

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
Természettudományi és Informatikai Kar
Élettani, Szervezettani és Idegtudomány
Tanszék

SZAKDOLGOZAT
Táplálkozási és életmód adaptáció az
Elasmobranchii alosztályban

Mucsi Dávid Gábor
Biológia szakos hallgató

Témavezető: Dr.Farkas János, ELTE egyetemi
adjunktus

Belső konzulens: Sótiné Dr. Bagyánszki Mária, SZTE
egyetemi docens

2016

1. Összefoglalás

Az Elasmobranchii alosztály tagjai az évmilliók alatt benépesítették a Föld tengereinek, óceánjainak mélyebb és sekélyebb részeit is. Egyes fajaik jelen vannak édes vizekben is, ezeknek nincs kapcsolata a tengerekkel, viszont egyes tengeri fajok felúsznak nagyobb folyók torkolatán. Az evolúció során megjelent állkapocs hatalmas kincsnek számított megjelenésekkor és nagy változásokat is eredményezett.

A cápák és ráják több szempontból is különlegesnek számító állkapcsának nagy szerepe volt az elterjedésükben. A rendezett sorokban elhelyezkedő, rövid idő alatt megújuló borotva éles (tarajos, fogas, sima élű) fogakkal rendelkező állatoknak nem akadt vetélytársuk, így könnyedén a tengerek legfőbb vadászaivá váltak. Az élővilágban egyedi állkapcsok félelmetességének háttérében egyrészt az állkapcsi izomzat áll, ami alkalmanként több mint 18.000 Newton erejű harapást is képes létrehozni a nagy fehércápánál (ez kétszer több mint a legerősebb aligátor harapása). Az izmok tökéletes helyen való tapadása és összehangolt működése teszi még végzetesebbé ezeket a porcos halakat. A garat ívek elmozdulása teszi lehetővé az állkapocs előre mozdulását támadáskor, ami további előnyhöz juttatja zsákmányolásakor az állatot. A hasonló anatómiai szerkezet és az általa biztosított erőviszonyok a rájáknál is megfigyelhetőek, hiszen könnyedén roppantják szét a kagylók héját és a rákok páncéljait.

Áramvonalas testük, méreteik, kiváló érzékszerveik, de még a pikkelyek formája és elrendezése is látványosan mind azt a célt szolgálja, hogy gond nélkül megszerezzék a maguknak kiszemelt zsákmányt. Talán emiatt lehet az, hogy évmilliók óta a tengerekben portyáznak és, hogy nem történt komolyabb evolúciós fejlődés a porcos halak csoportjában. Manapság már nincs természetes ellenségük, nincs evolúciós nyomás rajtuk, hogy adaptálódjanak valami új környezeti hatáshoz. Egyedül az ember által okozott halállomány pusztítás miatt kényszerülnek a part menti vizekbe zsákmányért és ennek a következménye a cápatámadások megszorodása is, aminek évente néhány halálos áldozata van.

Elasmobranchii, cranium, fog, életmód, adaptáció

Tartalomjegyzék

1. Összefoglalás	1
2. Bevezetés	3
3. A szakdolgozat célja	4
4. Porcos halak (Condrichtyes) kialakulása	4
5. Cápák és ráják (Elasmobranchii) rendszertana	5
6. Ráják biológiája	7
7. Cápák biológiája	8
8. Porcos halak szaporodása	9
9. Táplálkozás	9
9.1. Fogazat	10
9.2. Craniális felépítés az Elasmobranchii alosztályban	11
9.3. Ráják táplálkozása	13
9.4. Cápák táplálkozása	14
9.5. Összegzés	14
10. Tizenkét faj adaptációjának bemutatása	15
10.1. Tigris cápa (<i>Galeocerdo cuvier</i>)	15
10.2. Csipkés pörölycápa (<i>Sphyrna lewini</i>)	16
10.3. Fehér cápa (<i>Carcharodon carcharias</i>)	17
10.4. Ausztrál bikacápa (<i>Heterodontus portusjacksoni</i>).....	18
10.5. Róka cápa (<i>Alopias vulpinus</i>)	19
10.6. Cetcápa (<i>Rhyncodon typus</i>).....	21
10.7. Rozsdás dajkacápa (<i>Ginglymostoma cirratum</i>)	22
10.8. Tehénorrú rája (<i>Rhinoptera bonasus</i>)	23
10.9. Nagy ördög rája (<i>Manta birostris</i>)	24
10.10. Közönséges ördögrája (<i>Mobula mobular</i>)	26
10.11. Fűrészkes rája (<i>Pristis pristis</i>)	26
10.12. Márványos zsibbasztórája (<i>Torpedo marmorata</i>)	27
11. Melléklet	28
12. Irodalomjegyzék	36

2. Bevezetés

Gyerekkorom óta érdekelnek a cápák. Kezdetben a félelmetes kinézetük és titokzatosságuk fogott meg és varázsolt el, később rajongásom egyre tudományosabbá vált, ahogy bővültek az ismereteim. Egy idő után a ráják is felkeltették a figyelmemet, mint a cápák rokonai, kecses, könnyed mozgásuk a víz alatt páratlan az állatvilágban. Mindenféleképpen porcos halakkal kapcsolatban szerettem volna egy tudományos munkát készíteni, ám a tengertől való távolság és így a témában fellelhető tudományos munkák hiányában ez nehezebbnek bizonyult, mint képzeltem. Több ötletem volt, de azok megvalósításával már gondok voltak. Én azonban továbbra is szerettem volna egy kevésbé közismert és ez által számomra érdekesebb témából írni a dolgozatomat.

Sokan a halakat valamilyen primitív gerincesnek tartják, és nem is gondolnak arra, hogy egyes halak milyen különleges tulajdonságokkal, evolúciós adományokkal rendelkeznek. A tágabb értelemben vett halak között van egy csoport, amely különösen nagy hatással van rám. Ennek tagjai már több százmillió éve lényegében ugyanazokkal, a kialakulásuk óta változatlan tulajdonságokkal rendelkeznek, és kialakulásuk óta ugyan ezekkel biztosítják fennmaradásukat a tengerekben és óceánokban, egyes fajaik pedig az édesvizet is meghódították. Ez a csoport a porcos halak osztályába (Chondrichthyes) tartozó cápák és ráják alosztálya (Elasmobranchii).

Az egyik egyed elpusztítása a másiknak táplálékot, ezáltal túlélést jelent. A sikeresebbé válás mindig valamilyen olyan tulajdonság megjelenését, kialakulását is jelenti, amely a konkurenséknél még nincs meg. Az egyik nagy ugrás a gerincesek evolúciójában az volt, amikor kialakultak az állkapcsok. Ez a Devon időszakban következett be, mégpedig a páncélos halaknál (Placodermata). Ezeknek a halaknak a fejlődése során jelentek meg az első valódi cápák is, a Paleocénban (65,5-55,8 millió évvel ez előtt) pedig már az összes ma létező, fajnál magasabb szintű cápa taxon létezett. (2) Annak ellenére, hogy közel 400 millió évük volt adaptálódni, módosítani a „fegyverük” anatómiai szerkezetén, e-téren nem történtek jelentős változások (Peschak et al., 2006). A változatlanság magyarázata valószínűleg az, hogy a számukra tökéletes állkapocs hamar kifejlődött és ez a tápláléklánc csúcsára juttatta őket. A félelmetes fogakat hordozó állkapcsot nemcsak zsákmányszerzéshez használják, hanem élőlények vagy tárgyak megvizsgálásához is. Ezt

kóstoló viselkedésnek hívjuk, mely leginkább nagy fehér cápára jellemző. Ennek esetenként végzetes következménye lehet a fürdőzőre nézve, ha az állat összetéveszti kedvenc zsákmányával, az oroszlánfókával (Peschak et al., 2006).

3. A szakdolgozat célja

A szakdolgozatom céljával tűztem ki, hogy bemutassam az Elasmobranchii alosztályba tartozó porcos halak állkapcsának fontosságát és annak használatát életük során. Vajon igaz-e, hogy minden életforma, ami a porcos halaknál megjelenik az állkapocshoz vezethető vissza? A hasonló jellegek alapján összevetem a két taxon (Selachii- cápák, Batoidea- ráják) tagjai közötti megegyező és különböző tulajdonságokat. Leírom a porcos halak állkapcsainak anatómiai felépítését és működését, szemléltetve annak összetettségét, komplexitását. Milyen izomzat rendszer biztosítja azt a félelmetes erőt? Hogyan adaptálódtak a hasonló, de mégis különböző rokon fajok más-más életterekhez? Megpróbálok választ találni, hogy miért nem változtak már évmilliók óta ezek a csodálatos állatok, és hogy miért ők a vizek csúcsragadozói, hogyan is vált ez lehetővé számukra oly rövid idő alatt? Mi teszi cápává a cápákat és miben különböznek közeli rokonaiktól a rájáktól?

4. Porcos halak (Condrichtyes) kialakulása

Rendszertani szempontból „halaknak” tekintjük az állkapocccsal még nem rendelkező (Agnatha) ingolákat (Cephalaspidomorphi), nyálkahalakat (Myxini), állkapocsosak (Gnathostomata) közül pedig a cápákat, rájákat és tömörfejűeket magába foglaló porcos halakat (Chondrichtyes), tüdős halakat (Dipneusti), bojtosúszósokat (Crossopterygii) és sugarasúszójúakat (Actinopterygii) (Nelson, 2006).

A legrégebbi pikkely eredetű mikrofosztiliák az Ordovícium végéről, körülbelül 400millió évvel ez előttről maradtak fenn. Az első cápa maradványok a Szilurból származnak. A devoni cápák kladodonta (sima szél, sok mellékfoggal) fogaikkal csak kisebb zsákmányt

voltak képesek elejteni és még nem volt meg az a tulajdonságuk, hogy az állkapcsukat előre tolják támadáskor (Compagno, 2001).

Az állat elpusztulása után a porc hamar lebomlik, így évmilliók elteltével nincsenek fosszíliák és nem marad bizonyíték az evolúció lépcsőire. Az egyetlen dolog, amiből reprodukálni lehet az állatot és következtetni az életmódjára, az a foga.

Fejlődéstörténetükben két nagy esemény volt: a Devonban szétváltak a tömörfejűek (Holocephali) és az őscápák, a Jurában pedig a fenéklakó életmódot folytató cápákból kiváltak a ráják (Batoidea). A porcos halak történetének Karbon szakaszában párhuzamosan éltek együtt a korai cápák és a korábban kivált mai cápák, ráják, tömörfejűek első képviselői (7).

Ma több mint 1200 élő fajt ismerünk a porcos halak (Chondrichthyes) osztályából. Ennek egyik alosztálya a tömörfejűek (Holocephali), egyetlen ma létező renddel, a tengerimacska-alakúakkal (Chimaeriformes), amelybe közel 50 faj sorolható be (Compagno 2001). Az ide tartozó szellem cápák (ghost sharks), ezüst cápák (silver sharks), elefánthalak (elephant fish), kimérák (chimaeras) és patkány halak (ratfish) jellemzően a déli félteke mélyebb tengereiben élnek. Testük puha, diphycerk farokúszóval rendelkeznek és csak egy pár kopolyúnyílásuk van (Nelson, J.S. 2006).

A tömörfejűek testvér csoportja a cápák és ráják alosztálya (Elasmobranchii). Az ide tartozó rája (Batoidea) fajok száma meghaladja a 600-at és közel 500 cápa (Selachii) fajt is ide sorolunk még. Az alosztály az élő fajok alapján 10 rendre, 60 családra és 186 nem(zetség)re bontható. Amennyiben az ismert kihalt fajokat is rendszerezünk, akkor 140 családról, 600 nemzetségről és több mint 3700 fajról kell beszélnünk (Compagno, 2001).

5. Cápák és ráják (Elasmobranchii) rendszertana

A porcoshalak rendszertana még ma sem teljesen kiforrott, sok taxonómus próbálja a leszármazási, rokonsági viszonyokat feltárni pl. Leonardo Compagno, Shirai és Marcello de Carvalho. A porcos halak evolúciójuk során két testvércsoportra váltak szét, a tömörfejűek (Holocephali) és cápák, ráják (Elasmobranchii) alosztályaira. Az általános felosztás szerint

az Elasmobranchii alosztályon belül a modern cápák taxonába (Neoselachii) soroljuk az összes ma élő cápát (Selachii/Pleurotremata) és rájákat (Batoidea/Hypotremata) (Compagno, 2002).

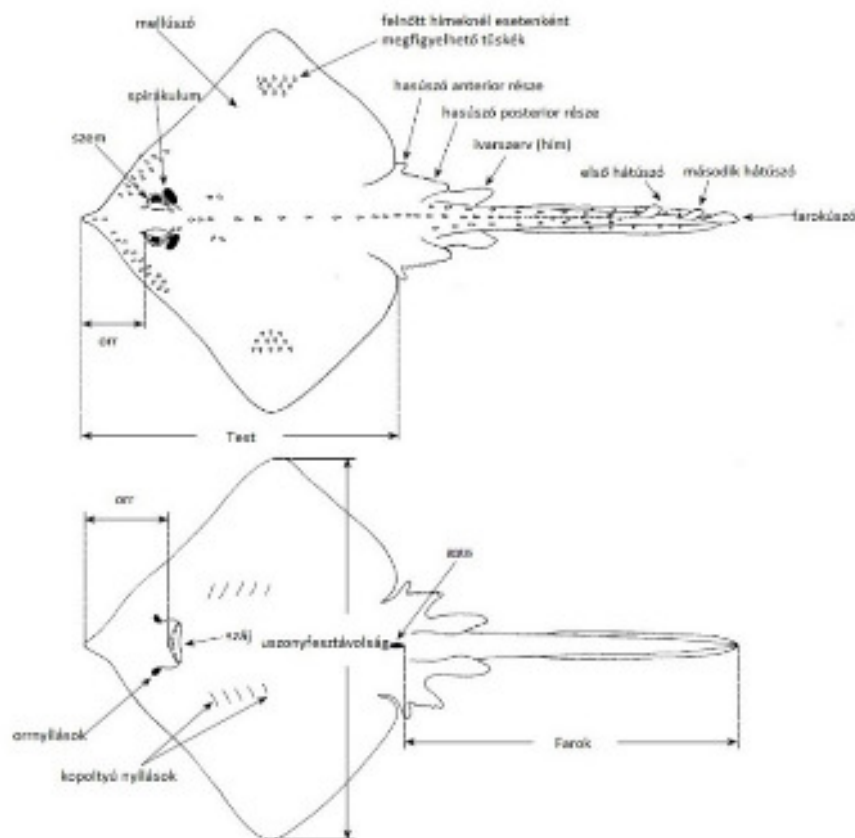
A Selachii klád a Galeomorphii és a Squalomorphii főrendeket tartalmazza. A Galeomorphii-ba tartoznak a bikafejűcápa-alakúak (Heterodontiformes), rablócápa-alakúak (Orectolobiformes), heringcápa-alakúak (Lamniformes) és a kékcápa-alakúak (Carcharhiniformes) rendjei. A Squalomorphii főrend tovább bontva szürkecápa-alakúak (Hexanchiformes), tuskécápa-alakúak (Squaliformes), Echinorhiniformes, angyalcápa-alakúak (Squatinaformes), fűrészescápa-alakúak (Pristiophoriformes) rendekre válik szét (3). A legnagyobb rend a Carchariniformes, amelybe a kék-, tigris-, bika-, szürkeszírti-, feketefoltú-, pörölyfejű-cápákat soroljuk (Nelson, J.S. 2006). A Carchariniformes rendbe tartozó fajokra jellemző, hogy előrenyúló, hosszú rostrumuk van és támadáskor felcsúszó pislogó hártárával védik a szemüket. A pislogó hártárákat csak a támadás utolsó pillanatában húzzák fel szemük fedésére, hogy megóvják azt az esetleges sérüléstől (1.melléklet). A Lamniformes rendbe tartoznak a goblin-, a mako-, nagy fehér-cápák és a kihalt megalodon, közös jellemzőjük a nagyra nyitható állkapocs és az ovovipar szaporodás. (5)

A Batoidea alosztályág négy rendet tartalmaz, ezek a sasrája-alakúak (Myliobatiformes), rája-alakúak (Rajiformes), elektromosrája-alakúak (Torpediniformes) és a fűrészcsirája-alakúak (Pristiformes). A Myliobatiformes rendbe tartoznak a tuskés-, sas-, manta-ráják. Régebben a Rajiformes rendbe sorolták őket, de filogenetikai kutatások kimutatták, hogy a csoport polifiletikus, így külön rendekbe különítik el őket. A Rajiformes rend tagjaira jellemző: nagyméretű mellúszó, a szemek és a spirákulumok a fej hátsó részén helyezkednek el, fogaik lapos zúzók fogak. A Torpediniformes rend az elektromos fajok csoportja, amelybe olyan fajok tartoznak, melyek módosult harántcsíkolt izomszövettel termelnek áramot, és ezt használják a préda megbénítására. Ez a tulajdonságuk védekezésre is kiválóan alkalmas. A fűrészcsirája a Pristiformesbe tartoznak (Nelson, J.S. 2006) (7.melléklet).

6. Ráják biológiája

A ráják többsége a fenéklakó életmódhoz alkalmazkodott a partközeli vizekben. Testük dorso-ventralis irányba lapított, a mellúszók a fejfel szinte egybenőve rombuszt formálnak (pectoralis uszony), a fark pedig ostorszerűen megnyúlik, ellaposodik, tövében tüskék találhatóak (1.ábra). Csak egyes fajok, mint például a nagy ördögrája (*Manta birostris*) vagy a tehénorrú rája (*Rhinoptera bonasus*) élnek a nyílt tengerekben. Belső vázuk, melyet mész berakódások erősítenek, szilárdítanak, nem csontosodott el, ezért lehetővé vált a gyorsabb, rugalmasabb mozgás (7).

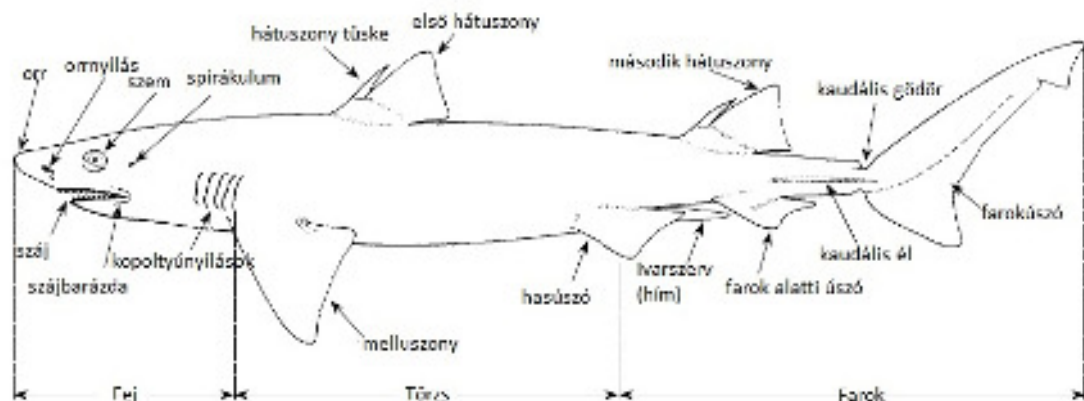
A szem mögött jól megfigyelhető a fecskendőnyílásuk (spiraculum), ami nincs elcsökevényesedve, mint a cápák többségénél. Fogaik ránótt, ún. fogaspikkelyek (placoid). Kopoltyúnyílásaik a hasi oldalon helyezkednek el. Bélcsatornájukban spirális redő található. Úszóhólyagjuk nincs, testük fajsúlyát a májban felhalmozott nagy mennyiségű lipid csökkenti. A hímekben húgyivar szervrendszer alakul ki: a here csatornácskái a vese kiválasztó csatornáiba torkollnak és innen egy csatorna vezet ki.



1. ábra Ráják általános testfelépítése (saját ábra Ebert et al., FAO 2013 alapján)

7. Cápák biológiája

Minden „halnak” meg vannak azok a tulajdonságai, amelyek alapján egyik vagy másik fajba vagy magasabb rendszertani kategóriába soroljuk be. A porcos vázszerkezet alapjaiban különíti el a cápákat, rájakat és tömörfejűeket a csontos halaktól. Az Elasmobranchii alosztály tagjai nem rendelkeznek váll és medence övvel, nincsenek bordáik, ennek következtében, ha véletlenül partra vetődnek, akkor a saját súlyuk alatt is összeroppanhatnak. Testüket plakoid pikkelyek fedik, amik a vastagságuk miatt védelmet nyújtanak és az úszást is segítik, mert apró csatornákat alkotnak, amik elvezetik a vizet (Lang et al.; 2008). Testük formája és áramvonalassága valamint a fogazat, tökéletes vadásszá teszi őket. A fogmeder nélküli fogak is plakoid pikkely eredetűek. Egy másik fontos tulajdonsága ennek a taxonnak, hogy az ide sorolt fajoknak nincs úszóhólyagja. A fajsúly csökkentésében olajok segítenek, amit a nagyméretű májban raktároznak. A máj az adott állat testtömegének akár huszonöt százaléka is lehet. A legtöbb cápának folyamatosan kell úsznia, különben megszűnik a víz kopolytúkon való átáramlása. Ennek oka, hogy nincs kopolytúfedőjük. A folyamatos, minimális energia felhasználást igénylő úszás nagy részét a farkúszó biztosítja. A háti uszonyok a stabilitásban segítik az állatot, míg a melluszonyokkal az irányt tudja meghatározni. A hasúszónak és fark alatti uszonyoknak felhajtóerő gerjesztésben és irányváltogatásban van szerepük. (Nelson, 2006+ Compagno, 2002).



2. ábra Cápák általános testfelépítése (saját ábra Ebert et al., FAO 2013 alapján)

8. Porcos halak szaporodása

A legtöbb csontos hallal szemben a porcos halaknál a megtermékenyítés belső (Rosenthal, Gil G., 2002). A hím egyedek könnyen megkülönböztethetőek a nőstényektől, a hasi úszók módosulásával jön létre a páros párzó szerv, más szóval a kacs (clasper), amellyel a megtermékenyítés történik. A nőstényeknél urogenitális nyílás van és két méhvel is rendelkeznek.

A megtermékenyítést követően az embrió fejlődése különböző módon történhet. Megkülönböztetünk tojásrakókat (ovopár), ál-elevenszülőket (ovovivipár) és elevenszülőket (vivipár) állatokat. Ál-elevenszüléskor az anya testében a nidamentalis mirigy által termelt burokokban fejlődnek az utódok, például a citromcápánál (*Negaprion brevirostris*). Nincs placenta, a tápanyagot a szikfolyadékból nyerik. Ennek egyik formája a méhen belüli kannibalizmus, melynek során a méhben fejlődő kis cápák közül az egyik megeszi a testvéreit. Ez jellemző a nagy fehércápara (*Carcharodon carcharias*) és a homoki tigriscápara (*Eugomphodus taurus*). Elevenszülők a dajkacápák (*Nebrius ferrigineus*) és a tigriscápák (*Galecerdo cuvier*), az anya méhében a szikzacskó köldökzsinórként funkcionál, ezen kapják a kis cápák az oxigént és a tápanyagot. Kialakul a placenta is és átveszi a tápláló funkciót. A tojással való szaporodás során a megtermékenyített peték egy védőburokkal a vízbe kerülnek. Ez a szaru-szerű burok víz és oxigén számára átjárható. A tojásoknak a formája fajspecifikus, jellemző például zebracápaakra (*Stegostoma fasciatum*) és bikafejű cápa-alakúakra (Heterodontiformes) (6).

9. Táplálkozás

Az állatvilágban az evolúciós fejlődés során a halaknál alakult ki legkorábban a csontos állkapocs, mely egyben az egyik legbonyolultabb is. Az állkapocs kialakulásának jelentősége többek között abban is megmutatkozik, hogy így a halak sokkal többféle zsákmányból válogathattak és lehetővé vált, hogy aktív vadászatot folytassanak az eddigi passzív, szűrőgető életmóddal szemben.

A sokféle zsákmányhoz adaptálódva nagyszámú morfológiai különbségek alakultak ki. Sikerebb ragadozókká váltak és csökkentek védekezési tulajdonságaik (eltűntek a nehéz csont lemezek, amik páncélként funkcionáltak), így mozgékonyabbá váltak, meg tudták védeni magukat az állkapocsnak köszönhetően. (1)

A halak feje átlagosan huszonnégy különálló csontból épül fel és több mint háromszor ennyi izomból. Táplálkozásuk ezeknek a részeknek a többsége szinkronban működik.

9.1. Fogazat

A cápákra és rájákra a több generációs, futószalag szerű revolver fogazat a jellemző, amiről R.Owen (1866) írt először (Rasch et al., 2016). A működő fogak mind egy "szalag" részei (2.melléklet). A felső és alsó állkapocs fogai méretben és formában eltérőek, de fajra jellemzőek, és utalnak az állat életmódjára, táplálkozására. A Batoidea-k családjában a fogak általában laposak és szélesek, így adaptálódtak a durophagus (külső vázzal, héjjal rendelkező állatokat fogyasztanak) életmódhoz (3.ábra). A zsákmány megfogásához vékonyabb és keskenyebb fogak a hasznosabbak -ez néhány fajnál megmutatkozik- míg a zsákmány széttépéséhez inkább széles rövid fogak szükségesek (Frazetta, 1988). Egyes taxonokban, mint például a Mobulidae-ben (Myliobatiformes) a fogak szinte teljesen visszafejlődtek. Az ide tartozó állatok plankton-fogyasztók, így nincs szükségük a fogak által nyújtott funkcióra. (Underwood et al., 2015) Állkapcsukat a nyelvcsonti ív (hyostylia) felső része függeszti az agykoponyához. Az állkapocs a kopoltyúíveket támogató vékony csontok módosulásával alakulhatott ki (4).



3. ábra Bal: bikacápa (*Carcharhinus leucas*) Jobb: denevér rája (*Myliobatis californica*) állkapocs (Los Angeles Natural History Museum media gallery)

Létfontosságú tulajdonság a porcos halaknál, hogy képesek a fogukat azonnal pótolni egy szabályosan rendezett mintában. A fogak regenerálódása, pótlása az adott életszakasznak megfelelő mintát követi az egyszerűtől egészen a bonyolult fogmintáig (Sire et al., 2002). Az ontogenezis során a fogak elhelyezkedésében fajra jellemző elrendezés alakul ki. Az életen át tartó fognövekedés térben és időben szabályozott. Ez az ontogenezis során elkezdődő folyamat az állat felnőtt korában is folytatódik, pont úgy, mint az embernél a harmadik őrlőfog csírája esetében. A fogak alakját, helyzetét és időbeni megjelenését a dentális lamina szabályozza (Smith, 2003 + Lieberman et al., 2007).

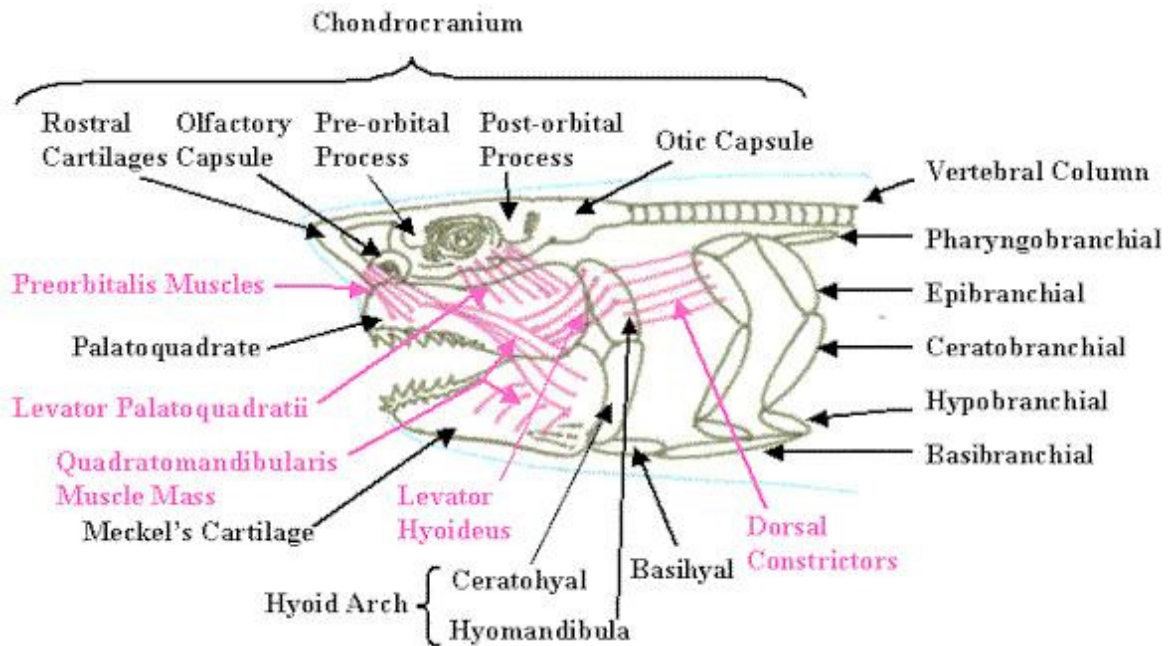
A megtalált fosszíliák azt bizonyítják, hogy a poliphodont fogazat nem csak a porcos halaknál pleziomorf (ősi jelleg) (Botella et al., 2006) hanem az összes gerincesnél is (Maisey et al., 2014).

9.2. Craniális felépítés az Elasmobranchii alosztályban

Míg a négy lábúak a szájüregben egyoldali rágást alkalmaznak, a nyelv segítségével választva szét az emészthető és emészthetetlen részeket, addig a porcos halak a zsákmányból származó nagyobb darabokat egészben nyelik le, az emészthető és emészthetetlen (kagylóhéjak, csontok) részekkel együtt. A cápák és ráják végtagok, nyelv és garatfogak segítségével aprítják fel a zsákmányt.

A zsákmányszerző magatartás a porcos halaknál igen változatos, ezt táplálkozásuk diverzitása is tükrözi. A cápák és ráják nem rendelkeznek valódi maxillával. A többi gerinccsel szemben nem csontból, hanem porcból fejlődik ki a felső állkapocs, homológia nincs közöttük. Az alsó állkapocs felépítésére is igaz az, hogy porcból épül fel, azonban ez más állatcsoportok egyedeiben megtalálható Meckel-porccal homológ (Romer, Parsons 1977). Az állkapcsok alapfelépítése megegyezik a cápáknál és a rájáknál. Két viscerális ívvel rendelkeznek, melyek két izomcsoport elsődleges irányítása alatt állnak. A mandibuláris ívből alakult ki a felső (Palatoquadratum) és alsó állkapocs (Mandibula, Meckel-porc) (8). Az állkapcsok nincsenek összenőve a craniummal, a dorzális végénél rögzített és az itt kapcsolódó hioid-ív biztosítja a szájnyílás nagyságát (Hamlett, 1999). Az oropharyngeus „padlóján” a ventrális hioid és a branchiális porcok úgy működnek, mint egy csökevényes nyelv. Mindegyik ív elmozdítható dorsalis irányba, több emelő (levator)

izom segítségével és ventrálisan, le húzó (depressor) izmok által (4.ábra). A le húzó izmok fajtól függően közvetve beletartozhatnak az állkapocs előretolásáért felelős izmok csoportjába, ha azok egyidejűleg aktívak. Ezeknek az izomcsoportoknak a koordinált kontrakciója és relaxációja hozza létre az ívek elmozdulását az összes táplálkozási formában.



4. ábra Cápa állkapocs mozgásában részt vevő izmok, ívek. (Reef Quest Centre for Shark Research, R. Aidan Martin)

A felső állkapocs előretolása alapvető fontosságú a porcos halak táplálkozásában, aminek mértéke a koponyával való kapcsolódásának szögétől függ (Dean et al., 2004).

Azok a fajok, amelyek rendelkeznek ezzel a tulajdonsággal, vadászatkor könnyedén csökkenthetik a távolságot a préda és az állkapcsuk között. Cápáknál szalagszerű rögzítés figyelhető meg az állkapocs és az agykoponya között, míg ráják esetében hiányzik a craniumhoz való kapcsolódás. A hyoid-ív struktúrája az állkapocs mobilitásában fontos. Rájáknál csak a páros hyomandibuláris porcok támasztják az állkapcsot, amíg a ventrális hyoid részek (ceratohyal, basihyal) eltűnnek vagy összenőnek a kopoltyúívekkel. Az aszimmetrikus izom kontrakció tette lehetővé az oropharingeális üreg bal és jobb oldalának önállóságát, mellyel az állat képes a víz pontos irányítására a szájüregben belül (Underwood et al., 2015).

A porc szivacsos és rugalmas, de gyengébb, mint a csont, ezért hogy a nagy fizikai behatásoktól - amik harapáskor érik az állkapcsot - védve legyen, egy speciális réteg fedi.

Ez a „tesserate”, amely kalcium-só kristályokat tartalmaz, melyek mozaikszerűen rendeződnek el. Általában egyetlen réteg van belőle, de előfordulhat kettő, három is, sőt, a nagy fehércápánál (*Carcharodon carcharias*) öt réteg található (Kemp et al., 1979).

9.3. Ráják táplálkozása

A ráják (Batoidea) koponyaizmainak száma sokkal magasabb, mint a Sealchii taxonba tartozó rokonaiké. Ezek kontrolálják a hyoid és az alsó állkapocs mozgását. Szintén a rájáknál figyelhető meg, hogy az állkapcsot mozgató izomzat osztottabb, mint a legtöbb cápánál. Az izomzat megkettőződése funkcionálisan növeli a finom motoros működést. Az alsó állkapocs izomrendszerének precíz elrendeződése egyedülálló, ám ez rájáknál normális.

Mivel a ráják esetében az állkapcsok nem rögzültek a koponyához és egymáshoz sem ízesülnek, ezért mechanikai kapcsolat alakult ki az állkapcsok között, ami biztosítja, hogyha a felső állkapocs előre csúszik, akkor azt kövesse az alsó is. Azt, hogy milyen mértékű a száj nyitása azt a stabilitásért is felelős szalagok biztosítják. Fontos szerepük van, mert nagy erőt kell kifejteni a kagylók héjának összezúzásához viszonylag rövid úton anélkül, hogy magukat harapnák meg (Underwood et al., 2015).

A laza ízesülések a legtöbb rájánál olyan magas szintűek, hogy a koponyájuk teljes ventrális részének bal és jobb oldalát függetlenül tudják mozgatni egymástól. Az állkapocs aszimmetrikus mozgása 1995-ben Dean & Motta írta le. Mozgásuk során erőteljes vákuumot hoz létre a szájüregben, ahogy kinyitja a rája a száját, az egy hidraulikus csapdaként működik és beszippantja áldozatát (F.Stephenson, 1995). Ez a negatív nyomás a *Narcine brasiliensis*-nél harmincegy kilopaszkaál (Dean et al., 2004). A zsákmánnyal együtt a szájüregbe jutó vizet úgy mozgatja, hogy hidrodinamikai nyelvet hoz létre és ezzel aprítja fel a zsákmányt. Ez magyarázatot ad arra, hogy az aljzaton élő egyedeknél miért is alakult ki magasabb szintű izomrendszer a cápákéval szemben.

9.4. Cápák táplálkozása

A ragadozó cápáknál az állkapocs előrecsúszásának mechanizmusa az alosztályon belül a legkomplexebb, a legapróbb pontossággal tudják irányítani az állkapocs mozgását.

A nagytestű ragadozóknál (Megacarnivora) az állkapocsnak a koponyához kettős oldalsó felfüggesztése van, ez által sokkal erősebb, stabilabb mozdulatokra képesek az állatok. Nem úgy, mint a heringcápáknál, ahol ezek a tulajdonságok elvesztek az evolúció során és helyettük egyetlen kapcsolódási út van csak. Bár szájnyílás szabadabban mozgatható, de kevésbé stabil és gyengébb is. A mozgékonyabb állkapcsok azonban előnyt jelentenek a kisebb testű halak elkapásában.

Az Elasmobranchii alosztály legtöbb tagja zsákmányszerzéskor csak csukott száj esetén tudja előre tolni az állkapocs felső részét, de a Carchariniiformes és Lamniformes rendek tagjai képesek nyitott és zárt állapotában is megtenni. Ez teszi lehetővé az újra harapást, amivel egyre mélyebbre kerül a zsákmány a cápa szájában. Jól megfigyelhető a fehércápák beetetésénél, hogy a cápa próbál minél nagyobb részt letépni a csiliból azáltal, hogy újra és újra ráharap, miközben a fogak csúsznak előre (Underwood et al., 2015).

9.5. Összegzés

A Batoidea klád tagjai sokkal precízebben, finomabb mozdulatokkal használják az alsó állkapcsukat a nagyszámú izomzat miatt, míg a ragadozó cápák a felső állkapocs rugalmasságának előnyeit kihasználva szereznek zsákmányt. Rájáknál a hidrodinamikus módszer a szájüregben történik, precíz és szelektív hatású, ezzel szemben az említett cápák még a vízben tépik szét a zsákmányt teljes testük mozgatásának segítségével.

10. Tizenkét faj adaptációjának bemutatása

A következő tizenkét faj (6.melléklet) rövid jellemzésével szemléltetem a Földön való elterjedésük (4.melléklet), táplálkozásuk és életmódjuk közötti hasonlóságokat (3.melléklet), illetve azt, hogyan adaptálódtak az általuk választott élőhelyek környezeti hatásaihoz. Ehhez a *Sharks, Batoids and Chimaeras of the North Atlantic* (Ebert et al., 2013) és a *Sharks of the World* (Compagno, 2012) című könyveket vettem alapul.

10.1. Tigris cápa (*Galeocerdo cuvier*)

Nagy feje rövid, tompa orrban végződik, mely alatt található nagy, széles szájníjlása. Tarajos, íves fogai megkönnyítik számára az áldozat széttépését. A mellúszók után teste karcsú, hosszúkás alakú. Az első kopolytú vonalától a farok úszó végéig tigris-szerű, sötét csíkok borítják a dorzális oldalon. A csíkozottság az elkeskenyedő caudális farki uszonyon is folytatódik, ami felnőtt korra elhalványul. A legtöbb egyed kifejlett korára eléri az öt méter körüli hosszt, a nőtény egyedek kisebbek, mint a hímek (6.melléklet 1.).

Mérsékelt és trópusi vizek lakói, Marokkótól Angoláig, az USA-tól a Mexikói-öblön, Karib-szigeteken át Uruguayig terjednek a tigris cápa populációk. Part menti és pelágikus vizekben egyaránt találkozhatunk velük, emberre nézve is veszélyesek. Ellentétben a nagy fehércáppal, náluk nem figyeltek meg érdeklődési harapás jellegű viselkedést, csak támadót. Kedvelik a vulkanikus szigetek vizeit és a kontinensekről tengerbeömlő, táplálékban gazdag folyótorkolatokat. Előfordul, hogy felúsznak a folyókon táplálékot keresve, ilyenkor könnyen ember által lakott területekre jutnak. Képesek nagy távolságok megtételére rövid idő alatt. Egy esetben dokumentálták, hogy az állat fél év alatt háromezer-háromszázharminc mérföldet úszott.

A Carcharhinidae családban a tigris cápa az egyetlen faj, ami peteburkos vivipar. A nőtények április és június között hozzák világra utódaikat, egy alom akár nyolcvan újszülöttből is állhat. A gesztációs időszak tizenkettő-tizenhat hónap, ennek hosszát a környezeti körülmények befolyásolják. Az utódok az első évben megduplázzák méretüket, majd évente körülbelül húsz centimétert nőnek. Ez egészen az ivari érettség eléréséig

tart, utána ez a növekedési sebesség a felére csökken. Az egyedek általában hús, huszonkét évig élnek.

A cápák közül ez a faj válogat a legkevésbé a zsákmányok között, igazi „tengeri hiéna”, ragadozó és opportunista dögevő. Csontos és porcos halakat is fogyaszt, és több tengeri hullót, mint bármelyik másik cápafaj. Teknősök, tengeri madarak, vándorlás során vízbe esett madártetemek, tengeri emlősök, oroszán halak, fókák, delfinek, bálna borjak is mind a zsákmányául szolgálhatnak, esetenként még a fiatalabb nagy fehércápák is. Elfogyaszt gerincteleneket, fejlábúakat, rákokat és medúzákat, és sajnos az ember által a vízbe juttatott fémet, műanyagot is, amelyek a gyomorba jutva súlyos sérüléseket okozhatnak.

10.2. Csipkés pörölycápa (*Sphyrna lewini*)

A pörölycápák talán a legkülönösebb fejformával rendelkező porcos halak. Pöröly formájú, enyhén ívelt, lapított fejének kialakulása a mai napig vitatott. A különböző pörölycápa fajoknál a fej szélessége eltérő méretű. A fej sarló vagy kalapács formája széles, de hossza rövid. Az fej szélessége az állat testhosszának fele és két-harmada között változik, fajtól függően. Fogaik közepesen szélesek, szélük sima vagy fogazott. A mellúszók enyhén sarló alakúak, velük közel egy vonalban vagy mögöttük ered az első hátúszó. A második hátúszó poszterior oldala homorúan elkeskenyedik, csúcsa az első hátúszó eredési pontjával egy vonalban van. A farokúszó felső része megnyúlt, végén becsípés látható. Testük felülről szürkés-barnás színezetű, alulról világos, az úszók vége sötétebb, mint a test. Születésükkor fél méter körüliek, a nőstények három, a hímek három és fél méteres hosszt érnek el, mire ivarérettek lesznek (6.melléklet 2.).

Meleg mérsékelt és trópusi nyílt vizekben élnek, alkalmanként kiúsznak a part menti vizekbe is. Nap közben mélyebb részekben (maximum 275 méteres mélységig merülnek alá), éjszaka nagy rajokban sekélyebb vizekben vadásznak. Táplálékuk fajokban gazdag, gerinctelenek közül a lábasfejűeket szeretik első sorban, de heringeket, szardellákat, gyíkfejűhal-féléket, angolnákat, tengeripér féléket, barracudákat, ajakos halakat, pillangóhalakat, gébféléket, lepényhalakat, hegyesorrú cápát, feketefoltú szirtcápát, angyalcápát, tuskésráját is fogyaszt.

Viviparok, a vemhesség kilenc-tíz hónapig tart és tizenhárom-negyven utódot hoznak világra, mindig ugyanazon a helyen. (Duncan et al., 2006) A nőstény egyedek több éves hím partner nélküli lét után képesek a parthenogenezisre (szűznemzés), erre a tulajdonságra egy fogságban tartott pörölycápa esetében derült fény (Omaha, Nebraskai akvárium, 2001). (Chapman et al.,2007)

Elsősorban a meleg áramlatokat követik, szezonális látogatói az Atlanti-óceán északnyugati részének, de az ősz vége felé ezek a vizek hűvössé válnak számukra és délebbre vonulnak. A csipkés pörölycápák életük során különböző időpontokban szegregálódnak ivar és méret alapján. A nőstények a termékeny időszakban a part menti vizekbe úsznak, hogy folyók tölcserkolatánál életet adhassanak utódaiknak. A kis cápák több hónapig ezeken a területeken maradnak, mielőtt kiúsznának a nyíltvízbe. Életük első öt évében fejlődésük gyors, tíz-tizenöt centimétert nőnek évente. Ennek a fajnak a növekedése a Föld különböző pontjain eltér egymástól, így például az Atlanti-óceán északnyugati részén lassabban fejlődnek az egyedek, mint Csendes-óceánban élő populáció tagjai.

A csipkés pörölycápák akár több száz egyedet is számláló rajokban gyűlnek össze tengeri hegyek körül vagy szigetek part menti vizeiben. Együtt haladnak, mégis külön-külön más-más sebességgel úsznak, gyorsítanak, lassítanak, de testük hullámzó mozgása mindegyiknél azonos. A fej laterális irányba történő mozgásával indítják meg a testen végig haladó hullámszerű mozgást, ami a farok csúcsában végződik, így tolvá előre a vízben az állatot. Közben a longitudinális (hosszirányú) tengelyük mentén is elbillen a test. A rajban sok nőstény viseli az udvarlások során szerzett hegeket, ezek hímeknél is megfigyelhetők.)

10.3. Fehér cápa (*Carcharodon carcharias*)

Orsó alakú testük dorsalis oldalon sötét, ventrális oldalon világos, ezek élesen elhatárolódnak. Rövid feje mögött hosszúkás, nyílt kopoltyúrések találhatóak. Közepesen hosszú rostrum jellemzi őket, fogaik háromszög alakúak, szeme írisze fekete. Nagy

hátúszójukkal ellentétben a második hátúszó és a farok alatti úszók kicsik, farokúszójuk lapos, heterocerk (aszimmetrikus), a farkon kaudális él található (6.melléklet 3.).

Elterjedése széleskörű, megtalálható Észak-Amerika teljes keleti partja mentén Újfullandiától Floridáig, a Bahamákon, Dél-Amerika nyugati partvidékén és a nyílt vizeken, Dél-Afrika és Ausztrália part menti vizeiben. Az egyik legkedveltebb fehér cápa lelő hely a Guadalupe szigetek Mexikóban, ahol több mint fél évet töltenek az állatok. Innen a Hawaii-szigetek irányába vándorolnak mintegy kettő-ötezer kilométert a téli őrőszakban. (Jorgensen et al., 2009 + Domeier et al., 2008)

Leginkább a mérsékelt övi tengerek part menti vizeiben és homokpados szigetekenél találkozhatunk velük, ugyanakkor a trópúszokon az epipelágikus zónákban is megfordul. Nem jellemző a nagyobb mélységekbe való merülésük (Weng et al., 2007), de találtak már 1280m-en lévő fenék csapdában is fennakadt egyedeket. A vizek hőmérsékletéhez való alkalmazkodása tág határok között mozog, elsősorban a Bering-tengertől a trópúszokon keresztül mindenütt jelen van. (Christiansen et al., 2014)

Hatalmas távolságok megtételére képes, ám viszonylag lassan. Egy 190km-es távolságot körülbelül 2 és fél nap alatt tesz meg. Természetesen képes hirtelen nagy sebességre gyorsulni és hirtelen irányváltoztatásokat is tenni zsákmányszerzéskor. Egyik fajra jellemző egyedi zsákmányszerzési módszere, amikor alulról támadja meg a fókát, lendületből kiugorva a vízből. Ezt „breaches”-nek (7.melléklet) nevezik, mivel áttöri a víz felszínét (Hirsch, 2001).

A fehér cápák endotermikus állatok, de hideg vizekben is képesek megtartani a szükséges testhőmérsékletüket az ellenáramlásos keringésükkel. Ennek köszönhetik, hogy nagy és aktív zsákmányokat is el tudnak fogni, például az oroszlánfókát. Étrendjében szerepelnek még tintahalak, puhatestűek, rákok és halak. Harapásuk gyakran okoz súlyos vagy halálos sebet, sok esetben ennek következménye a zsákmány elvézése.

10.4. Ausztrál bikacápa (*Heterodontus portusjacksoni*)

A bikacápa hátán fekete csíkok húzódnak végig a fejtől egészen a farokig, amelyek egyedi határozó bélyegként szolgálhatnak. A hátúszók egy-egy tüskével felszereltek, feladatuk az állat védelme. Az anterior irányban elhelyezkedő fogak kezdetben hegyesek,

de fejlődésük során tompulnak, a hátsó őrlőfogak lekerekítettek és rugalmasak (6.melléklet 4.).

Ez a faj a Csendes-óceán DNY-i részén található meg Ausztrália körüli part menti vizekben és Új-Zéland szigetei között.

Éjszakai aktivitásúak, a partvidékek homokos aljzatán vadásznak. Táplálékuk nagy részét tuskésbőrűek elfogyasztásával fedezik, zsákmányuk lehetnek még gerinctelenek, rákok, csigák és kis halak. A préda felkutatásához feltúrják a homokos aljzatot, szaglásukat és az elektromos jeleket érzékelő receptoraik (Lorenzini-ampullák) segítségével pontosan meg tudják határozni a táplálékuk helyzetét. Homokos aljzatú, barlangokban szeretnek megbújni, a nappalokat sziklás zátonyok nyílt árkaiban töltik, egy adott egyed mindig ugyanott pihen.

Sajnos egyelőre keveset tudni a szociális viselkedésükről, mindössze annyit, hogy jellemzően magányos állatok, de gyakran verődnek nagyobb csoportokba főleg a nappalok eltöltésére.

Legújabb kutatások szerint magasan fejlett a térbeli memóriájuk van, hosszabb táv megtétele után is pontosan visszatalálnak a saját pihenő helyükre, ez legyen kisebb barlang, szirt vagy homok árok.

10.5. Róka cápa (*Alopias vulpinus*)

A farok caudális vége sarlószerűen megnyúlt, közel azonos hosszúságú, mint a cápa feje és törzse együtt vége. Egy kifejlett hím egyed öt és fél, hat méter körüli. A fej dorso-ventrális irányban lapított, rövid rostrum, melyhez a binokuláris (két szem együttes használata) szemek közel helyezkednek el. A fogak 58-102 sorban rendeződnek el, úgynevezett symphyziális fogakról beszélhetünk, melyekre jellemző az aszimmetrikus gyökérzet. A pectorális (mell)úszók sarló alakúak vastagságukat tekintve vékonyak. Elülső háti úszó a test közép tájékán található, közelebb a pectorális úszókhoz, mint a has alatti úszókhoz (6.melléklet 5.).

A róka cápák dorzális oldala kékes szürkétől a sötétszürkéig változhat, hasuk fehér. A mellúszók felső részén gyakran figyelhetőek meg fehér pöttyök.

Előfordulnak nyílt és part menti vizekben, kedvelik a kontinensektől messzebb lévő szigetek sekély vizeit. Elterjedési területeik a trópusitól a hideg-mérsékelt tengerekig húzódik. Nyugat Atlanti-óceán: Kanada: Új-Fundland, Új-Skócia, New Brunswick, és Quebec, USA: Florida, Mexikói-öböl, Kuba, Dél-Amerika: Venezuela, Brazíliától Argentínáig. Kelet Atlanti-óceán: Norvégia és Brit szigetektől Földközi- és Fekete-tenger, teljes Afrika körül, Nyugat Indo-pacifikus térségben: Dél-Afrika, Tanzánia, Szomália, Maldív-szigetek, Omán, Pakisztán, India, Sri Lanka, Szumátra, Japán, Kína, Ausztrália: Queensland, New South Wales, Victoria, Tazmánia, Új-Zéland. Csendes-óceán: Hawaii szigetek, Kanada és az USA nyugati partja.

Erős, gyors úszók, rájuk is jellemző vadászatkor, hogy gyakran torpedóként törnek át a víz felszínét, csak úgy, mint a nagy fehércápák. A rókacápáknál az Indiai-óceán észak-nyugati részétől egészen Észak-Amerika nyugati partjaiig a nemek elkülönülése figyelhető meg. Az USA nyugati részén a fajok évszakos vándorló viselkedést folytatnak, tavasszal Alsó-Kaliforniából a szomszédos állam Kalifornia vizeibe. A felnőtt hímek útja északi irányba tovább tart, egészen Brit Columbiáig, ami már Kanadához tartozik. A fiatal egyedek, amik még nem ivarérettek, a sekély, part menti, melegebb vizekben maradnak Kalifornia déli részénél cápa óvodákban. Nyári időszakban a felnőtt és juvenilis formák is összegyűlnek Dél-Kaliforniában. Óceánok közötti vándorlást eddig, még nem figyeltek meg, valószínű, hogy különálló populációk léteznek, amelyek apró anatómiai különbségekben térnek el egymástól.

Zsákmányuk hering, makréla, szardella, lepényhal, tintahal, rákok és ritkán tengeri madarak. (Preti et al., 2001)

Az éjjel-nappal, folyamatosan folyó vadászatot nagyban segíti a fark kaudális végének ostor szerű megnyúlása. Szűken úszik a hal csoportok körül, majd vízhullámokat kelt a farkával a halrajba, ezzel zavart okozva és a rendezetlenséget kihasználva ostor-szerű csapásokkal komoly sérüléseket okoz a halakban. A vadászat négy fázisra osztható: felkészülés, támadás, visszaállás normál helyzetbe és összegyűjteni a zsákmányt. A támadás egy farkcsapással kezdődik, amivel véletlenszerűen megváltoztatja a függőleges tengelyen a pozícióját, így megközelítve a prédát. Ez után a cápa a teste fölött csap egyet az ostor-szerű farkával, ami egészen a cápa orráig elér, így teljesen meggömbül az állat. A csapás után visszaállva normális, anatómiai helyzetben megfordul és összegyűjti a

zsákmányolt halakat. (Oliver et al., 2013) Előfordul, hogy kettő rókacápa összefog a nagyobb zsákmány érdekében.

10.6. Cetcápa (*Rhynocodon typus*)

A Föld három legnagyobb szűrőgető életmódot folytató állatainak egyike. Általában a 13.7 métert adják meg maximális hosszának, de beszámolók szerint már 21méteres példányt is láttak. Feje lapos, széles fej, a száj közép-állású, közvetlenül a szájnyílás mögött találhatóak a szemek. Rendkívül sok foga van, de ezeknek nincs komolyabb szerepük az állat táplálkozásában. A kopolyúk belső felszínén speciális felületek találhatóak, amiken a tápláléka átszűréskor fennakad. Az állat hátán bordaszerűen kiemelkedő vonalak húzódnak végig a kopolyúnyílásoktól egészen a caudális gödörig. A két legszélső caudális élben folytatódik, ami az állat haladását segíti, spoilerhez hasonló funkciót lát el. Csak úgy, mint a nagy fehércápánál. Az törzs végén található első háti uszony és a két mell-úszók félhold alakúak. Minden egyedre egyedi mintázat a jellemző, a fehér pöttyök elhelyezkedése határozóbélyeg. Az alapszín sötétkékes-szürke, amit a törzsön fehér csíkok szelnek át. A hasi oldalról világos, sárgásfehér szín festi (6.melléklet 6.).

Az összes trópusi és meleg mérsékelt tengerben megfordul az északi és déli szélesség 30-as fokok között.

A táplálékukat, a planktont követve mindenhol előfordulnak, az epipelágikus (0-200m) és neritikus (200-1000m) zónákban, a nyílt víztől a part menti vizekig, alkalmanként beúsznak korallzátonyok lagúnáiba is. Életük nagy részét az epipelágikus térben töltik táplálkozással (50-75m), a mélyebb vizekbe (neritikus) szexuális magatartásuk miatt úszhatnak. (Tyminski et al., 2015) A planktonikus élőlények széles választékával táplálkozik, köztudottan gyakran jelennek meg korallszirteknél azok virágzása idején. Étrendjükben megtalálhatóak az apró rákok, halak, mint például makréla, szardella, de fogyasztanak kisebb tonhalakat is. A felszínen vagy ahhoz közel táplálkoznak, gyakran függőleges testhelyzetben, az óriási szájukat felfelé irányítva.

A cetcápák alkalmanként kis csoportokba verődhetnek, de magányos állatok. Az Indiai-óceánon lévő szigetek (Maldív, Madagaszkár, Mauritius, Zanzibár és Seychelle) körül gyakoriak, a turizmus egyik kedvelt célpontjai.

Szaporodását tekintve ovovivipár, ez a típusú reprodukció hasonlít a dajkacápákéhoz abban, hogy a nőstények késleltetik a kis cápák világra hozatalát, mégpedig úgy, hogy az uterusban tartja a tojásokat mindaddig, amíg azokat az utódok fel nem repesztik és csak utána születnek meg. A vemhességi időszakuk nem ismert, de egyes kutatók szerint minden második évben hoznak utódokat, amiknek a száma néhánytól akár kettőszázig is lehet. Az utódok fél méter körüli hosszúsággal születnek, feltételezhetően a nyílvizekben.

Thaiföldön, Indiában és az Indiai-óceánhoz kapcsolódó területeken a mai napig vadásszák a cetcápákat uszonyuk és húruk miatt. (Riley et al., 2009)

10.7. Rozsdás dajkacápa (*Ginglymostoma cirratum*)

Átlagosan két és fél méter körüliek a kifejlett hímek, a nőstények ennél kisebbek tízhúsz centiméterrel.

A száj felett hosszúkás bajusz-szerű bőrníványok vannak, a szemek dorsolaterális elhelyezkedésűek, a száj közvetlenül a szemek előtt találhatóak. A fark prekaudális része az állat hosszának körülbelül egy negyedét teszi ki. Az uszonyok szélesek, szélük lekerekített. Sárgásbarna és szürkésbarna színűek, a fiatal egyedeknél csíkok és pöttyök is lehetnek, ezek a minták ivarérett korukra eltűnik (6.melléklet 7.).

A dajkacápák eddigi ismert eloszlásuk alapján legalább három populációra oszlanak, ezek a Csendes-óceán nyugati, az Atlanti-óceán nyugati és keleti területei. A fajok közötti különbségek még nem tisztázottak. Az Atlanti-óceán nyugati részén élnek, Rhode Island-től dél-Brazíliaig.

Ez a faj a trópusi és szubtrópusi vizek partjai mentén az aljazaton él, gyakori, hogy egy méternél is sekélyebb vizekbe merészkedik.

Éjszakai aktivitású cápa, a nap közben pihenés alatt a homokzátványokon vagy barlangokban megtűrik egymást, de nem szociális állatok. Képes az aljazatban megkapaszkodni, ehhez az izmos mellúszóit használja, mintha csak kezei lennének.

A dajkacápák a legapróbb hanghullámokat is érzékelik, ez a képesség fokozatosan fejlődik az egyedek korának előrehaladtával.

Udvarlási és párzási viselkedést tanulmányoztak fogságban tartott állatoknál Klimley (1980) és természetes élőhelyükön Carrier, Pratt, Martin (1994). A fogságban a következőt tapasztalták: két példány párhuzamosan egymás mellett úsznak, a hím közvetlenül a nőstény mellett vagy kicsivel mögötte helyezkedik el. Az együtt úszás alatt, szájával a hím hirtelen megragadja a nőstény egyik mellúszóját és úgy forgatja, hogy a két állat egymással kilencven fokos szöveget zárjon be, majd a nőstényt a hátára fordítja az aljzaton. Ez után a hím a nőstény egyedfőlé úszik és az egyik ivarszervét a női egyedbe helyezi, ezt követően a saját hátára fordítja magukat és mozdulatlanul lebegnek. Ovoviviparok, azaz méhen belüli-fejlődésűek az utódok. Leggyakrabban késő tavasszal, nyáron jönnek a világra Florida partjainál. A méhen belüli tojások száma húsz, harminc között változik, a vemhességi időszak öt, hat hónap és csak minden második évben hoznak utódokat.

Nehézkesen táplálkoznak az aljzaton, zsákmányuk gerinctelenek, rákok, puhatestűek, kisebb halak, mint hering, tengeri harcsa, márna, papagájhal és tuskésráják lehetnek. A kis szájuk és a nagy harmonika-szerű garat teszi lehetővé, hogy hirtelen, nagy sebességgel szippantsák be a zsákmányt. Ez segít nekik kicsi, nappal gyors halakat elkapni éjszaka, amikor azok alszanak. Nagy, nehéz kagylókat felfordítja és kiszívja a csigát a házából vagy a házat rögzíti korallok között, aljzatban és egyszerűen kitepi a puhatestűt.

10.8. Tehénorrú rája (*Rhinoptera bonasus*)

Az állat teste közel kétszer olyan széles, mint hosszú, átlagosan kilencven centiméternél nem hosszabbak. A fej csúccsal előre álló rombusz alakra emlékeztet, aminek a két anterior oldalán emelkednek ki a szemek és a spirákulumok. A hasi oldalon a subrostralis régióban mélyen bevágott lebenyek találhatóak, amelyek a táplálkozásban fognak szerepet játszani. Ez a lebeny a mellúszóktól egy rövid bemetszéssel vannak elkülönülve. A farkuk gyakran sérül (letörik, leharapják), de egy egészséges példány esetében az állat testhosszának körülbelül háromszorosa. A hátúszó a eredésénél egy vagy több recés tüskét találhatunk, majd a farok, ami ostor szerűen elvékonyodik. Legáltalánosabb, hogy hét sorban helyezkednek a lapos, csiszoló-szerű fogak. A középén

elrendeződő fogak, legalább kétszer szélesebbek az oldalsóknál. Testük színe a homokhoz hasonló barnás-krémes sárga a dorsalis oldalon, a ventrálison pedig tört fehér (6.melléklet 8.).

Ez a faj csak az Atlanti-óceán nyugati részén a Mexikói-öböl, Karib-tenger térségében honos. A trópusi és meleg mérsékelt vizek bentoszi és epipelágikus zónáiban élnek, sekély öblökben.

Elevenzülők közé tartoznak, a vemhességi időszak változó. Általában az utódok száma egy, de jegyeztek már fel hatot is. BARKER 2006 A tehénorrú ráják táplálkozásában központi szerepe van a „cephalic lobe” azaz feji lebenynek. Alap állapotban a vízszintes lebeny belesimul az állat testének vonalába a hasi oldalon, észre sem vehető. A kora reggeli és késő délutáni órákban, mikor a látási viszonyok kedvezőek és a hullámvás is gyenge, akkor indulnak vadászni a sekély, parthoz közeli vizekbe. Az eddigi tapasztalatok alapján arra lehet következtetni, hogy kétszer ugyanott nem túrják a homokot táplálék után kutatva. Ásás során a feji lebenyek ritmusosan mozognak, előfordul, hogy aszinkron. A lebenyek körülbelül öt centiméter mélyen merítenek a homokból, majd öblítéssel kiüríti a homokot a szájüregből úszás közben. (Sasko et al., 2005)

Természetvédelmi helyzetük egyre nagyobb hangsúlyt kap világszerte. (Simpfendorfer et al., 2011)

10.9. Nagy ördög rája (*Manta birostris*)

Széles lapos fej, ennek központjában helyezkedik el a száj, a két „szarv” között. A farok rövid, eredésénél apró hátúszó segíti a stabilitást. A gerinc vonal lekerekítve kidudorodik az állat testén fejtől egészen a háti úszóig, ahol nincs tüske, mint a legtöbb rájánál. Háti és hasi mintázatuk egyedi, az különböző egyedek felismerésében segít. A mintázatot fekete és fehér nagyobb kiterjedésű felületi minták adják. Hatalmas távolságok megtételére képesek alacsony energia felhasználással. Ezt a nagy szárnyfesztávolságuknak köszönhetik, ami elegendő erőt ad ahhoz, hogy könnyedén elérjék a 2.8 m/s-os sebességet. (Moored et al., 2011) A pectoralis uszonyok fesztávolsága átlagosan négy és fél, öt méter, körülbelül két-két és félszer hosszabb, mint az állat teste. A fej a mellúszók síkjából kissé kiemelkedik, a szemek és spiraculumok pedig a fejen laterálisan

helyezkednek el. A spiraculumok különböznek az embriónál és újszülötteknél (elliptikus, a szelep belül) a felnőttekétől (hasíték alakú, szinte zárt) (Tomita et al., 2012). Az állat fején elől található „szarvak” (amiről a nevét is kapta) a mellúszókból különült el az evolúció során. Ennek funkciója, hogy a planktonban gazdag vizet a szájába irányítsa. Tüskével nem rendelkeznek, annak helyén gerinccsigolya kitüremkedés található.

A már említett közép állású szájban az alsó állkapcsón számos apró, lapos fog sorakozik kettőszáz-kettőszázötven keresztirányú sorban. A felső állkapocs szélessége megegyezik az alsó állkapocs fogakkal borított részével, bár itt nincsenek fogak. A bőr felületén két megvastagodott fog-szerű terület látható.

A nagy ördög rája testének dorsalis oldala fekete, gyakran láthatóak fehér pöttyök, foltok a „szárnyak” posterior végén, esetleg háromszög formájú alakzat a test közép tájékán. A ventralis oldal alapszíne fehér, a mellúszók eredésénél fekete foltok is sokszor borítják (6.melléklet 9.).

A bolygónk legtöbb trópusi, szubtrópusi, olykor mérsékelt tengerében megtalálható valamelyik alfajuk. Ezek az epipelágikus, bentopelágikus zónákban élő fajok gyakran találhatóak meg szigetek, kontinensek partjainál és a nyílt vízben egyaránt. Kedvelik a mélyből feláramló planktonban gazdag vizeket, emiatt gyakran nagyobb csoportokba verődve szűrik a vizet. Sok egyedet vonz oda a táplálék, így alkalom nyílik a párosodásra és az út alatt összeszedett parazitáktól való megszabadulásra. A munkát tisztogatórákok végzik az úgynevezett tisztítóállomásokon.

Elevenszülő állatok, egyetlen utódot hoznak a világra, nagyon ritka eset az, amikor kettőt. Ellentétben az emlősökkel vagy más porcos halakkal, melyek a placentán és a köldökszinóron keresztül jutnak oxigénhez, a manta embriónak nincsen közvetlen kapcsolata a nőténnyel. Az oxigénhez hasonló módon jut hozzá, mint a vízben lerakott tojásokból kikelő egyedek. Az őt körülvevő folyadékból. (Tomita et al., 2012)

A kicsik százhusz-száznegyven centiméteresen születnek meg, súlyuk ekkor tizenhárom kilogramm körül van. Megközelítőleg húsz évig élnek.

Az IUCN (International Union for the Conservation of Nature) vörös listáján szerepel, mint kihalás szélén álló faj, a populációk méretének és számának rohamos csökkenése miatt. A lassan az egész bolygóra kiterjedő védelmük ellenére is halásszák Mexikóban

cápa csalinak és emberi fogyasztásra, Ázsiában pedig a szárított kopoltyúk eladásából élnek sokan. (Graham et al., 2012)

10.10. Közönséges ördögrája (*Mobula mobular*)

A test nagyjából rombusz alakú, két-két és félszer szélesebb, mint amilyen hosszú. Szárnyfesztávolságuk öt méter körüli a kifejlett egyedeknek. A fejdombon találhatóak laterálisan a szemek, mögöttük pedig a spiraculumok. A fejen található két, szarv-szerű lebeny kialakulása a pectorális úszók anterior részéből elkülönülő darabokból alakult ki. Ezek között van a széles, alsó állású száj. A rengeteg apró, lapos fog százötven-százhatvan sorba rendeződve helyezkedik el az állkapocsban, ezzel lefedve annak háromnegyedét. A farok hosszú, ostor-szerűen elvékonyodik, hossza megegyezik az állat szárnyfesztávolságával. Az apró háti úszó tövénél, a farokkal párhuzamosan egy vagy több hosszú, fogazott tüske található. Háti oldaluk kékes-fekete, néha egy világos csík metszi át a nyaki részt keresztbe. A hasi oldal fehér, de fekete foltok lehetnek rajta. A foltok és a mintázat azonosító bélyegként szolgál a kutatók számára (6.melléklet 10).

Az ördög ráják gyakran találhatóak párokban vagy kisebb csoportokban a feláramló meleg, tápanyagban gazdag áramlatoknál. Szűrőgetőek, táplálékuk planktonok és kisebb halak. Vándorlásuk során a felszínhez közel úsznak, már méteres mélységben.

Elevenzülő (vivipár) állatok, egyetlen utódnak ad életet egy nőstény.

10.11. Fűrészcsés rája (*Pristis pristis*)

Négy és fél öt méter hosszúra nőhetnek meg a fűrészcsészel együtt. A fűrészcsés rája jellegzetes fogazott rostruma az állat testhosszának negyedét teszi ki. Ezen tizenöt-húsz pár, egymással szemben álló fog található. Első ránézésre könnyen összetéveszthető a fűrészcsés cápával (*Pristophorus* sp.), de a cápáknál a kopoltyú nyílás laterálisan kapott helyet az evolúció során és nem ventrálisan. Egy másik különbség még az is, hogy a cápáknál a fűrészcsés orr rész fogai aszimmetrikus elrendezésűek (6.melléklet 11.). A cápa jellegű külsőhöz hozzájárul még a hosszú, masszív farok rész és a két különálló, hasonló méretű hátúszók. A mellúszók nem nagyok, az eredetiek fuzionáltak a fej posterior részével. Az orrlyukak külön váltak a szájnyílástól. Zöldes-sárga színűek a hátukon és oldalt, a hasi oldal fehéres.

Az Atlanti-óceán északkeleti részének trópusi, szubtrópusi vizeiben, nyugat Afrikában Angolától Portugáliáig elterjedt. Puha aljzatú, sekély, folyótorkolatok brakkvizeiben él, ahol az édes és sós víz találkozik.

Szaporodásával kapcsolatban annyit tudunk, hogy elevenszülő.

Gerinctelenekkel és kisebb halakkal táplálkozik, a fűrészkes orrát használja vadászatkor. A halrajokba csap vele, hogy megsebesítse őket, majd elkapja a sérült példányokat.

10.12. Márványos zsibbasztórája (*Torpedo marmorata*)

A testük többé-kevésbé kör alakú, maximális hosszúságuk alig fél méter. A farok rész rövid, zömök és masszív, rajta két különálló hátúszó található. Ezek közül az első egy kicsivel mindig nagyobb, mint a második hátúszó. A farok végén úszó található. A spirákulumok széle hat-nyolc egyenlő hosszúságú, apró karral van körbevéve. Ezek határozóbélyegként szolgálnak. A barnás-sárga alapszínen az egész állat testét beborító pöttyök, foltok találhatóak (6.melléklet 12.).

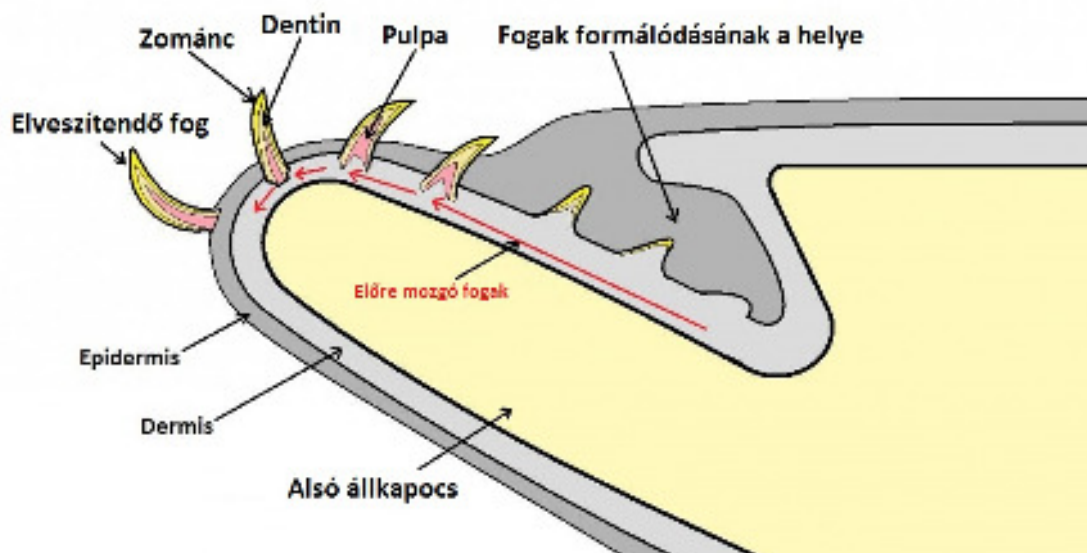
Elterjedési területük dél-Afrikától északi irányba haladva egészen az angol partokig. Általában nem találhatóak meg negyven méter alatt, kedvelik a homokos és kavicsos aljzatot.

Elevenszülő állatok, tíz hónapos vemhesség után november és december közötti időszakban öt-harminc utódot hoznak a világra.

11. Melléklet:



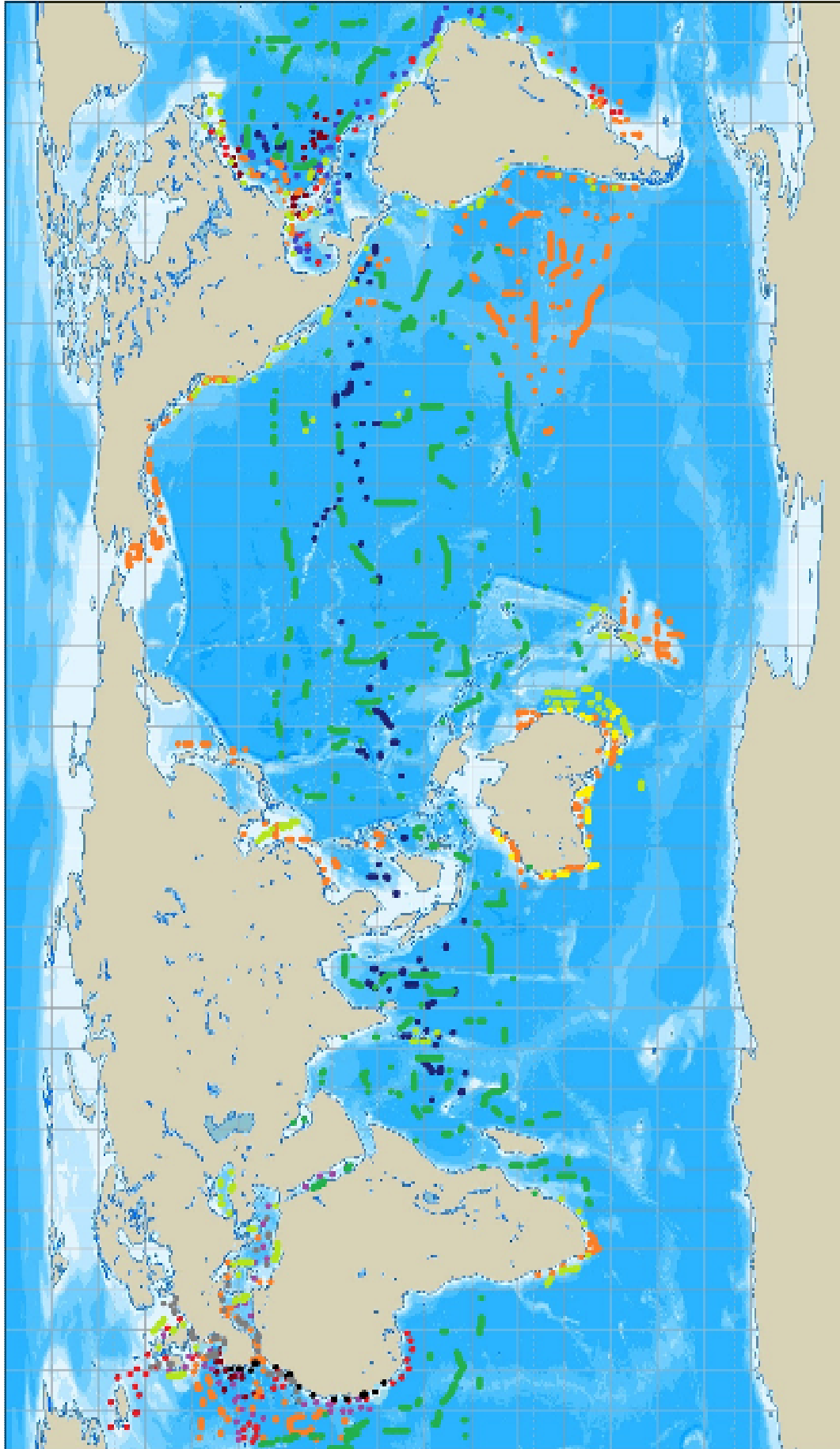
1 melléklet; A pislogó hártya védi a szemet támadáskor.(Charles Maxwell, 1998)



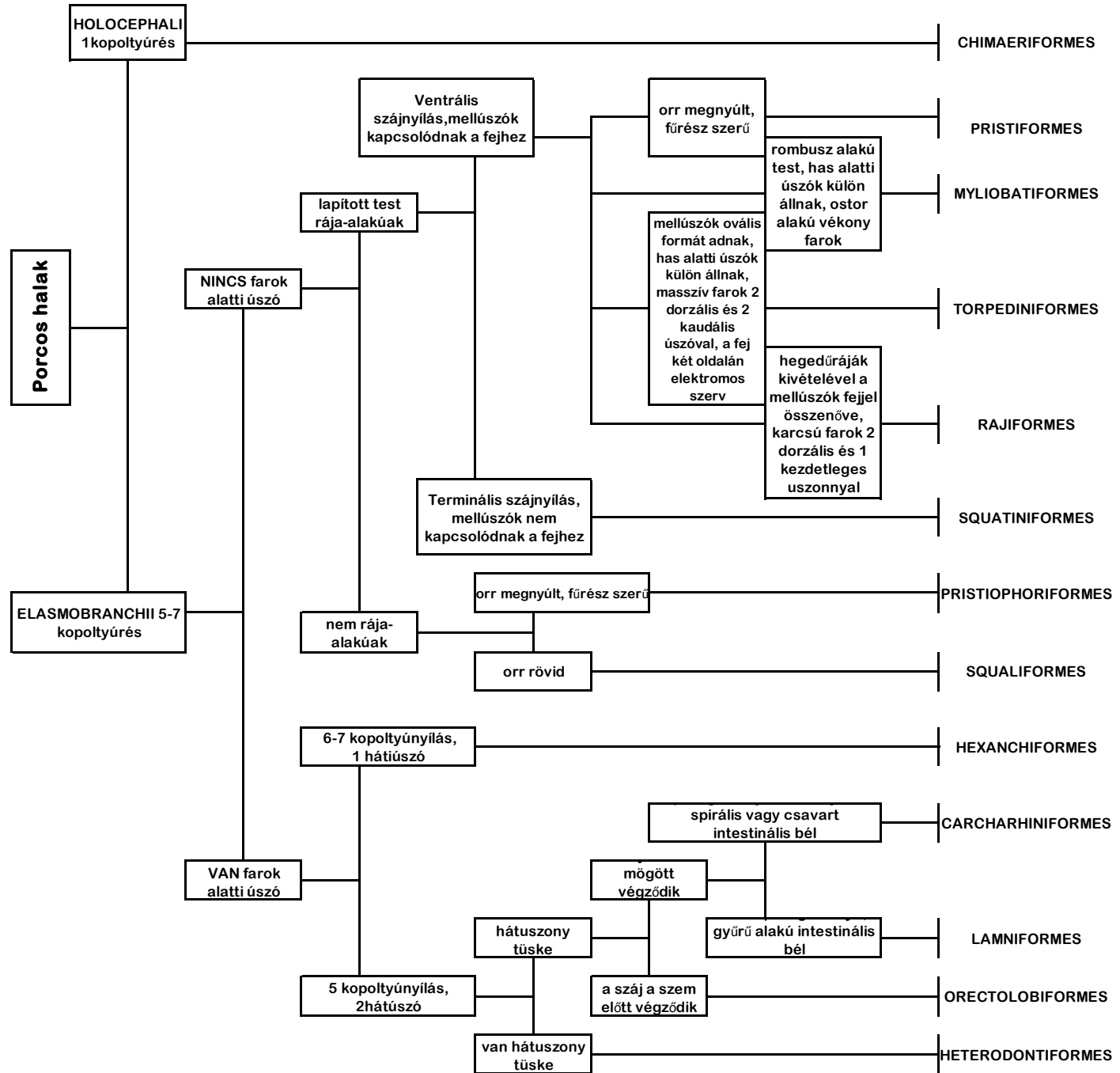
2. melléklet; A revolver fogazat, fogak keletkezése (saját ábra Oliver Dubock ábrája alapján)

			Méret	Elterjedés	Életmód	Táplálék
1	Tigris cápa	<i>Galeocerdo cuvier</i>	4,5m	Trópusi és meleg tengerekben, homokos partokon	part menti vizekben	halak, rákok, puhatestűek, medúza
2	Csipkés pörölycápa	<i>Sphyrna lewini</i>	3,5m	Trópusi és meleg tengerek	nyíltvíz	ráják, halak
3	Nagy fehér cápa	<i>Carcharodon carcharias</i>	5m	Alaszkától Magellán-szorosig bárhol, fő területek: NY-, K-Csendes-óceán, NY-D-Amerika, K-USA, D-Afrika,	nyílt és part menti vizekben, vándor	gerincesek, gerinctelenek, tintahal, elefántfóka, szürke bálna borjú, tengeri emlősök, ráják, tengeri madarak, polipok, rákok, tengeri teknősök, mako-, homoki tigris-, macska-cápa
4	Ausztrál bikacápa	<i>Heterodontus portusjacksoni</i>	1,4m	Csendes-óceán DNY-i része, Ausztrália mérsékelt és szubtrópus, Tazmánia	part menti vizekben, éjszaka aktív	gerinctelenek, tüskésbőrűek, puhatestűek, kisebb halak
5	Róka cápa	<i>Alopias vulpinus</i>	4,5m	Ált. mérsékelt övek vizeiben, trópusitól a hideg mérsékeltig, Kanada és Magellán szoros között mindenhol	nyílt és part menti vizekben	hering, szardínia, makréla, lepényhal, tintahal, rák, ritkán tengeri madarak
6	Cetcápa	<i>Rhynchodon typus</i>	12m	Trópusi és meleg tengerekben, mindenhol	nyílt vizekben, epipelágikus, neritikus, vándor	plankton, makréla, szardínia, tintahal, tonhal
7	Rozsdás dajkacápa	<i>Ginglymestoma cirratum</i>	2,5m	USA K-i és Karib-tenger partvidéke, ÉK-D-Amerika trópusi és szubtrópusi vizekben	mangrove erdőkben, homokos aljazaton, korallzátonyok között	gerinctelenek, homár, garnéla, rákok, tintahal, polip, puhatestűek, hering, papagájhal, tüskés rája
8	Tehénorrú rája	<i>Rhinoptera bonasus</i>	1m	Trópusi meleg vizek, Karib-tenger	nyílt víz, vándorlás	halak, puhatestűek
9	Nagy ördög rája	<i>Manta birostris</i>	6,5m	trópusi és meleg tengerek, ritkán mérsékelt övben 3óceán,	nyílt víz, vándorlás epipelágikus, bentopelágikus vándorlás	zooplankton
10	Ördög rája	<i>Mobula mobular</i>	5m	trópusi és meleg tengerek	sekély-nyílt víz, vándorlás	zooplankton, apró halak
11	Fűrészkes rája	<i>Pristis pristis</i>	4,5m	É-Atlanti-óceán keleti része, trópusi és szubtrópusi tengerek, NY-Afrika,	aljzati életmód, brach vizekben, folyók torkolatánál	halak, puhatestűek
12	Márványos zsiszbasztórája	<i>Torpedo marmorata</i>	0,6m	K-Atlanti-óceán, D-Afrika, É-tenger déli részén, mérsékelt, meleg tengerek	bentikus, fenék lakó	halak

3. számú melléklet

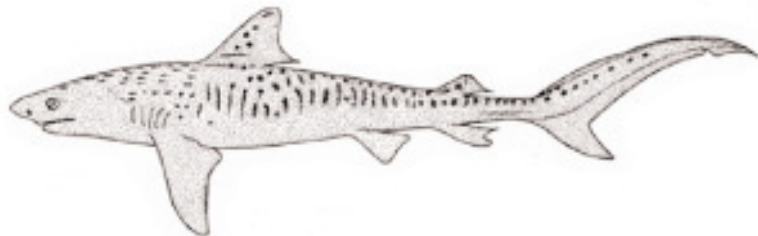


4. számú melléklet

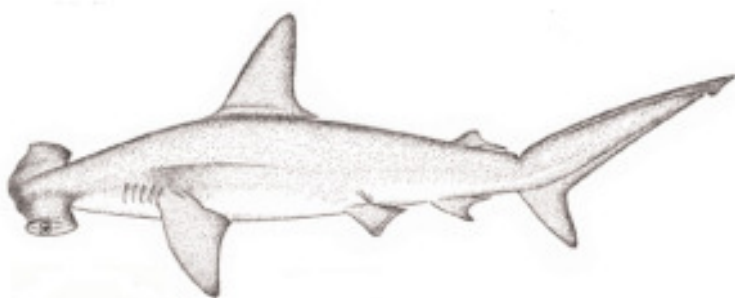


6.számú melléklet; A 12 faj és azok fogazata/állkapcsa (Media galery of Los Angeles Natural History Museum + FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 7)

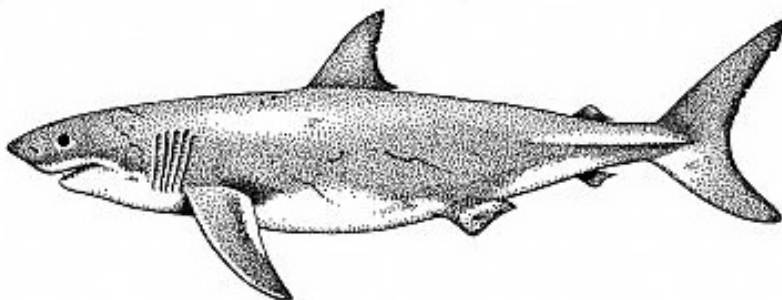
1.



2.



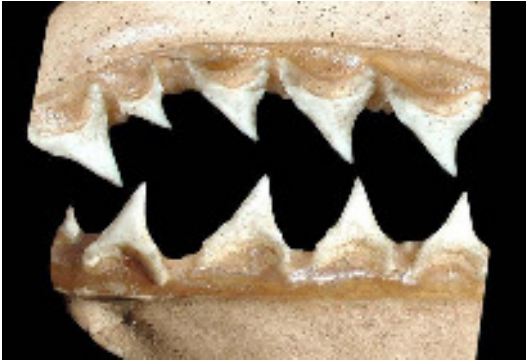
3.



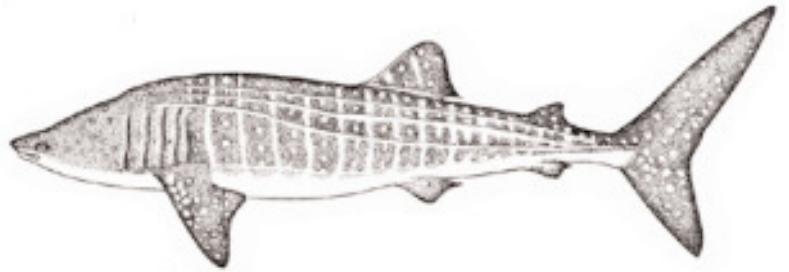
4.



5.



6.



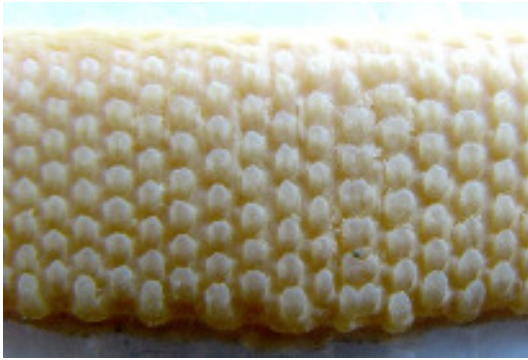
7.



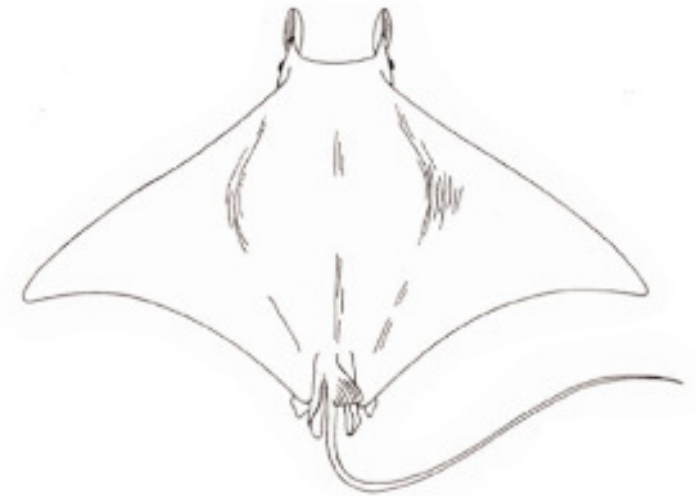
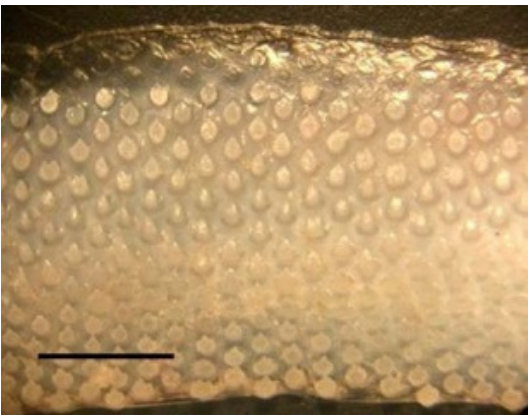
8.



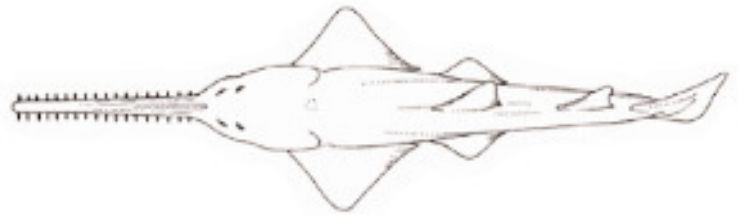
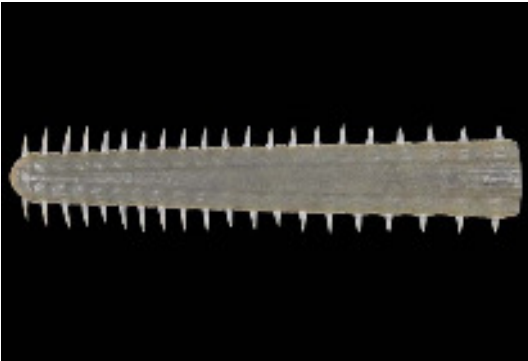
9.



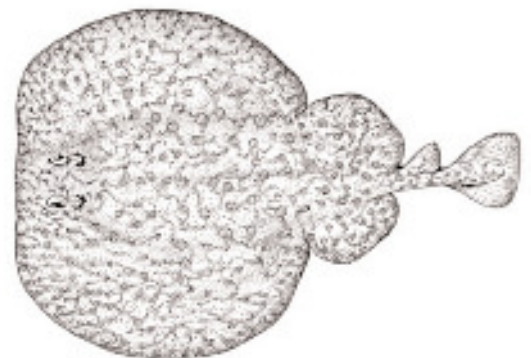
10.

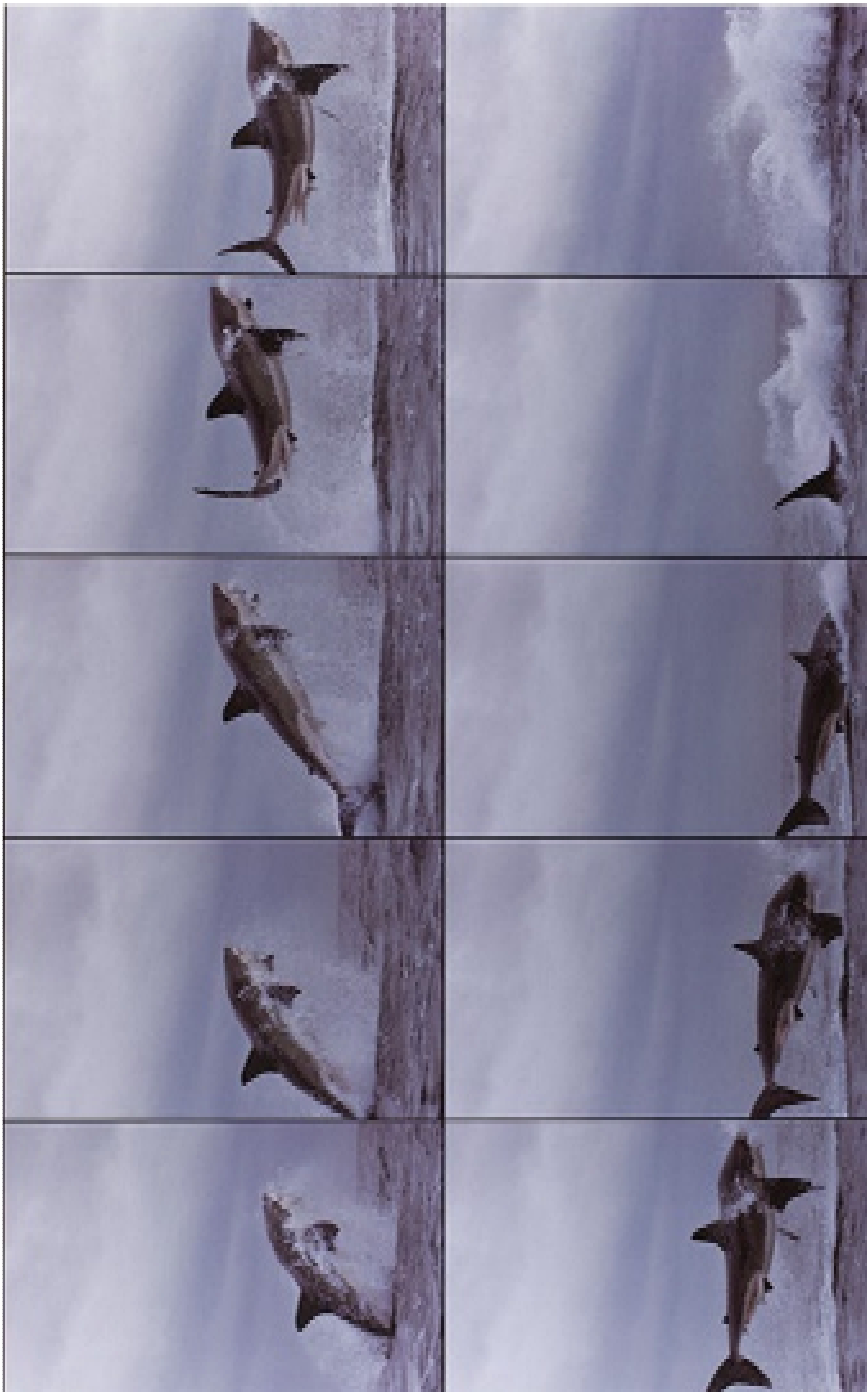


11.



12.





5. számú melléklet photo: Eric Cheng, Dél-Afrika, Fehért cápa „breaching”

NYILATKOZAT

Alulírott, biológia bsc szakos hallgatóként, kijelentem, hogy a szakdolgozatban foglaltak saját munkám eredményei, és csak a hivatkozott forrásokat (szakirodalom, eszközök, stb.) használtam fel.

Mucsi Dávid Gábor

aláírás

Szeged, 2016.04.20.

12. Irodalomjegyzék

David A. Ebert, Pacific Shark Research Center, Moss Landing Marine Laboratories, Moss Landing, Matthias F. W. Stehmann (2013) Sharks, Batoids and Chimaeras of the North Atlantic, FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 7

Leonard J.V. Compagno (2012) Sharks of the World, FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 1, Vol. 2

K.M. Duncan, A.P. Martin, B.W. Bowen and H.G. de Couet (2006) Global phylogeography of the scalloped hammer head shark (*Sphyrna lewini*)

Demian D Chapman, Mahmood S Shivji, Ed Louis, Julie Sommer, Hugh Fletcher, Paulo A Prodöhl (2007) Virgin birth in a hammerhead shark

Salvador J. Jorgensen, Carol A. Reeb, Taylor K. Chapple, Scot Anderson, Christopher Perle, Sean R. Van Sommeran, Callaghan Fritz-Cope, Adam C. Brown, A. Peter Klimley, Barbara A. Block (2009) Philopatry and migration of Pacific white sharks

Michael L. Domeier, Nicole Nasby-Lucas Pflieger (2008) Migration patterns of white sharks *Carcharodon carcharias* tagged at Guadalupe Island, Mexico, and identification of an eastern Pacific shared offshore foraging area

Kevin C. Weng, John B. O'Sullivan, Christopher G. Lowe, Chuck E. Winkler, Heidi Dewar, Barbara A. (2007) Movements, behavior and habitat preferences of juvenile white sharks *Carcharodon carcharias* in the eastern Pacific

Heather M. Christiansen, Victor Lin, Sho Tanaka, Anatoly Velikanov, Henry F. Mollet, Sabine P. Wintner, Sonja V. Fordham, Aaron T. Fisk, Nigel E. Hussey (2014) The Last Frontier: Catch Records of White Sharks (*Carcharodon carcharias*) in the Northwest Pacific Ocean

James Hirsch (2001) The Great White Shark, Introduces the physical characteristics, behavior, habitat, and life cycle of the great white shark p.22

Antonella Preti, Susan E. Smith, Darlene A. Ramon (2001) Feeding habits of common thresher shark (*Alopias vulpinus*) sampled from the California-based drift gill net fishery, 1998-1999 Vol.4

Simon P. Oliver , John R. Turner, Klemens Gann, Medel Silvosa, Tim D'Urban Jackson
(2013) Thresher Sharks Use Tail-Slaps as a Hunting Strategy

John P. Tyminski , Rafael de la Parra-Venegas,Jaime González Cano, Robert E. Hueter
(2015) Vertical Movements and Patterns in Diving Behavior of Whale Sharks as
Revealed by Pop-Up Satellite Tags in the Eastern Gulf of Mexico

Morgan J. Riley, Adam Harman, Richard G. Rees (2009) Evidence of continued hunting of
whale sharks *Rhincodon typus* in the Maldives

Desirée E. Sasko, Mason N. Dean, Philip J. Motta, Robert E. Hueter (2005) Prey capture
behavior and kinematics of the Atlantic cownose ray,(*Rhinoptera bonasus*)

K.W. Moored, T.H. Kemp, N.E. Houle, H. Bart-Smith (2011) Analytical predictions,
optimization, and design of a tensegrity-based artificial pectoral fin

Taketeru Tomita, Minoru Toda, Keiichi Ueda, Senzo Uchida, Kazuhiro Nakaya (2012) Live-
bearing manta ray: how the embryo acquires oxygen without placenta and umbilical cord

Rachel T. Graham, Matthew J. Witt, Dan W. Castellanos, Francisco Remolina, Sara
Maxwell, Brendan J. Godley, Lucy A. Hawkes (2012) Satellite Tracking of Manta Rays
Highlights Challenges to Their Conservation

C. A. Simpfendorfer, M. R. Heupel, W. T. White and N. K. Dulvy (2011) The importance of
research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a
synthesis

Thomas P. Peschak,Michael C. Scholl (2006) South Africa's Great White Shark

Joseph S. Nelson 2006 Fishes of the World IV.Edition

Leonard J.V. Compagno 2002 Shark of the World Vol.2

Liam J. Rasch, Kyle J. Martin, Rory L. Cooper, Brian D. Metscher, Charlie J.
Underwood, Gareth J. (2016) FraserAn ancient dental gene set governs
development and continuous regeneration of teeth in sharks

T.H. Frazzetta (1988) The mechanics of cutting and the form of shark teeth
(Chondrichthyes, Elasmobranchii)

J.Y. Sire, T. Davit-Beal, S. Delgado, C. Van Der Heyden, A. Huysseune (2002) First-generation teeth in nonmammalian lineages: evidence for a conserved ancestral character?

Meredith Smith (2003) Vertebrate dentitions at the origin of jaws: when and how pattern evolved

D.E. Lieberman, B.K. Hall (2007) The evolutionary developmental biology of tinkering: an introduction to the challenge

G. Bock, J. Goode (Eds.), (2007) Tinkering: The Microevolution of Development pp. 1–19

H. Botella (2006) The oldest fossil evidence of dental lamina in sharks J. Vertebr. Paleontol., 26 pp. 1002–1003

J.G. Maisey, S. Turner, G.J. Naylor, R.F. Miller (2014) Dental patterning in the earliest sharks: Implications for tooth evolution

Romer, Alfred Sherwood; Parsons, Thomas S. (1977). The Vertebrate Body. Philadelphia, PA: Holt-Saunders International.

Hamlett, W. C. (1999f). Sharks, Skates and Rays: The Biology of Elasmobranch Fishes. Johns Hopkins University Press

Mason N. Dean*, Philip J. Motta (2004) Feeding behavior and kinematics of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Batoidea)

Robert Cerny, Maria Cattell, Tatjana Sauka-Spengler, Marianne Bronner-Fraser, Feiqiao Yu, and Daniel Meulemans Medeiros, (2010) Evidence for the prepattern/cooption model of vertebrate jaw evolution

Rebecca Kagle (2008) The evolutionary steps of fish

Frank Stephenson (1995) When fish bite Florida State University

Charlie J. Underwood, Zerina Johanson, Monique Welten, Brian Metscher, Liam J. Rasch, Gareth J. Fraser, Moya Meredith Smith (2015) Development and Evolution of Dentition Pattern and Tooth Order in the Skates And Rays (Batoidea; Chondrichthyes)

Gil G. Rosenthal 2002 Animal Sciences

T.H. Frazzetta (1988) The mechanics of cutting and the form of shark teeth (Chondrichthyes, Elasmobranchii)

Charlie J. Underwood, Zerina Johanson, Monique Welten, Brian Metscher, Liam J. Rasch, Gareth J. Fraser, Moya Meredith Smith (2015) Development and Evolution of Dentition Pattern and Tooth Order in the Skates And Rays (Batoidea; Chondrichthyes)

Rosenthal, Gil G. (2002) Cartilaginous fishes

Robert Cerny, Maria Cattell, Tatjana Sauka-Spengler, Marianne Bronner-Fraser, Feiqiao Yu, and Daniel Meulemans Medeiros (2010) Evidence for the prepattern/cooption model of vertebrate jaw evolution

A W Lang, P Motta, P Hidalgo and M Westcott (2008) Bristled shark skin: a microgeometry for boundary layer control?

Internetes források:

- (1)- <http://serendip.brynmawr.edu/exchange/node/1904#8>
- (2)- <http://www.divecenter.hu/hir/2313/page=2>
- (3)-Dr. Elter Tamás 2010 Cápaenciklopédia: cáparendszer
- (4)- <http://tamop412a.ttk.pte.hu/files/biologia5/Evolucio/chunks/ch14s08.html>
- (5)- <http://www.fao.org/docrep/006/y5261e/y5261e08.htm>
- (6)-<http://omega-diver.hu/?page=capak-vilaga-v.-szaporodas>
- (7)-http://www.elasmo-research.org/education/evolution/geologic_time.htm
- (8)- <http://inside.ucumberlands.edu/academics/biology/faculty/kuss//courses/skeletal%20system/skullChondrichthyes.htm>
- (9)-http://www.iucnredlist.org/-12faj_jellemzéséhez_használtam
- (10)-<http://photos.echeng.com/keyword/229274;fine%20art/>

Köszönetnyilvánítás

Szakedolgozatom megvalósításában a segítségért köszönet illeti a külső konzulensem Dr. Farkas Jánost, a belső konzulensem Sótiné Dr. Bagyánszki Máriát és Dr. Németh Szabolcsot a Magyar Tengerbiológia Társaság elnökét. Szeretném megköszönni neki, hogy elláttak hasznos tanácsokkal, és hogy bármikor fordulhattam hozzájuk kérdésekkel.

Köszönöm a türelmét és nagymértékű szellemi támogatását családomnak.

Köszönet mindazon kutatóknak, tudósoknak, akiknek az eddigi munkái hozzásegítettek a szakedolgozatom megírásához.