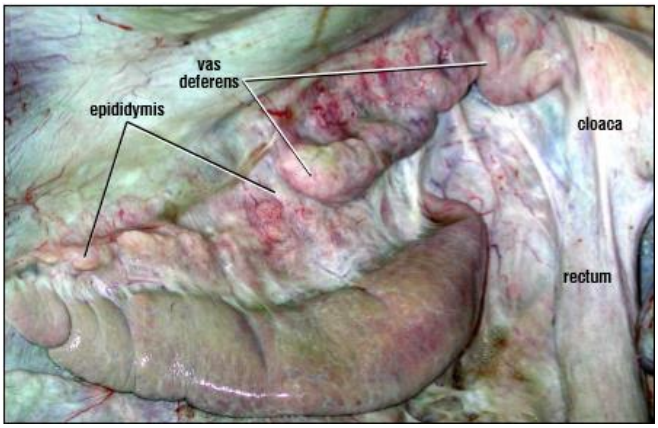
u prednjem proširenom dijelu jajovoda. *Magnum* je najduži dio jajovoda u kornjača. Izdužen je s tankim stijenkama, izrazito vijugav te čini nabore. *Uterus* je dio u kojem se nalaze žlijezde koje formiraju ljusku jajeta prilikom njegovog prolaska kroz jajavod. *Vagina* je stražnji dio jajovoda, a građena je od poprečnih i kružnih glatkih mišića te formira sfinkter na prijelazu u kloaku.



Slika 7. Jajnik i suspenzorni ligament (*mesotubarium*) spolno nezrele kornjače (WYNEKEN, 2001.)

Kada se ženke približe spolnoj zrelosti pojedini folikuli se povećavaju i počinju stvarati svjetložućkasti žumanjak. U spolno zrelih ženki zreli folikuli nakupljaju se uzduž prednje površine jajnika, a nezreli folikuli koncentrirani su u stražnjoj trećini. Spolno zrele ženke koje su se prethodno već gnijezdile imat će veće folikule promjera 2-3 cm te ožiljke od prethodno ovuliranih folikula koje nazivamo bijelo tijelo *(corpora albican*s). Nedavno ovulirani folikuli ostavljaju aktivne ožiljke koje nazivamo žuta tijela (*corpus luteum*). Žuto tijelo postaje bijelo tijelo prestankom izlučivanja progesterona. Starost bijelog tijela teško je odrediti, ali obično su veći nastali kasnije od manjih. Znajući ovo, lako možemo odrediti da li se kornjača već gnijezdila. Pretpostavlja se da infudibulum kruži oko površine jajnika i sakuplja ovulirane folikule. Oplodnja se odvija već u prednjem dijelu infudibuluma, a zatim folikuli putuju od nežlijezdanog dijela do magnuma u kojem ih obaviju slojevi bjelanca. Nakon otprilike tri dana folikuli prolaze kroz dio u kojem se nalaze žlijezde koje izlučuju bjelančevine, ugljikohidratne ljuskine membrane i aragonitne sastojke ljuske. Kalcifikacija ljuske traje 6-7 dana. Jaja dolaze do vagine gdje se zadržavaju do polaganja. Tijekom polaganja stražnji dio jajovoda omogućuje prolazak jaja do kloake i kroz kloakalni otvor u gnijezdo (WYNEKEN, 2001.).

Reproduktivni sustav mužjaka čine parni testisi, nuzjaje (*epididymis*), sjemenovodi (*ductus deferens*), suspenzorni ligamenti (*mesoorchium*) (slika 8) i muški kopulacijski organ (*penis*). Testisi se nalaze u stražnjem dijelu tjelesne šupljine, između pluća i bubrega, dugi su, ovalni i žuti, a u nekih vrsta mogu biti sivi ili ružičasti. Sperma, koja se proizvodi u testisima, prosljeđuje se do nuzjaja odvodnim kanalićima koji su smješteni lateralno od testisa. Iz nuzjaja sperma se sjemenovodima luči izravno u kloaku te korijen penisa. Sjemenovodi su uske i zavijene cijevi te su zajedno s nuzjajima ostaci mezonefrosa (HYMAN, 1949.) Penis je smješten u donjem dijelu kloake i sastoji se od dva para dobro prokrvljenog fibroznog tkiva (*corpra cavenorsum*) podijeljenog po sredini središnjim žlijebom kroz koje prolazi sjeme i uretralnog otvora (MATAŠIN i sur., 2007.; WYNEKEN, 2001.).



Slika 8. Nuzjaja (*epididymis*), sjemenovodi (*vas deferens*) i testisi u odrasle kornjače tijekom sezone parenja (WYNEKEN, 2001.).

Testisi, nuzjaja i sjemenovodi mijenjaju veličinu i oblik ovisno o rastu i starosti životinje te sezoni parenja. U spolno zrelih mužjaka testisi su često duplo veći od njihova promjera i glatke su površine (WYNEKEN, 2001.). Kloaka je manja nego u ženki. Urodeum u mužjaka je manji i prima dva odvodna kanala (sjemenovode) umjesto jajnika. Ureteri i sjemenovodi otvaraju se na malim papilama u bočnim dijelovima urodeuma (HYMAN, 1949.).

Poznavanje histološke građe spolnog sustava bitan je element za shvaćanje funkcije spolnih žlijezda, a može nam pomoći i u određivanju spola kod mladih kornjača. Histološki, testisi su građeni od niza sjemenih kanalića s germinativnim stanicama koje se razvijaju u spermatozoide te sa spolnom zrelošću kornjače ulaze u pukotinasti prostor (*rete testis*). Testisi su obavijeni vezivnotkivnom čahurom, a dio te čahure ulazi u unutrašnjost testisa te ga dijeli na režnjiće dok je parenhim oblikovan zavinutim sjemenim kanalićima. Sjemeni kanalići građeni su od kubičnog epitela koji sadrži Sertolijeve stanice. Nuzjaja (*epididymis*) su građena

od kubičnog epitela, a intersticij sadrži vezivno tkivo i fibroblaste. U bazalnom djelu nuzjaja postoji fibrovaskularno vezivno tkivo koje ga povezuje s parenhimom testisa.

Jajnici su obavijeni tankom čahurom sastavljenom od vezivnog tkiva, a parenhim jajnika sastoji se od kore i srži. Koru jajnika formira jednoslojni kubični epitel, a srž pločasti epitel, vezivno tkivo i krvne žile. Jajovod oblaže sluznica koju formira cilindričan epitel sastavljen od izduženih stanica. Submukoza se sastoji od vezivnog tkiva sastavljenog od kolagenih vlakana i fibroblasta (SANCHEZ-OSPINA i sur., 2014.).

3. RASPRAVA

Oklop kornjača evolucijska je novina koja karakterizira cijeli rod Chelonia. Predstavlja fizičku zaštitu, ali ima i veliku ulogu u fiziološkim funkcijama poput: hematopoeze, skladištenja vode, masti i otpadnih tvari (WYNEKEN i sur., 2008.). Oklop se počinje razvijati već tijekom embrionalnog razvoja u jajetu. Sve kornjače izlegnu se s mekim oklopom koji se stvrdne kroz nekoliko dana, ovisno o vanjskoj temperaturi (MATAŠIN i sur., 2007.; WYNEKEN i sur., 2008.). Sastoji se od dorzalnog dijela (karapaks) i ventralnog dijela (plastron) koji su postrance spojeni "mostom". Oklop je formiran od koštanih ploča (dermalne kosti), modificiranog prsnog i zdjeličnog pojasa, prsnih kralježaka, rebara i abdominalnih rebara (*gastralia*). Izvana je prekriven rožnatim pločama (ZANGERL, 1970.). Terminologija rožnatih i dermalnih koštanih ploča bitna je za veterinare kako bi lakše opisali mjesto ozljede ili operativnog zahvata te za identifikaciju vrste kornjača. Rožnate ploče dobro su inervirane te u slučaju povrede krvare, a broj ploča ovisi o vrsti (HOFFSTETTER i GASC, 1970.).

Prema mikroskopskoj strukturi kostiju možemo odrediti životni vijek životinje i stopu rasta. Budući da se ovi čimbenici razlikuju među različitim skupinama kralježnjaka, odgovarajuće varijacije i specijalizacije pojavljuju se u njihovim koštanim tkivima (ENLOW, 1969.). U kornjača razlikujemo nekoliko metoda za procjenu stope rasta i procjene njihove dobi, a upravo iz struktura kostiju možemo saznati puno o njenom porijeklu. Na histološkim presjecima kostiju uočavaju se cementne linije (LAG) koje predstavljaju period rasta životinje. Formacija LAG-a nije povezana s metaboličkim promjenama kao ni sa sezonskim klimatskim promjenama (WYNEKEN i sur., 2008.). Za većinu slatkovodnih i kopnenih kornjača brojanje zona rasta rožnatih ploča je primarna metoda određivanja dobi životinje, a najveća prednost joj je što se primjenjuje na živim životinjama (GERMANO i BURY, 1998.). Broj prstenova rasta ne mora nužno odgovarati pravoj dobi životinje jer može doći do neočekivanih promjena zbog promjene u opskrbi hranom (kvalitativno i kvantitativno), sezonskih klimatskih promjena te hibernacije (ENLOW, 1969.). Prednost skeletokronologije nad brojanjem zona rasta rožnatih ploča javlja se kod starijih odraslih životinja jer se prestankom rasta životinje zone rasta ne mogu razlikovati na rožnatim pločama, stoga se one mogu procijenjivati u mlađoj dobi (WILSON i sur., 2003.).

U reproduktivni sustav kornjača ubrajamo spolne žlijezde: testise (*testes*) i jajnike (*ovarium*), pripadajuće kanaliće za prijenos sperme: nuzjaja (*epididymis*), sjemenovodi (*ductus deferens*),

a za prijenos jajne stanice i jaja jajovodi (*tuba uterina*) te kloaka koja sadrži klitoris u ženki i penis u mužjaka i povezane strukture (WYNEKEN i sur., 2008.). U mokraćni sustav ubrajamo: bubrege (*nephri*), mokraćovode (*ureteres*) i mokraćni mjehur (*vesica urinaria*) koji je oblikovan kao izvrtak kloake (WYNEKEN, 2001.). Poznavanje anatomije spolnog sustava bitan je element za shvaćanje strukture i funkcije spolnih žlijezda, a također je koristan vodič veterinarima u *post mortem* pregledima raznih vrsta kornjača. Nadalje, poznavanje anatomije mokraćnog i spolnog sustava od velike je koristi u kliničkoj praksi gmazova, kao i samom poboljšanju uzgoja kornjača (GBADEBO i sur., 2014.).

Kako bi preživjeli na kopnu, gmazovi su razvili kožu nepropusnu za vodu kako bi se zaštitili od isušivanja, međutim disanje nije potpuno ostvarivo bez pluća. Kornjače su, u usporedbi s ostalim gmazovima, osobito vješte u zadržavanju daha. Prilagodbe koje su povezane s tom vještinom uključuju toleranciju hipoksije, veliki volumen pluća koji omogućuje brzu i opsežnu izmjenu plinova te promjene u ponašanju kao što je estivacija (WYNEKEN i sur., 2008.). Dišni sustav je anatomski prilagođen načinu života vodenih i kopnenih kornjača. Sastoji se od malih nosnih otvora na glavi, nosne šupljine, glotisa, dušnika i pluća.. Kako bi se održale na vodi i podizale iz dubine prema površini vode kornjače su razvile jedinstveni respiratorni mehanizam u kojem je promjena tlaka usko povezana s pokretima oklopa. Osnovnu respiratornu jedinicu čine faveole, koje se, za razliku od alveola u sisavaca, ne nalaze na kraju razgranatog trahealnog sustava već se otvaraju u zajedničku središnju komoru (MATAŠIN i sur., 2007.; KARDONG, 2012).

4. ZAKLJUČAK

1. Kornjače imaju tipičnu anapsidnu lubanju (bez sljepoočnih jama), nemaju zube već keratinizirane "zubne" ploče koje im omogućuju snažan ugriz.

2. Glavna karakteristika kornjača je njihov oklop koji se sastoji od dorzalnog dijela karapaksa (carapace) i ventralnog dijela plastrona (plastron).

3. Koštani oklop sastavljen je od koštanih ploča iznad kojih se nalaze rožnate ploče, a brojanje zona rasta rožnatih ploča danas je primarna metoda za određivanje starosti kopnenih i slatkovodnih kornjača, a broj zona rasta ovisi o uvjetima držanja, hranidbi, vanjskoj temperaturi i hibernaciji.

4. Skeletokronologijom dugih kostiju možemo procijeniti dob i rast kornjača i to je primarna metoda procjene stope rasta i dobi u starijih odraslih kornjača.

5. Respiratorni sustav današnjih kornjača razvio se još prije 260 milijuna godina te je anatomski prilagođen načinu života kornjača (vodenih i kopnenih).

6. Širenjem rebara i stapanjem s oklopom pojedini mišići su preuzeli ulogu u disanju.

7. Dio mokraćnog sustava gmazova čini pravi bubreg (metanephros), a nastaje od dvije primordijalne tvorbe: mokraćovodnog pupoljka i metanefrosnog blastema.

8. Bubrezi gmazova nemaju Heneovu petlju stoga ne mogu koncentrirati urin.

9. Na temelju veličine folikula i ožiljaka prethodno ovuliranih folikula (bijelo tijelo) s lakoćom možemo odrediti je li se kornjača već gnijezdila.

5. LITERATURA:

1. ANON (2013): Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine 144/2013.

2. BELLAIRS, A. (1969a): The life of reptiles. Vol. 2. London: Weidenfeld and Nicolson. Growth, age and regeneration, pp. 458-488.

3. BELLAIRS, A. (1969b): The life of reptiles. Vol. 1. London: Weidenfeld and Nicolson. Body form, skeleton and locomotion, pp. 44-116.

4. COGGER H. G., R. G. ZWEIFEL (1998): Encyclopedia of reptiles and amphibians, ed 2, San Francisco, Fog City Press.

5. CURTIN, A. J. (2006): Bone growth strategies and skeletochronological age estimation in Desert tortoise (*Gopherus aagssizii*) populations, Ph.D., dissertation, Drexel University, Philadelphia.

6. ENLOW, D. H. (1969): The bone od reptiles. U: C.Gans (Ed.), Biology od reptilia. Vol. 1, Morphology A. London: Academic Press, pp. 45-77.

7. EVANS, H. E. (1986): Reptiles-Introduction and anatomy. U: M.E. Fowler (Ed), Zoo and wild animal medicine. 2nd edn. Philadelphia: WB Saunders, 108-132.

8. GBADEBO, O. S., O. M. OLUGBENGA, O. B. OLUSIJI (2014): Anatomy of the male reproductive organs of the african sideneck turtle (*Pelusios castaneus*). Anat. J. Africa, 3(3), 380-385.

9. GERMANO, D. J., R. B. BURY (1998): Age determination in turtles: Evidence of anual deposition of scute rings. Chel. Cons. Biol., 3, 123-132.

10. HERAK-PERKOVIĆ V., Ž. GRABAREVIĆ, J. KOS (2012): Veterinarski priručnik. 6. izdanje, Zagreb: Medicinska naklada.

11. HOFFSTETTER, R., J. P. GASC (1970): Vertebrae and ribs of modern reptiles. U: C. Gans (Ed.), Biology of the reptilia. Vol. 1, Morphology A. London: Academic Press, pp. 201-302.

12. HYMAN, L. H. (1949): Comparative vertebrate anatomy, Ninth edition, The University of Chicago Press. Chicago, Illinois, U.S.A., pp. 49-89 and 407-416.

13. INNIS C. (2008): Chelonian necropsy: anatomy and common findings. NAVC conference, New England, Aquarium Bostonn MA, 2008.

14. KARDONG, K. V. (2012): Vertebrates; Comparative anatomy, functions,evolution, Sixth edition, NY 10020, McGraw-Hill.

15. KING, G. (1996): Reptiles and herbivory. London: Chapman & Hall. Turtles and tortoises, pp. 47-60.

16. KING, P., H. HEATWOLE (1994): Partitioning of aquatic oxygen uptake among different respiratory surfaces in freely diving pleurodian turtle. Elseya latisternum. Copela, 1994(3), 802-806.

17. KLETEČKI, E. (2006): Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Tvrtković, N., Ur). Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, Zagreb, p. 70.

18. LYSON, T. R., E. R. SCHACHNER, J. BOTHA-BRINK, T. M. SCHEYER, M. LAMBERTZ, G. S. BEVER, B. RUBIDGE, K. DE QUEIROZ (2014): Origin of the unique ventilatory apparatus of turtles. Nat. Commun. 5, 5211.

19. MADER, D. (2013): Reptilian urinary system: Clinical evaluation. Marathon Veterinary Hospital, 5001 Overseas Hwy., Marathon, FL 33050 USA.

20. MATAŠIN, Ž., I. TLAK-GAJGER, M. MITROVIĆ (2007): Slobodno živuće kornjače na području Republike Hrvatske, svezak 2-3, Zagreb, str. 85-150.

21. MATTISON, C. (2008): Turtles and Tortoises. Firefly Encyclopedia of Reptiles and Amphibians, 2nd Edition. Firefly Books (U.S.) Inc. Buffalo, New York, pp. 118-137.

22. MCGEADY, T. A., P. J. QUINN, E. S. FITZPATRICK, M. T. RYAN (2013): Veterinarska embriologija (Ur. Zobunđija, M., K. Babić, V. Gjurčević Kantura, Z. Kozarić). Jastrebarsko, Naklada slap, str. 234-235.

23. O'MALLEY, B. (2005): Tortoises and turtles. U: Clinical anatomy and physiology of exotic species, structure and function of mammal, birds, reptiles and amphibians, Toronto, pp. 41-56.

24. PASTOR, L. M., J. BALESTA, M. T. CASTELLS, R. PEREZ-TOMAS, J. A. MARIN, J. F. MADRID (1988): A microscopic study of the lung of *Testudo graeca* (Chelonia). Department of Cell Biology, Section of Histology and General Embryology, Medical school, University of Murcia, Murcia, Spain. J. Anat., 164, pp.19-39.

25. POUGH, F. H., R. M. ANDREW, J. E. CADLE, M. L. CRUMP, A. H. SAVITSKY, K. D. WELLS (1998): Herpetology. Englewwod Cliffs, N.J: Prentice Hall. Classification and diversity of extant reptiles, 75-133.

26. POUGH, F. H., C. M. JANIS, J. B. HEISER (2002): Vertebrate life, 6th edn. Englewood Cliffs, N. J: Prentice Hall. Turles, pp. 270-294.

27. SANCHEZ-OSPINA, A. C., B. RODRIGUEZ, C. P. CEBALLOS (2014): Histological description of the reproductive system of male and female hatchlings of the Magdalena River turtle (Podocnemis lewyana). Acta biol. Colomb., 19(3), 427-435.

28. SCHAUBLE, M. K. (1972.): Seasonal variation of newt forelimb regeneration under controlled enviromental conditions, J. Exp. Zool., 181, 281-286.

29. SEYMOUR, R. S. (1982.): Physiological adaptations o aquatic life. U: C. Gans (Ed.), Biology of the reptilia. Vol. 2, Morphology B. London: Academic Press, 1-93.

30. SNOVER, M. L., A. A. HOHN (2004): Validation and interpretation of anual skeletal marks in loggerhead (*Caretta caretta*) and Kemp's ridley (*Lepidochelys kempii*) sea turtles, Fish. Bull., 102, 682-692.

31. SOLOMON, S. E. (1984): The morphology of the kidney of the green turtle (*Chelonia mydas* L.). Department of veterinary anatomy, University of Glasgow veterinary school, Bearsden road, Bearsden, Glasgow G61 1QH, Scotland. J. Anat., 140, 3, pp. 355-369.

32. STONE, P. A., J. L. DOBBIE, R. P. HENRY (1992): Cutaneoussurface area and bimodal respiration in soft-shelled (*Trionyx spiniferus*), stinkpot (*Sternotherus odoratus*) and mud turtles (*Kinosternon subrubrum*). Physiol. Zool. 65, 311-330.

33. SWINGLAND, I. R., D. STUBBS (1985): The ecology of Mediteranian tortoise (*Testudo hermani*): Reproduction. J. Zool. 4, 595-610.

34. TUCKER, A. D., D. BRODERICK, L. KAMPE (2001): Age estimation of *Eretmochelys imbricata* by schlerochronology of carapacial scutes, Chel. Cons. Biol., 4, 219-222.

35. WALKER, W. F. (1973.): The locomotor aparatus of testudines. U: C. Gans i W.R. Dawson (Eds.), Biology of the reptilia. Vol. 4, Morphology D. London: Academic Press, pp. 1-99.

36. WILSON, D. S., C. R. TRACY, C. R. TRACY (2003): Estimating age of turtles from growth rings: A critical evaluation of the tehnique, Herpet. 5, 178-194.

37. WYNEKEN, J. (2001.): The anatomy of sea turtles. U.S. Department of commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, pp. 1-172.

38. WYNEKEN, J., M. H. GODFREY, V. BELLS (2008): Biology of turtles. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, Florida, U.S.A, pp. 1-163.

39. ZANGERL, R. (1969): The turtle shell, The Biology of the reptilia, Vol. 1, C. Gans and A. d´A. Bellairs (Eds.), New York: Academic Press, 311-319.

6. SAŽETAK

Kornjače (Testudines ili Chelonia) su najstariji živući gmazovi na Zemlji, a danas je poznato oko 330 različitih vrsta od kojih je šest zabilježeno u Hrvatskoj. S obzirom na mogućnost sagibanja vrata dijelimo ih na: krijovratke (Cryptodira) i vijovratke (Pleurodira).

S obzirom na uvjete života kornjače dijelimo na kopnene, slatkovodne i morske kornjače. Kopnene vrste većinom su biljojedi, a slatkovodne i morske mesojedi i svejedi. Kopnene kornjače imaju zdepaste noge prilagođene hodanju, vodene imaju prste spojene plivaćim kožicama, a morske su se kornjače adaptirale životu na moru te imaju razvijene udove koji nalikuju ,perajama.

Oklop kornjačama predstavlja fizičku zaštitu, ali obavlja i fiziološke funkcije. Građen je od dva dijela: dorzalnog (*carapace*) i ventralnog (*plastron*). Sa prednje i stražnje strane nalaze se otvori za uvlačenje glave, udova i repa u slučaju opasnosti. Na temelju građe, boje, veličine oklopa, te histologije dugih kostiju, danas procjenjujemo njihovu starost, porijeklo i način života. Metode koje se koriste u tu svrhu su skeletokronologija i brojanje zona rasta rožnatih ploča na plastronu i karapaksu.

Razvojem kornjača razvijao se i dišni sustav pa je on danas anatomski i fiziološki prilagođen načinu života kornjače (vodene i kopnene). Dišni sustav smješten je unutar oklopa, a ulogu disanja još u ranom razvoju tijela preuzimaju pojedini mišići. Za razliku od sisavaca osnovnu respiratornu jedinicu predstavljaju faveole.

Mokraćni i spolni sustav u kornjača kao i u ostalih gmazova su odvojeni. Produkti reproduktivnog i mokraćnog sustava prazne se u kloaku. Muški spolni sustav kornjača služi za proizvodnju muških spolnih stanica i sastoji se od testisa, ekskrecijskih kanalića te kopulatornog organa, a ženski spolni sustav od jajnika i jajovoda.

Ključne riječi: kornjače, skeletni sustav, oklop, dišni sustav, mokraćni i spolni sustav

7. SUMMARY

The morphological characteristics of certain tissues and organs in the turtle

Turtles (*Testudines* or *Chelonia*) are the oldest living reptiles on Earth, and today there are about 330 different species known, six of which are recorded in Croatia. Given the possibility of sagging the neck, we divide them into: hidden-neck (Cryptodira) turtles and sideneck (Pleurodira) turtles .

Considering the living conditions of turtles, we divide them on terrestrial, freshwater and sea turtles. Terrestrial species are mostly herbivores, and freshwater and sea turtles are carnivorous and omnivorous. Terrestrial turtles have stocky legs that are adjusted for walking, freshwater have fingers connected with webbed feet, and sea turtles have adapted to life on the sea and developed limbs that resemble flippers..

The turtle armor represents a physical protection, but it also performs physiological functions. It is made of two parts: dorsal (*carapace*) and ventral (*plastron*). On the front and the back, there are openings for the insertion of the head, limbs and the tail in case of danger. Based on the texture, color, size of armor, and histology of long bone, we can estimate their age, origin and lifestyle. The methods used for this purpose are skeletochronology and the numbering of the growth zone of the scutes on plastron and carapace.

With the development of turtles, the respiratory system has evolved and today it is anatomically and physiologically adapted to turtle life (water and land). The respiratory system is located within the armor, and the breathing role of the muscles is still in the early development of the body. Unlike mammals, the basic respiratory units are faveoles.

The urinary and reproductive system in the turtle as well as in the other reptiles are separated. The products of the reproductive and urinary system are emptied in cloaca (common urogenital sinus). The male sexual system of the turtle serves for the production of male sex cells and consists of testicles, excretory canals and copulatory organs, and the female sexual system consists of the ovaries and the oviduct.

Key words: turtles, skeletal system, turtle armor, respiratory system, urinary and genital system

8. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 9. lipnja 1991. godine u Mostaru. Osnovnu školu "Braća Radić" završila sam u Koprivnici, kao i opću gimnaziju "Fran Galović".

Tijekom osnovne i srednje škole pohađala sam tečaj engleskog jezika u školi za strane jezike "Hello" u Koprivnici.

Veterinarski fakultet upisala sam 2010. godine. Kao svoje usmjerenje tijekom posljednja tri semestra fakultetske nastave odabrala sam smjer „Higijena i tehnologija animalnih namirnica i veterinarsko javno zdravstvo“. Tijekom fakultetskog obrazovanja 2018. godine sudjelovala sam na 1. znansteno-stručnom skupu o gmazovima "Reptilia" s dva rada na temu: Morfološke osobitosti koštanog i pokrovnog sustava kornjača i Specifičnosti uzimanja uzoraka za DNA analizu gmazova.