

TOVÁBBI VIZSGÁLATOK HAZAI CSONTOSHALAK AGYVELEJÉNEK ANATÓMIÁJA ÉS AZ ÉLETMÓDJA KÖZÖTTI ÖSSZEFÜGGÉSEKRŐL

Dr. BENDE SÁNDOR

I. Bevezetés

A halak agyvelejével foglalkozó első tanulmányom „A ponty agyvelejének makroszkópos anatómiája” című dolgozatom volt. A ponty agyvelejének a tanulmányozása során többször felmerült bennem az a kérdés, hogy vajon a különböző tényezők, amilyen a rendszertani hely (genetikai tényező), a fajlagos termet (morfo-fiziológiai tényező) és az életmód (ökológiai tényező) milyen módon befolyásolják a többi hazai halunk agyvelejének az alakulását. Érdeklődésemet méginkább fokozta az irodalom tanulmányozása, s annak szükségszerűsége, hogy a ponty agyvelejének mikroszkópos anatómiai feldolgozásához és értékeléséhez összehasonlító anyagot kapjak. Ezen indítékok alapján írtam meg és közöltem főiskolánk évkönyvének VIII. kötetében „Összefüggések a hazai csontoshalak agyvelejének anatómiája és az életmód között” című értekezésemet. Ebben a dolgozatomban 18 halfaj agyvelejének az anatómiáját dolgoztam fel, ill. értékeltem az anatómiai viszonyok és az életmód kölcsönhatását. Ha az említett dolgozatban szereplő halfajokat áttekintjük, világossá válik, hogy általában könnyen fogható és gyakori fajokról van szó. Jelen közleményemben újabb 8 halfaj agyvelejének és életmódjának az összefüggéseiről írok. Ezek között olyanok is vannak, melyek sokkal ritkábbak vizeinkben, beszerzésük körülményesebb, több segítséget igényel. Ezért a segítségért kell kötelezően köszönetet mondanom, ezen a helyen is a Nemzeti Múzeum Állattárának, a szegedi József Attila Tudományegyetem Állattani Intézetének, a Szegedi Tanárképző Főiskola Állattani Tanszékének és nem utolsósorban a Garadnai Pisztángos Gazdaságnak, ahol másirányú vizsgálatokat is módomban áll folytatni.

Mivel jelen dolgozatom a „Ponty agyvelejének makroszkópos anatómiája” című értekezésemre épül és az „Összefüggések a hazai csontoshalak agyvelejének anatómiája és az életmód között” című munkám szerves folytatása, felhívom rájuk az olvasók szíves figyelmét.

II. A vizsgálati anyag

Ordo: Physostomi

Familia: Salmonidae

1. *Salmo irideus* Gibb. — Szivárványos pisztráng
2. *Salmo fario* L. — Sebes pisztráng

Familia: Cyprinidae

3. *Tinca tinca* Cuv. — Nyálkás compó
4. *Barbus Petényi* Heck. — Petényi márna
5. *Aspius aspius* Ag. — Ragadozó ön
6. *Leuciscus idus* Heck. — Ónos jáász
7. *Phoxinus phoxinus* L. — Fúrge cselle

Familia: Anguillidae

8. *Anguilla anguilla* L. — Síkos angolna

III. Vizsgálati eredmények

A) Medulla oblongata

1. *Salmo irideus*:

A nyúltagyból dorsalisán alig látható valami. Ennek egyrészt abban van az oka, hogy a gerincvelőnél alig vastagabb, másrészt abban, hogy a caput cerebelli mintegy 3/4 részét betakarja. Tanulmányozásához tehát szükséges a caput cerebelli lemetszése. A caput cerebelli lemetszése után kitűnik, hogy a többi ragadozó halhoz hasonlóan (*Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Lucioperca lucioperca* stb.) a fossa ventriculi egészen szűk rés formájában halad végig a nyúltagyon. A nyúltagy viscerosensibilis zónája ugyanúgy, mint a csukánál, nem lobusokat, hanem labium viscerosensibilis IX—X.-et alkot. A nyúltagy szárnylemezei nem nőttek össze a fejlődés során, így a fossa rhomboideának nem különíthető el oralis és caudalis része, persze az előbbi ok következtében, nem fejlődött ki a nyúltagy tuberculum imparja sem.

2. *Salmo fario*:

A nyúltagyat ugyanolyan viszonyok jellemzik, mint a *Salmo irideus*nál.

3. Tinca tinca:

Dorsalis oldaláról nézve az agyat, a nyúltagy csaknem egész terjedelmében szabadon látszik. Csupán a ventriculus quartus pars anterior-ját fedi be a caput cerebelli. A medulla oblongata ventralis felszínét nézve valóban „nyúlt” agyszakasz. Ezen a felszínén a hosszúsága olyan, mint a többi agyszakasz együttesen.

A Tinca tinca nyúltagyára jellemző a lobus viscerosensibilis IX—X. és a tuberculum impar erős fejlettsége, azonban a lobus viscerosensibilis nem éri el a lobus opticus nagyságát, úgy mint ahogyan ezt a Cyprinus carpio-nál tapasztaljuk. Viszont a tuberculum impar sokkal nagyobb a többi agyszakaszhoz viszonyítva, mint más pontyféléknél. Egész terjedelmében szabadon látható, gömb alakú test. A fossa rhomboidea középső részébe illeszkedik bele, miközben a kétoldali, vese alakú lobus viscerosensibilis IX—X. oralis csúcsait erősen széjjeltolja, s a rombusz árok caudalis részének csak egészen keskeny, háromszög alakú részét hagyja szabadon.

A lobus viscerosensibilis IX—X. caudalis csúcsai alatt jól kivehető a commissura infimae, melytől caudo-lateralisan az eminentia somatosensibilis fokozatosan simul bele a gerincvelő dorsalis felszínébe.

4. Barbus Petényi:

A nyúltagynak csak egészen kis része látszik dorsalisán, mivel a rendkívüli mértékben nagy corpus cerebelli csaknem elfedi. Ha a corpus cerebellit felemeljük, illetve lemetsszük, előtűnik a nyúltagy legtetemesebb részét kitevő tuberculum impar. A tuberculum impar az erősen kiszélesedő fossa ventriculi IV-be illeszkedik bele. Jól látható, amint oralis végéből vastag kötegek alakjában kiindulnak a nervus facialisok.

Lobus viscerosensibilis IX—X. a Barbus Petényinél egyáltalán nincs kifejlődve. A viscerosensibilis zóna, úgy mint az Esox luciusnál, a fossa ventriculi IV. két oldalát szegélyező ajakként (labium viscerosensibilis IX—X.) alakult.

5. Aspius aspius:

A fossa ventriculi IV. egészen szűk rés. A lobus viscerosensibilis IX—X.-nek nyomát sem látni. A fossa ventriculit keskeny labium viscerosensibilisek határolják. A szárnylemezek összeolvadása azonban végbement a fejlődés során, aminek következtében kialakult a tuberculum impar. Viszont ez nagyon kicsi képződmény a többi pontyfélék hasonló agyrészéhez viszonyítva. Ismeretes, hogy a ragadozó halaknak, amilyenek pl. a csuka, a sügérfélék, vagy az előbbieken ismertetett pisztrángok egyáltalán nincs tuberculum imparja. Az Aspius aspius elenyészően kicsiny tuberculum imparja így feltétlenül ragadozó természetűre utal.

6. *Leuciscus idus*:

A medulla oblongata karcsú agyszakasz. Ez abból következik, hogy a lobus viscerosensibilis IX—X. csak enyhe duzzanat formájában mutatkozik. A kerek, mérsékelt nagyságú tuberculum impar teljesen kitér a ventriculus quartus pars anteriorját, a pars posterior viszont tág, szív alakú, mély hasadék a tuberculum impar és a kétoldali lobus viscerosensibilis IX—X. által bezárt területen. A rombuszárak caudalis részét áthidaló, széles pánt alakú commissura infimae, teljesen szabadon látható.

7. *Phoxinus phoxinus*:

A nyúltagy felülnézetben háromszög alakú. A lobus viscerosensibilis IX—X., ugyanúgy mint a *Barbus Petényinél* és a már eddig sokat emlegetett ragadozó halaknál, csupán enyhe, ajakszerű duzzanat a fossa rhomboidea oldalain. A fossa rhomboidea eléggé keskeny mélyedés. Orolis része enyhén kiszélesedik. Ebbe a tágasabb részébe fekszik bele az egyik oldali labium viscerosensibilis nagyságával egyező, tehát meglehetősen kicsi, tojás alakú tuberculum impar. A corpus cerebelli alig hajlik fölé, így csaknem egész terjedelmében látható.

8. *Anguilla anguilla*:

Az *Anguilla anguilla* nyúltagya hosszú, karcsú agyszakasz. A fossa ventriculi IV. meglehetősen tág, egész lefutásában egyforma szélességű árok, melyet keskeny ajkak formájában szegélyeznek a nyúltagy szárnylemezei. A lobus viscerosensibilis IX—X.-nek nyomát sem látjuk. A szárnylemezek összeolvadása elmaradt, következésképpen tuberculum impar sem alakult ki. Azt azonban megemlíthetjük, hogy a labium viscerosensibilis a fossa rhomboidea közepe táján vastagabb, mint másutt.

B) Cerebellum et Mesencephalon

1. *Salmo irideus*:

A *Salmo irideus* agyvelejét a cerebellum és a mesencephalon uralja. Mögöttük minden más agyszakasz háttérbe szorul.

A caput cerebelli nem emelkedik magasabbra, mint az előtte fekvő agyszakaszok, sőt caudalis vége annyira hátra- és lehajlik a nyúltagy felé, hogy a collum cerebellivel mintegy 45°-os szöveget zár be. Ez különösen akkor szembetűnő, ha az agyvelőt oldalról szemléljük. A valvula cerebelliből preparálás nélkül semmi sem látszik. A tectum opticum teljesen befedi.

A lobus opticusok felülnézetben, gömbölyded-ovális testek. Az egyik oldali lobus opticus felszíne kb. olyan területű, mint a corpus cerebellié. A kétoldali lobus opticus a fissura intertectalis mentén teljesen összeér.

A torus longitudinalisok szorosan egymáshoz simulva futnak a fissura intertectalis alján.

Ha lemetsszük a tectum opticumot, szinte meglepetéssel tapasztaljuk azt a hasonlóságot, amit az *Esox lucius* és a *Salmo irideus* agyveleje mutat. A valvula cerebelli a *Salmo irideus*-nál is csak kis részét tölti ki a középagy üregének. A valvulának ugyanúgy nem lehet lobus medialisát és lobus lateralisát elkülöníteni, mint a csukánál, hanem a valvula cerebelli colliculus anteriorra és colliculus posteriorra különül. A lobus opticusok belső felülete sugarasan redőzött. A torus semicircularisok lapos, vese alakú duzzanatok. A valvula cerebelli alig takar el belőlük valamit. A torusok lapossága és a valvula cerebelli aránylag kisebb terjedelme folytán a középagy ürege nagy. A torus semicircularisok medialis szélének a közepéről, mint a csukánál, erős tractus colliculi posteriorres halad a colliculus posteriorhoz.

2. *Salmo fario*:

A *Salmo irideus* és a *Salmo fario* cerebellumja és mesencephalonja között nincs lényeges különbség.

3. *Tinca tinca*:

Az agyvelő egész habitusát tekintve, a tectum opticum dominantíája mutatkozik. A lobus opticusok egyenként is nagyobb felszínűek, mint a corpus cerebelli.

A corpus cerebelli felülnézetben olyan korongnak látszik, amely rá van illesztve az egyenes állású, eléggé zömök collum cerebelli tetejére. Ebből következik, hogy a caput alig húzódik a nyúltagy fölé s a tuberculum impart egyáltalán nem takarja el.

A lobus opticusok felül- és oldalnézetben, sagittalisan kissé megnyúlt, gömb alakú testek. Medialis szélük nem ér össze a fissura intertectalis mentén. Következésképpen a torus longitudinalisok egész hosszukban látszanak, sőt a lobusok által szabadon hagyott háromszög alakú terület alapi részén, a velum anterius alatt áttűnik a valvula cerebelli egy kis része is.

A lobus opticusok fentebb említett széjjeltolódásából már következtetni lehet a valvula cerebelli rendkívüli nagyságára. A lobus opticusok lemetszése után valóban kitűnik, hogy a *Tinca tinca* agyvelejének nem a mesencephalon a legtömөгesebb része, hanem a cerebellum. A valvula cerebelli csaknem egészen kitölti a középagy üregét. Különösen a valvula lobus lateralisai zömök kifli alakú képződmények, melyek felülről és kétoldalról övezik a hozzájuk viszonyítva egészen kicsi lobus medialisat.

A torus semicircularisokat teljesen elfedik a valvula cerebelli lobus lateralisai. A torus semicircularisok a középagy alapját lapos kifli alakban övező, alig kiemelkedő képződmények.

4. *Barbus Petényi*:

Míg a *Barbus barbus* agyvelején a cerebellum uralja az agyat, a *Barbus Petényi*nél a cerebellum nagyságbeli túlsúlya nem kifejezett. A lobus opticusok alig maradnak el mögötte nagyság tekintetében.

A corpus cerebelli feje ugyanúgy, mint a *Barbus barbus* esetében, teljesen ráborul a nyúltagyra. Nem emelkedik a többi agyszakasznál magasabbra, sőt a caudalis vége ívelten le is hajlik.

Míg a *Barbus barbus* agyvelején a valvula cerebelli olyan méretű, hogy a lobus opticusokat széttolva, csaknem teljes terjedelmében látszik, a *Barbus Petényi* agyvelején a valvula cerebelliből preparálás nélkül nem látunk semmit. Természetesen ebből az is következik, hogy a jókora nagyságú, zsemle alakú lobus opticusok a fissura intertectalis mentén csaknem összeérnek. Azonban helyet hagynak a teljesen szabadon futó torus longitudinalisoknak, melyeknek kissé széttérő caudalis vége között, kis háromszög alakú velum anterius hidalódik át.

A lobus opticusok lemetszése után erősebben mutatkozik a cerebellum dominantíája a többi agyszakasszal szemben. A valvula cerebelli egyes részei jól elkülönülnek egymástól. A *Barbus barbus* esetében a lobus medialisok és a lobus lateralisok mérete közel azonos volt, a *Barbus Petényi* agyvelején az egymáshoz simuló kisebb lobus medialisokat, kétszeres tömegű, nagy vese alakú lobus lateralisok ölelik körül. A valvula cerebelli nagysága következtében a középagy ürege csupán keskeny rés a lobus opticusok és a valvula cerebelli között.

A lobus opticusok alapján fekvő, enyhén kiemelkedő, kifli alakú torus semicircularisokat a valvula cerebelli méretei miatt csak a valvula cerebelli teljes kimetszése után láthatjuk.

5. *Aspius aspius*:

A corpus cerebelli felülnézetben közel gömb alakú test. Mintegy 60°-os szöget zár be a nyakkal. Így a ventriculus quartus pars anteriorját befedi, de a tuberculum impar kilátszik alóla. Az agyvelő magassága a corpus cerebelli tájékán a legnagyobb, ami egyben azt is jelenti, hogy a kisagy ezen része jóval felülemelkedik a többi agyszakaszon, s a col-lum cerebelli is tetemes nagyságot ér el. A valvula cerebelli preparálás nélkül nem látszik. Az agyvelőt kívülről a nagy, zömök, ovális alakú lobus opticusok uralják. Valamennyi agyszakasznál jóval nagyobbak. A fissura intertectalis mentén majdnem összeérnek, csak egészen keskeny, hosszúszerű háromszög alakú teret hagynak szabadon. A torus longitudinalisok ezen a területen áttűnnek a velum anterius alól, legnagyobb részüket azonban a lobus opticusok befedik. A lobus opticusok falának a keresztmetszete vastag.

A lobus opticusok lemetszése után kiderül, hogy az *Aspius aspius* agyvelejének legnagyobb szakasza nem a mesencephalon, hanem a cerebellum. A valvula cerebelli ugyanis rendkívül tetemes. Az eddig vizsgált halak közül egynél sem tapasztaltam ilyen nagyságú valvula cere-

bellit a többi agyszakaszhoz viszonyítva. A valvula lobus medialis közzel négyzet alakú területet foglal el, melyet oldalról körülölelnek a lobus lateralisok, és pedig úgy, hogy orális nyúlványaik a lobus medialis előtt keskeny szalag alakjában áthajlanak egymásba. A cerebellum nagyságbeli fölénye abban is kifejezésre jut, hogy a velum cerebelli teljesen betakarja a különben is kicsi, kifli alakú torus semicircularisokat.

Mint külön jellegzetességre rámutatunk arra is, hogy a commissura posterioron, az eddig vizsgált halaknál nem tapasztalt nagyságú eminentia commissuralis van.

6. Leuciscus idus:

A kisagy és középagy viszonyában a tectum opticum uralja az agyvelőt, azonban a corpus cerebelli is fejlett. A caput cerebelli felülnézetben lekerekített csúcsú trapézra hasonlít. Alig emelkedik magasabbra a többi agyszakasznál. Caudalis vége hátrafelé hajolva mintegy 90°-os szöveget alkot a collum cerebellivel. A tuberculum impar fölé borul, de csak kis részét fedi be.

A lobus opticusok felülnézetben nagy, gömbölyű, zsemle alakú képződmények. A fissura intertectalis mentén összeérnek, a torus longitudinalisok az eddig vizsgált halaknál eddig nem tapasztalt tömeges, hosszanti kötegeket alkotnak, s a valvula cerebelli lobus lateralisai közé ékelődve, mélybe szorítják a valvula cerebelli lobus medialisát. A valvula cerebelli lobus medialis így természetesen jóval kisebb tömegű, mint a lobus lateralisok. A valvula cerebelli felülnézeti képe úgy hat, mint egy muflon-koponya, amelynél az agykoponyát (lobus medialis) tetemes nagyságú és vastagságú, hajlott szarvak (lobi laterales) övezik. A lobus opticusok átmetszett fala vastag.

A vese alakú torus semicircularisok tetemes részt kérnek a középagy üregének kitöltéséből. Csaknem egész terjedelmükben látszanak a tectum opticum lemettsége után. A valvula cerebelli lobus lateralisai ugyanis csak medialis felszínüket borítják be.

7. Phoxinus phoxinus:

Az agyvelőt kívülről szemlélve a tectum opticum dominantíáját figyelhetjük meg. A corpus cerebelli felülről lelapított. Egyáltalán nem emelkedik magasabbra, mint a többi agyszakasz.

A lobus opticusok hatalmas zsemle alakú testek. A fissura intertectalis mentén majdnem összeérnek, csak egészen keskeny területet hagynak szabadon, amelynek két oldalán láthatók a vékony torus longitudinalisok. A mesencephalon túlsúlya a többi agyszakasszal szemben abban is kifejezésre jut, hogy a lobus opticusok falának az átmetszete vastag, s az alapjukon kiemelkedő, vese alakú torus semicircularisok is tömegesek.

A valvula cerebelli felülről egészen lapított. Ilyen felépítésű valvua cerebellit eddig még nem láttam. Felülnézetben téglalap alakú kép-

zöldmény, melyen belül a sagittalis síkkal párhuzamosan álló, két keskenyebb téglalakú kiemelkedés képviseli a lobus medialisokat, s tőlük lateralisán, sekély sulcus interlobularis által elválasztva, az ugyanolyan helyzetű és alakú, de még egyszer olyan tömegű lobus lateralisok fekszenek.

8. *Anguilla anguilla*:

A cerebellum és a mesencephalon viszonyát tekintve a cerebellum sokkal tömegesebb, mint a mesencephalon. Nagyon jellemző és az eddig vizsgált halaknál nem tapasztalt jelenség, hogy a corpus cerebelli makroszkóposan nem különül feji és nyaki részre. A corpus cerebelli egységes, zömök, csúcsain lekerekített, közel kocka alakú testnek látszik. Azonban lateralis felszínén egy sekély sulcus cerebelli transversus halad, mely a corpus pars basilarisra és pars superiorra osztja.

A lobus opticusok a sulcus intertectalis mentén összeérő, féllabda alakú, vastagfalú héjak a középagy ürege körül. Medialis és lateralis szélükön fehér sujtás alakjában mutatkozik a beléjük sugárzó tractus opticus rostrendszer. A torus longitudinalisok csak a lobus opticusok lemetszése után láthatók, keskeny, lapos csíkok alakjában.

A valvula cerebelli a corpus cerebellihez viszonyítva elenyészően kicsi. Alig éri el a corpus cerebelli 1/6-od részét. Lobus medialis felületben téglalap alakú képződmény, melyet egészen keskeny, fogyóhold alakú lobus lateralisok öveznek.

A középagy ürege nagy. Ez nemcsak azzal függ össze, hogy a valvula cerebelli kicsi, hanem azzal is, hogy a valvula körül ívben hajló, egész terjedelmében szabadon látszó torus semicircularisok alig kiemelkedő duzzanatok a lobus opticusok alapján.

C) Diencephalon

1. *Salmo irideus*:

A hypothalamus lateralis és caudalis oldalát mély hasadék választja el a lobus opticusoktól és a nyúltagytól. Elülső szélét a rendkívül vastag tractus opticusok gyökerei ölelik körül. A lobus lateralisok nagy, vese alakú testek. Caudalis végük között mély fissura interlobaris húzódik, a lobus medialis felé azonban csak sekély barázda képezi a határt. Oralis irányú csúcsuk csaknem felér a lobus medialis oralis széléig. Caudalis végükön egyáltalán nem mutatkozik a sulcus lobi mamillaris, így a corpus mamillarék elkülönülése nem ment végbe. A lobus lateralisok és a lobus medialis caudalis szélei által körülvevett mélyedésben — eddig csak a *Lucioperca lucioperca* agyvelején látott hatalmas véredényzák (*saccus vasculosus*) fekszik.

A lobus lateralisok alatt, a hypothalamus oldalsó felszínéhez simulva bújik ki a nervus oculomotorius, mely a lobus lateralisok oldalán mély impressio oculomotoriibe fekszik bele.

A ganglion habenulaek kicsiny duzzanatai, a fissura telencephalo-mesencephali alján, a fölējük emelkedő agyrészek széthúzása nélkül is láthatók.

2. *Salmo fario*:

Ugyanolyan anatómiai viszonyokat tapasztalunk, mint a *Salmo irideus*-nál.

3. *Tinca tinca*:

A hypothalamus jól elkülönül a középagy és a nyúltagy felé, de egész tömegében dorso-ventralisan lapított képződmény.

A lobus medialis felszíne lényegesen kisebb, mint a lobus lateralisoké. A lobus lateralisok nagy vese alakú testek, melyeknek az oralis irányú csúcsa csaknem eléri a lobus medialis elülső szélét. Caudalis végükkel hosszan egymáshoz fekszenek a fissura interlobaris mentén. A fissura interlobaris két oldalán hosszúkás duzzanatok formájában emelkednek ki a corpus mamillarek, melyeket eléggé mély sulcus lobi mamillaris inferior különít el a lobus lateralisok felé. A lobus lateralisok oldalsó felszínén mély impressio oculomotorii húzódik végig.

A ganglion habenulaek nagyok. Magasra emelkednek a fissura mesencephalo-telencephalicában, tehát egészen jól látszanak az agyvelő dorsalis felszínének a szemlélésekor.

4. *Barbus Petényi*:

A hypothalamust a lobus opticusok felé elkülönítő sulcus mesencephalo-hypothalamica mély, széles árok. A hypothalamus így jól elkülönül a szomszédos agyrészek felé, azonban egészében inkább lapított képződmény, ugyanúgy, mint a *Tinca tinca* esetében. A lobus lateralisok vese alakú testek. Rostralis csúcsukat egészen széjjelnyomja a tömegében nagy lobus medialis, mely a *Barbus Petényi*-nél lényegesen nagyobb teret foglal el, mint a *Cyprinus carpió*-nál. A lobus lateralisok caudalis végükkel a fissura interlobaris mentén érintkeznek. Rajtuk sulcus lobi mamillaris inferior nem látható. A lobus mamillarisok csak enyhe befűződéssel különülnek el a lobus lateralis diencephalitól. A fissura interlobaris elülső végén, a lobus medialis és a lobus lateralisok közé illeszkedik be az ovalis alakú, eléggé fejlett saccus vasculosus. A tractus opticusok a lobus lateralisok oralis csúcsánál indulnak ki a lobus opticusokból, s körülölelik a közējük nyúló lobus medialis.

Az agyvelő dorsalis felszínén, a fissura mesencephalo-telencephalicát határoló agyrészek széthúzása nélkül is láthatók a ganglion habenulaek.

5. *Aspius aspius*:

A sulcus mesencephalo-telencephalica mély, tehát a hypothalamus lobus lateralisai jól elkülönülnek a mesencephalon felé. Nem ilyen ki-

fejezett a lobus medialis és a mesencephalon határa. Ezen a területen a határvonalat a lobus medialis körülölelő tractus opticusok alkotják.

A lobus medialis terjedelmes. A lobus lateralisok oralis csúcsai a lobus medialis nagysága következtében erősen széjjel- és hátratóldtak. A lobus lateralisok elülső csúcsán átfektetett képzeletbeli vonal a lobus medialis felezi. A lobus lateralisok caudalis csúcsán kifejezett sulcus lobi mamillaris inferior van, mely jól elválasztja a corpus mamillarékát a lobus lateralisoktól. A lobus lateralisok oldalfelületén impressio oculomotorii nem találunk. A ganglion habenulaek csak a fissura mesencephalo-telencephalicát határoló agyrészek széthúzása után látszanak.

6. *Leuciscus idus*:

A hypothalamus jól elkülönül az agyvelő ventralis felszínén. A lobus medialis és a lobus lateralisok viszonya lényegében olyan, mint az *Aspius aspius* köztesagyán. Tehát a terjedelmes lobus medialis a lobus lateralisok oralis csúcsát széjjel és hátrafelé tolja. A sulcus lobi mamillaris még mélyebb, így a különben is nagy corpus mamillarék egészen elkülönülnek az oldalsó lebenyeketől. A corpus mamillarék és a lobus medialis közé ékelődő saccus vasculosus egészen kicsiny. A lobus lateralisok oldalába mély barázdát vág az impressio oculomotorii.

A ganglion habenulaek nem nagy duzzanatok, s nem is emelkednek magasra az agyvelő dorsalis felszíne felé. Így csak a tectum opticum és az előagy-haemisphaerák széthúzása által láthatók.

7. *Phoxinus phoxinus*:

A hypothalamus szembetűnően elkülönül az agyvelő ventralis felszínén. A lobus medialis ugyanúgy, mint az *Aspius aspius*-nál nagy területet foglal el a hypothalamusból. A két vese alakú lobus lateralis oralis csúcsa a *Phoxinus phoxinus*-nál is széjjeltolódott. Míg pl. a pontynál a lobus lateralisok oralis csúcsán keresztülfektetett vonal betakarja a lobus medialis oralis szélét, addig a *Phoxinus*-nál az előbbieket szerint megszerkesztett vonal, kb. a lobus medialis felező vonalának felel meg. Ennek az anatómiai viszonyoknak viszont az is velejárója, hogy a tractus opticusok gyökerei mögött lényeges nagyságú területet foglal el az area nuclei rotundi. A lobus lateralisok caudalis csúcsai egymáshoz érnek. Sulcus lobi mamillaris inferior nem mutatkozik. Corpora mamillariák tehát makroszkóposan nincsenek. A lobus lateralisok oldalsó felszínén haladó impressio oculomotorii ferdén haladó, mély barázda.

8. *Anguilla anguilla*:

A hypothalamus anatómiai viszonyai egészen mások, mint az előbbieken tárgyalt halaknál. Az első szembetűnő dolog, hogy az *Anguilla anguilla* hypophysise olyan nagy, hogy a hypothalamus lobus medialisát teljesen, de a lobus lateralisok egy részét is eltakarja.

A sulcus mesencephalo-hypothalamica igen mélyre bevágódik a két agyszakasz közé, aminek következtében a hypothalamus erősen kiemelkedik az agyvelő ventralis oldalán.

A lobus medialis közel háromszög alakú területet foglal el a tractus opticusok mögött. A tractus opticusok a nervus olfactoriushoz viszonyítva vékonyak. Kötegeik nem fonódnak egymásba a kereszteződésnél, hanem csak áthajlanak egymáson. A lobus medialis kiemelkedő infundibulumba csúcsosodik ki.

A lobus lateralisok élére állított, nagy, zsemle alakú testek. Hossztengelyük közel párhuzamos. Caudalis csúcsuk tehát nem ér össze, mint más halaknál, sőt távol vannak egymástól. Ilyen viszonyok következtében a lobus medialis és a lobus lateralisok között mély, tágas fossa interlobaris keletkezik, melyben a Salmo-fajoknál mutatkozó, de még azokénál is nagyobb saccus vasculosus fekszik. A lobus lateralisok medialis felszínén semmi nyoma nem látszik a sulcus lobi mamillaris inferiornak, így úgy tűnik, mintha corpus mamillarék nem is különültek volna el a hypothalamuson. Ha azonban a saccus vasculosust a hozzáfutó gazdag erezzel lepreparáljuk, kiderül, hogy a lobus lateralisok caudalis csúcsának a medio-dorsalis oldalán különíti el egy barázda a corpus mamillarékot, két gömbölyű duzzanat formájában.

Az eddig tárgyalt halaknál nem tapasztalt, külön jellegzetességként említjük meg azt is, hogy a nucleus rotundus területe a lobus medialis oralis szélétől kiindulva ivben körülfogja a lobus lateralisok elülső csúcsát, s azok dorso-lateralis oldalán emelkedik ki a barázdával körülhatárolt, nagy nucleus rotundus.

D) Telencephalon

1. Salmo irideus:

A Salmo irideus előagyja a mesencephalonhoz és a cerebellumhoz viszonyítva kicsi. Mint általában a ragadozó halaknál, tagoltságot jóformán alig mutat. Sem a sulcus ypsiloniformis, sem a Cyprinoideákra jellemző tuberculumok nem különíthetők el meggyőzően. Az előagy ventralis oldalán ugyan kiemelkedik a fissura interhaemisphaerica két oldalán a regio olfactoria, azonban az epistriatum felé folytonos az átmenet. Nincs fovea endorhinalis, amely más halaknál a regio olfactoriát és az epistriatumot elválasztja. A kúpszerű bulbus olfactoriusok rajta ülnek az area olfactoria rostralis csúcsán. A nervus olfactoriusok félagyvelőnyi hosszúságú, vastag, körkeresztmetszetű képződmények. Egységesnek látszanak, azonban ha végig követjük őket, azt tapasztaljuk, hogy a szaglógödröt kibélelő, őszirózsaszerűen alakult szaglónyalkahártya előtt több ágra oszlanak. A vastag nervus olfactoriusok, a nagy bulbus olfactorius s a szaglónyalkahártya sajátos alakulása arra enged következtetni, hogy a Salmo irideusnak jó szaglóképessége van.

2. *Salmo fario*:

Ugyanúgy, mint a többi agyszakasznál, a telencephalonnál sem mutatkozik különbség a *Salmo irideus* és a *Salmo fario* agyveleje között.

3. *Tinca tinca*:

A telencephalon haemisphaerái jól fejlettek. Kb. olyan nagyok, mint a lobus viscerosensibilis IX—X. Alakjuk felülnézetben ovális. Tagoltságuk alig mutatkozik. A sulcus ypsiloniformis annyira sekély, hogy lényegében nem különíthetők el azok a tuberculumok, amelyeket sok pontyféle halnál megismertünk.

A haemisphaerák alapi felszínén a fovea endorhinalis meglehetősen mély, így a regio olfactoria és az epistriatum jól elkülönülnek egymástól. A regio olfactoria jobb és bal oldali felét vastag lamina basalis hidalja át.

A tractus olfactoriusok hossza eléri az agyvelő hosszúságának a felét. Lapos, lemezszerű képződmények. Belsejükben három vastagabb köteget alkotnak a szaglórostok. A bulbus olfactoriusok közvetlenül a szaglógödör alatt fekszenek. Kissé megnyúlt gömb alakjuk van.

4. *Barbus Petényi*:

A *Barbus Petényi* előagyának az anatómiája más, mint a *Barbus barbus*-é. Leginkább a *Gobio gobio* előagyához hasonlítható, tehát a Cypripidae családtól eltérően a Cobitis-félék előagyára hasonlít.

Az agyféltekék tetemes nagyságúak. Méreteik alig maradnak el a többi agyszakasz méreteivel szemben. Felületük kevéssé tagolt, de lupe alatt jól megfigyelhető a sulcus ypsiloniformis, illetőleg a sulcus ypsiloniformis barázdái által elkülönített tuberculum anterior, tuberculum dorsale és a tuberculum posterior.

A haemisphaerák hosszúságával megegyező tractus olfactoriusok, egyforma vastag, medialis és lateralis szárral indulnak ki a telencephalon féltékéiből. A gömb alakú bulbus olfactoriusok nagyok. Felületük eléri a haemisphaerák felületének a felét.

5. *Aspius aspius*:

Az előagy haemisphaerái nem mondhatók kicsinek a többi agyszakaszhoz viszonyítva, de tagoltságot az *Esox lucius* agyvelejéhez hasonlóan alig mutatnak. A sulcus ypsiloniformis teljesen elmosódott, s az epistriatum tuberculumai is alig kivehetők.

A haemisphaerák ventralis felületén a fovea endorhinalis eléggé mély, s jól elkülöníti a regio olfactoriát és az epistriatumot egymás felé. A tractus olfactoriusok keresztmetszete ovális. Hosszuk kb. kétszerese a telencephalon hosszának. A bulbus olfactoriusok tojásdadok. Az agyüreghez viszonyítva meglehetősen nagyok, így közel fekszenek egymáshoz az ectethmoideum megfelelő mélyedésében.

6. *Leuciscus idus*:

A *Leuciscus idus* előagya, de lényegében az egész agyvelő dorsalis felszíne és az egyes agyszakaszok méretbeli viszonya a *Rhodeus sericeus* amarus agyvelejére hasonlít. Az előző, ilyen tárgyú dolgozatomban már rámutattam arra, hogy a *Gobio gobio*, a *Leuciscus cephalus* és a *Rhodeus sericeus* amarus agyféltekéi, a Cyprinidae családra jellemző kerek-ovalis alaktól eltérően kúpszerűek. Ezt tapasztaljuk a *Leuciscus idus*nál is. Míg azonban a *Leuciscus cephalus* előagyának a felszíne teljesen sima, a *Leuciscus idus* előagyának a haemisphaeráin jelentékeny mélységet ér el a sulcus ypsiloniformis, aminek következtében kidomborodnak a sulcus ypsiloniformis által határolt tuberculumok is.

Az area olfactoria hosszanti duzzanat formájában jól felismerhető az agyféltekék alapi felszínén, annak ellenére, hogy a fovea endorhinalis nagyon sekély. A tractus olfactoriusok szalagszerűen elszélesedve sugáranak bele a haemisphaerákba. Hosszuk megegyezik a telencephalon hosszúságával. A bulbus olfactoriusok ovális alakúak.

7. *Phoxinus phoxinus*:

A *phoxinus phoxinus* előagya nagynak mondható. Tömege a bulbus olfactoriusokkal együtt meghaladja a cerebellum tömegét. Alakja leginkább a *Leuciscus cephalus* előagyára hasonlít, vagyis abba a csoportba tartozik (*Gobio gobio*, *Leuciscus cephalus*, *Leuciscus idus*, *Rhodeus sericeus* amarus), melynek az előagya elüt a Cyprinidae családra jellemző anatómiai sajátosságoktól. A felülnézetben lekerekített csúcsú kúpnak látszó haemisphaerák makroszkóposan teljesen tagolatlanok. Még a sulcus ypsiloniformisnak sem látszik nyoma, pedig a sulcus ypsiloniformis, ha halványan is, de mutatkozni szokott a pontyféle halak előagyán.

A *Phoxinus phoxinus*nál is igen sekély fovea endorhinalis választja el az area olfactoriát az epistriatumtól. A bulbus olfactoriusok tojásdad alakúak. Jellegzetességük, hogy egészen egymás mellett fekszenek és hozzásimulnak a haemisphaerák oralis széléhez. Míg azonban a *Leuciscus cephalus* agyvelejének a ventralis felületét vizsgálva azt látjuk, hogy a bulbusokat elég hosszú tractus olfactoriusok kapcsolják az area olfactoriához, addig a *Phoxinus phoxinus*nál lényegében tractus olfactoriusok alig vannak. A fissura interhaemisphaerica teljesen elválasztja a két oldali agyféltekét. Az összeköttetést a nagyon vékony commissura anterior biztosítja.

8. *Anguilla anguilla*:

Az *Anguilla anguilla* telencephalonja — különösen, ha a rendkívül nagy bulbus olfactoriusokat is hozzávesszük — magasan legnagyobb szakasza az agyvelőnek.

A haemisphaerák barázdáltak, tagoltak. Az epistriatum egyes részeinek az erős növekedése és nagyfokú eversiója következtében azonban

másképpen alakulnak az anatómiai viszonyai, mint pl. az ugyancsak erősen tagolt telencephalonnal rendelkező *Cyprinus carpio*nál. Ennek az okát abban kell keresni, hogy a sulcus ypsiloniformis a haemisphaerák lateralis felszínéről áttolódott a haemisphaerák caudalis felszínére. Ilyenformán az *Anguilla anguilla* előagyán lebenyek alakultak ki. A sulcus ypsiloniformis függőleges szára, a medialis sík felé néző ferde szára és a fissura interhaemisphaerica közrefogja a lobus medialis. A sulcus ypsiloniformis két ferde szára határolja a lobus lateralist. A sulcus ypsiloniformis függőleges szára és a lateralis irányuló ferde szára között találjuk a lobus caudalist. Ha a lobus lateralis oldalsó felszínét vizsgáljuk, azon egy H-alakú barázda-rendszert látunk, melyek között tuberculumok emelkednek ki. A H-alakú barázda elülső függőleges szára előtt fekszik a tuberculum rostrale, hátulsó függőleges szára mögött a tuberculum posterior. A vízszintes barázda fölött és alatt egy-egy kisebb duzzanat van. Ezek a tuberculum superior és a tuberculum inferior.

A haemisphaerákat uraló epistriatum lehajlik az agyvelő alapjára is és kétoldalról közrefogja a lapos area olfactoriát. Mivel az area olfactoria mélybesüllyedt, a fovea endorhinalisnak megfelelő terület a többi halak agyvelejéhez viszonyítva egészen mély árok, következésképpen nyugodtan mondhatjuk, hogy az area olfactoriát és az epistriatumokat az *Anguilla anguilla*nál fissura endorhinalis választja el.

A bulbus olfactoriusok a haemisphaerák tömegét elérő, nagy kúp alakú testek. Közvetlenül hozzáfekszenek a haemisphaerák csúcsához, de közöttük mély fissura van, melynek az alján egy-egy jobb-, illetőleg bal oldali köteg (tractus bulbo-telencephalica) nyomul át a bulbus olfactoriusból az area olfactoriába.

A nervus olfactoriusok a tractus opticusoknál mintegy négyszer vastagabb, agyvelő hosszúságú kötegek. Nem egységesek. Négy kb. egyforma vastagságú nyalábra választhatók szét.

*

**

Az agyvelők egyes szakaszainak legjellemzőbb sajátosságait az alábbi táblázatokban foglaljuk össze:

1. Táblázat:

Medulla oblongata

Nincs	T u b e r c u l u m i m p a r	
	Kicsi	Nagy
<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Aspius aspius</i>	<i>Tinca tinca</i>
<i>Salmo irideus</i>	<i>Leuciscus idus</i>	<i>Barbus Petényi</i>
<i>Salmo fario</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>	(tetemes!)

II. Táblázat:

Medulla oblongata

Lobus visceros-sensibilis IX-X		
Hiányzik	Kevésbé fejlett	Jól fejlett
Anguilla anguilla	Salmo irideus	Tinca tinca
Barbus Petényi	Salmo fario	
Aspius aspius	Leuciscus idus	
Phoxinus phoxinus		

III. Táblázat:

Cerebellum et Mesencephalon

Corpus cerebelli					
Kicsi	Közepes	Nagy	Teljesen ráborul a nyúltagyra	Kevésbé borul rá a nyúltagyra	Orálsan hajlik
	Anguilla anguilla	Salmo irideus	Salmo irideus	Anguilla anguilla	
	Tinca tinca	Salmo fario	Salmo fario	Tinca tinca	
	Phoxinus phoxinus	Barbus Petényi	Barbus Petényi	Aspius aspius	
	Leuciscus idus	Aspius aspius		Leuciscus idus	
				Phoxinus phoxinus	

IV. Táblázat:

Cerebellum et Mesencephalon

Valvula cerebelli				
Preparálás nélkül nem látszik	Preparálás nélkül jól látszik	Nagy	Kicsi	A Cyprinus carpioétól eltérő
Anguilla anguilla		Tinca tinca	Anguilla anguilla	Anguilla anguilla
Salmo irideus		Barbus Petényi	Salmo irideus	Salmo irideus
Salmo fario		Aspius aspius (tetemes)	Salmo fario	Salmo fario
Tinca tinca			Leuciscus idus	Phoxinus phoxinus
Barbus Petényi			Phoxinus phoxinus	
Aspius aspius				
Leuciscus idus				
Phoxinus phoxinus				

V. Táblázat:

Cerebellum et Mesencephalon

L o b u s o p t i c u s				
Kicsi	Nagy	Uralkodó	Összeérnek	Nem érnek össze
Anguilla anguilla	Barbus Petényi	Salmo irideus Salmo fario	Anguilla anguilla	Tinca tinca
Tinca tinca	Leuciscus idus	Aspius aspius Phoxinus phoxinus	Salmo irideus Salmo fario Barbus Petényi (csaknem!) Aspius aspius (csaknem!) Leuciscus idus Phoxinus phoxinus (csaknem!)	

VI. Táblázat:

Cerebellum et Mesencephalon

T o r u s s e m i c i r c u l a r i s	
Kicsi	Nagy
Anguilla anguilla Salmo irideus Salmo fario Tinca tinca Barbus Petényi Aspius aspius	Leuciscus idus Phoxinus phoxinus

VII. Táblázat:

Telencephalon

H a e m i s p h a e r a						
Kicsi	Nagy	Tagolatlan	Tagolt	Erősen tagolt	Ovalis	Kúpszerű
Salmo irideus	Anguilla anguilla	Salmo irideus	Tinca tinca (alig!)	Anguilla anguilla	Anguilla anguilla	Barbus Petényi
Salmo fario	(ural- kodó!) Tinca tinca	Salmo fario Phoxinus phoxinus	Barbus Petényi Aspius aspius Leuciscus idus		Salmo irideus Salmo fario Tinca tinca Aspius aspius	Leuciscus idus Phoxinus phoxinus
	Barbus Petényi Aspius aspius Leuciscus idus Phoxinus phoxinus					

Telencephalon

Regio olfactorián ül	Bulbus olfactorius				alakja	kehely
	Távol a regio olfactoriától	Közel a regio olfactoriához	gömb			
Anguilla anguilla	Phoxinus phoxinus (egészen közel!)	Tinca tinca	Tinca tinca	Anguilla anguilla		
Salmo irideus		Barbus Petényi	Barbus Petényi	Salmo irideus		
Salmo fario		Aspius aspius	Aspius aspius	Salmo fario		
		Leuciscus idus	Leuciscus idus			
			Phoxinus phoxinus			

IV. Az eredmények megbeszélése

A halakra, mint a gerincesek filogenetikailag legalacsonyabbrendű csoportjára igen nagyfokú ökológiai adaptáció jellemző. Egyetlen más gerinces osztálynál sincs olyan nagy változékonyság a test alakja, a szervek és szervrendszerek alakulása tekintetében, mint a halaknál. Ha az agyvelő és az életmód összefüggéseit vizsgáljuk, az életmódnak szinte minden mozzanata visszatükröződik az agyvelő anatómiáján. Persze elsősorban azoknak az agyszakaszoknak alakul ki a sajátos jellegzetessége, amelyek közvetlen centripetalis és centrifugális kapcsolatban vannak a külvilággal, illetőleg azoknak, amelyek, mint transzmissziós központok összekapcsolják a centripetalis és centrifugális ingerületi központokat. Ebből a szempontból érthető, hogy a halaknál elsősorban a medulla oblongata, a cerebellum, a mesencephalon és a telencephalon azok az agyrészek, melyek szerveződésén, anatómiai alakulásán leginkább kifejeződik a halak életmódja. A diencephalon alig mutat ilyen tekintetben változékonyságot. Hogy az életmódnak és az életmóddal szoros kapcsolatban levő környezetnek milyen hatása lehet a halak agyvelejére azt többek között A. Kirka (1962) egyik munkája illusztrálhatja. Kirka három, egészen közelrokon halfaj a *Rutilus pigus virgo* He., a *Rutilus rutilus carpathorossicus* Vladykov és a *Rutilus rutilus friči* Misik agyveleje egyes szakaszainak a felületét hasonlította össze az egész agyfelszínnel, s a kapott eredmények alapján kimutatta a halak eltérő életmódját.

Persze az életmód igen sokrétű jelenségben nyilvánulhat meg és sok tényező alapján alakul ki. Kihatással van az életmódra az állat rendszertani helyzete, azaz filogenetikus fejlettségi foka, a táplálkozási, a szaporodási mód, az állat nagysága, a bioticus és az abiotikus környezet stb. Ezek után érthető, hogy az ichthyologusok nagyon különböző nézőpontokból közelítik meg a kérdést.

A régebbi anatómusok Malme, Mayer, Rabl-Rückhard az agyvelő anatómiáját általában a halak rendszertani helye, törzsfejlődési foka szerint vizsgálták. Milinskij (1946), Vasnecov (1948), Čihař (1955), Samardina (1957), Mišik (1958), Kirka (1960) a halak növekedési periódusai és az agyvelő fejlődése között igyekeztek levonni következtetéseket.

Geiger (1956) tizennégy csontoshal agysúly növekedését hasonlította össze a testsúly növekedéssel, vizsgálta az agyvelő egyes részeinek a súlyát az egész agyvelő súlyához viszonyítva, s arra a következtetésre jutott, hogy az aktív nektonikus halaknak nagyobb a relatív agysúlya, mint a kevésbé aktív, alzat kedvelő benthikus halaknak. A környezet változásának és az életmódnak a kihatását az érzékszervekre és ezen keresztül az agyvelő egyes szakaszaira, először Pavlovskij és Kurepina (1946) vizsgálták. Szerintük a halak agyvelejét pelagikus és neritikus típusra lehet osztani. Pelagikus agyveleje van a planktonikus- és a rabló halaknak, neritikus agyveleje van a benthikus és a nektonikus halaknak. Hasonló megfigyeléseket végzett a román Banarescu (1956) is.

Egyes halaknál igen jellemzőek azok az agymorfológiai adaptációk, melyek a szaporodási aktusoknak, a vándorlásnak, a közös életnek, de különösen a táplálékszerzés módjának a hatására alakulnak ki. Braginska ja (1948) szerint a benthossból táplálkozó halaknak nagy, hosszú nyúltagyuk van. Azok a halak, melyek táplálékukat szemük segítségével fogják, nagy középaggyal rendelkeznek. Míg azoknak, melyek éjjel keresik táplálékukat, differenciált előagyuk van.

Igen sokrétű vizsgálatssorozatot végeztek O. Necrasov és munkatársai (1955). Ők a térfogat változékonyságát hasonlították össze az encephalo-corporalis index segítségével. Értekezésük végső következtetése nagyon helyesen rávilágít arra, hogy az agyvelő változékonyságát nem magyarázhatjuk meg önmagukban az ökológiai viszonyokkal, hanem kihatással van rá az illető halfaj filogenetikai helye és a „fajlagos termet” is.

- Ha a fentiek után a vizsgálati eredményeinket összegezzük, az általunk vizsgált nyolc halfajt, az agyvelő és az életmód összefüggéseinek az alapján négy típusba oszthatjuk.

Az első, igen jellemző típust a nagy és differenciált szaglótájékkal rendelkező *Anguilla anguilla* agyveleje képviseli.

Az *Anguilla anguilla* édesvízi tartózkodása alatt, tipikus fenékhal. Már maga ez a tény is rávilágítana Kurepina és Pavlovskij álláspontjának helyességére, akik szerint mindazoknak a halaknak, amelyek a benthossal kapcsolatban vannak, nagy, tagolt haemisphaerái alakulnak ki. De méginkább aláhúzza a haemisphaerák és a bulbus olfactoriusok óriási fejlettségét, az angolnák közismert szaglóérzéke. Több szerző is megerősíti, hogy az angolnát szaglóérzéke vezeti több 10 000 km-es vándorlásában. Mivel az angolna „fenékhal”, s élete nagy részét szaglással irányított vándorlásban tölti, szinte minden környezeti kapcsolata a szagló receptorokon, illetve a szaglóközpontokon

keresztül valósul meg. Így érthető, hogy agyvelejének más érző központjai vagy hiányoznak (lobus viscerosensibilis IX—X.), vagy kis fejlettségűek (lobus opticus, valvula cerebelli).

A második típusba a *Tinca tinca* tartozik. A *Tinca tinca* legjobban az iszapos fenékű állóvizet, kubikgödrök vizeit kedveli. „Lomha, unalmas hal, amely majdnem mindig a fenéken tartózkodik.” Tápláléka olyan, mint a *Cyprinus carpio*-é: férgek, iszap, korhadék stb. A *Tinca tinca* nyúltagyvelejének az anatómiai viszonyait vizsgálva kitűnik, hogy ugyanúgy, mint a pontynál, jól fejlett lobus viscerosensibilis IX—X.-el, nagy tuberculum imparral és ha nem is erősen, de tagolt előagggyal rendelkezik. Mindezek a bélyegek teljesen összhangban vannak a fenéklakó életmóddal, a pontyra is jellemző táplálkozással és minden bizonnyal a *Tinca tinca* testfelületén is megtalálhatók a pontyra jellemző ízlelő bimbók, melyekből a centripetalis idegrostok a jól fejlett lobus viscerosensibilis IX—X.-be futnak.

A *Tinca tinca* agyvelejének kisebb lobus opticus és a torus semicircularis kevésbé fejlett volta a *Tinca tinca* lomha, kevésbé mozgékony természetére utal. Azonban bizonyos ellentmondást fedezhetünk fel a III. és IV. táblázat áttekintésekor. Azt látjuk ugyanis, hogy a lomha compónak közepes corpus cerebellije és nagy valvula cerebellije van. Ennek a körülménynek a megokolására részben a fajlagos termetre (a compók elérik a 4—7 kg-os súlyt is), azaz a cerebellum közvetítésével mozgatott izomzatra és *Karamjan* azon kísérleteire kell hivatkoznunk, amelyek szerint a valvula cerebellinek szerepe van a feltételes reflexkapcsolatok kialakításában, vagyis a magasabb fokú idegrendszeri alkalmazkodásban is.

Az agyvelők harmadik típusába a *Salmo irideus*, a *Salmo fario*, az *Aspius aspius*, a *Phoxinus phoxinus*, valamint a *Leuciscus idus* agyvelejét soroljuk. A *Salmo irideus*, a *Salmo fario* és az *Aspius aspius* a tiszta, oxigéndús vizet kedvelik. Rendkívül ügyes, villámgyors úszók és kimondottan ragadozó életmódot folytatnak. Ezeknek az ökológiai tényezőknek megfelelően kicsi, vagy hiányzik nyúltagyvelejükön a nervus facialis viscerosensibilis rostjait összegyűjtő tuberculum impar, kevésbé fejlett, vagy hiányzik a lobus viscerosensibilis IX—X., melybe a nyelv, a garat, a kopolyúívek chemo- és tangoreceptoraitól hoznak ingerületet a nervus vagus és a nervus glossopharyngeus érző rostjai. Ugyanekkor rendkívül nagy, illetőleg uralkodó a többi agyszakasszal szemben ezeknél a halaknál, a gyors úzás, jó látás és a ragadozó életmódnak megfelelően a corpus cerebelli és a tectum opticum. Ha a táblázatokat áttekintjük, az összes említett jegyekben megegyezést látunk. Azonban az is kiderül, hogy az *Aspius aspius* agyvelején a valvula cerebelli tetemes, a *Salmo*-fajoknál kicsi, a telencephalon haemisphaerái a *Salmo*-fajoknál kicsik és tagolatlanok, az *Aspius aspius*nál nagyok és jól differenciáltak. Ez az ellentmondás valójában nagyon szép összefüggést fejez ki az *Aspius aspius* életmódja és agyvelejének az anatómiája között. Az *Aspius aspius*ról ugyanis nemcsak azt tudjuk, hogy roppant sebes, ügyes úszó és hogy az *Alburnus* fajok nagy

veszedelme, hanem azt is, hogy ivása idején csapatokká egyesül és hosszabb ideig vándorol. A társas együttéléssel kapcsolatosan már hivatkoztunk Karamjan azon kísérleteire, hogy a valvula cerebelli kiirtása után sokkal labilisabbá válnak az időleges kapcsolatok. Az *Aspius aspius* előagyának a fejlettségével kapcsolatosan hivatkozhatunk Hale (1956) megfigyelésére, aki szerint a halrajokon belüli társas kapcsolatok megvalósulásához feltétlenül szükséges az előagy épsége is, de utalhatunk arra az általános megállapításra is, hogy a halakat vándorlásuk idején szaglóérzékük irányítja. Az *Aspius aspius* agyveleje és a *Salmo félék* agyvelejének az anatómiája közötti különbséget tehát a társas élettel és az ivási vándorlással magyarázzuk.

A *Phoxinus phoxinus*-ról Herman Ottó ezt írja: „Ügyes halacska, melynek testalkata emlékeztet a pisztrángra, melynek társa és prédája egyaránt.” A *Phoxinus phoxinus* agyszakaszainak viszonylagos nagysága abban különbözik a *Salmo*-fajokétól, hogy a corpus cerebellije közepes nagyságú és a telencephalon haemisphaerái nagyok. Ezek a különbségek magyarázatot kapnak akkor, ha a cerebellum viszonylagosan kisebb fejlettségével kapcsolatosan hivatkozunk a fajlagos termetre. Tudott dolog, hogy a *Phoxinus phoxinus* átlagos hosszúsága nem több 10 cm-nél. A telencephalon viszonylagos nagyságával kapcsolatban pedig megemlítjük, hogy a csellék mindig társas életet folytatnak, rajokban vándorolnak.

A *Leuciscus idus*-ról sajnos nem áll rendelkezésünkre elegendő ökológiai adat, így az életmód és az agyvelő anatómiájának a viszonyát nem értékelhetjük kellő alapossággal. Azonban abból a tényből kiindulva, hogy agyvelejére ugyanazon viszonyok jellemzőek, mint a *Salmo irideus*, *Salmo fario*, *Aspius aspius* és a *Phoxinus phoxinus* agyvelejére, arra következtethetünk, hogy a *Leuciscus idus* életmódja bizonyos hasonlóságot mutat az említett halak életmódjával. Erre utal pl. az a körülmény, hogy a *Leuciscus idus* is a tiszta, hideg vizeket kedveli, s táplálékában a férgek, rovarok mellett előfordulnak kisebb halak is.

A vizsgált halak agyvelejének negyedik típusát a *Barbus Petényi* agyveleje mutatja. A *Barbus Petényi* életmódjában a reophil környezet és a benthos tényezők egyaránt szerepet kapnak. Ez természetesen tükröződik az agyvelő anatómiáján is.

A *Barbus Petényi* a pisztránggal egy vízben él. Szereti a sebes, tiszta patakvizet, a kisebb zuhogókat. Nagyon ügyes úszó, fűgén kap a horog után. Ugyanekkor csapatostól keresi fel, főképpen nappal a korhadékos, vagy éppen dögöt tartó vizeket is. A reophil környezet hatásképpen a mozgató (corpus cerebelli) és a látó központok (lobus opticus), a benthicus tényezők következtében a szagló központok (nagy, tagolt haemisphaerák, rendkívüli nagyságot mutató tuberculum impar) viszonylagosan nagy fejlettsége alakult ki. Nagyon jellemző, hogy a *Barbus Petényi* nyúltagyvelején hiányzik a lobus viscerosensibilis IX–X. Ez arra mutat, hogy tájékozódásában nem játszanak szerepet a nervus glossopharyngeus és a nervus vagus visceralis receptorai, holott fajokonánál a *Barbus barbus*-nál ezeknek nagy jelentősége van.

IRODALOM

- [1] Banarescu, P.: Variation du torus longitudinal du cerveau chez les poissons Téléostéens. *Comunicarile Academiei R. P. R.* 7 (1956).
- [2] Banarescu, P.: Vergleichende Anatomie Bedeutung der Valvula cerebelli der Knochenfische. *Rev. de Biologie* 2 (1957).
- [3] Bende S.: A ponty agyvelejének makroszkópos anatómiája. *Állattani Közlöny*, XLV. 3—4. (1956).
- [4] Bende S.: Összefüggések hazai csontoshalak agyvelejének anatómiája és az életmód között. *Egri Ped. Főisk. Füzetek* 269. (1962).
- [5] Bernquist, H.: Zur Morphologie des Zwischenhirns bei niederen Wirbeltieren. *Akad. Abhand.*, Stockholm (1932).
- [6] Bolk, J. & Lubosch, W.: *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere* 2. Berlin (1934).
- [7] Braginskaja, R. J.: Strojenije mozga različnyh ryb v svjazi s ich sposobom pitamija. *Doklady an SSSR* 59, 6 (1948) Moskva.
- [8] Burckhardt, R.: Beitrag zur Morphologie des Kleinhirns der Fische. *Arch. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. Suppl.* (1897).
- [9] Cihar, J.: Systematical and biological notes on the pike (*Esox lucius* L.). *Universitas Carolina Biologica* 1 (1955).
- [10] Franz, V.: Beitrag zur Kenntnis des Mittelhirns und des Zwischenhirns der Knochenfische. *Fol. Neurobiol.* 6 (1912).
- [11] Franz, V.: Kleinhirn der Knochenfische. *Zool. Jahrb.* 32. (1911).
- [12] Geiger, W.: Quantitative Untersuchungen über das Gehirn der Knochenfische mit besonderer Berücksichtigung seines relativen Wachstums. *Acta Anatomica* 26—27 (1956).
- [13] Hochman, L.: Gehirnentwicklung bei Karpfenbrut. *Acta Univers. Agric. et Silv. 4.* Brno (1956).
- [14] Kirka, A.: Die Wachstumvariabilität von Gehirnmerkmalen bei Vertretern des Genus *Leuciscus* Cuvier 1817 aus dem Donauesystem in der Slowakei. *Zool. Anz.* 165. (1960).
- [15] Kirka, A.: Die aussere Gehirnform des Donaunerflings (*Rutilus pigus virgo* He.) und ein Vergleich seines Gehirns mit dem der Donauplötze (*Rutilus rutilus carpathorossicus* Vladykov) und der Elbeplötze (*Rutilus rutilus friči* Mišik). *Zeitschr. für Fisch.* XI. 1/2. (1963).
- [16] Kostojanz, H. Sz.: Az összehasonlító élettan alapjai. *Akad. Kiadó.* Bp. (1961).
- [17] Lissner, H.: Das Gehirn der Knochenfische. *Wiss. Meeres-Unters.* 40, 2. (1923).
- [18] Malme, G.: Studien über das Gehirn der Knochenfische. *Bihang K. Sved. Vetensk. Akad. Handl.* 17. (1891).
- [19] Mayer, A. F.: Über den Bau des Gehirns der Fische. *Verh. K. Leop. Carol Akad. d. Naturf.*, XXII. Dresden (1864).
- [20] Menšikov, M. I.: Nekotoryje zonomernosti vozrastnoj i geografičeskoj izmenčivostryb. *Trudy Karelofinskogo otdelenija vsesoj. naučno-issledovatel'skogo inst. ozernogo i rečnogo chozjajstva* 3. (1951).
- [21] Milinskij, G. I.: Sistematika i biologija uklei Siam-ozera. *Trudy Karelofinskogo otdelenija Vnioorch.* II. (1956).
- [22] Mišik, V.: Die Biometrik des Donauwildkarpfens (*Cyprinus carpio carpio* L.) aus dem Donauesystem der Slowakei. *Biologické práce* 4, 6 (1958).
- [23] Mišik, V.: Die Wachstumvariabilität der Körpermerkmale des Brassen (*Abramis brama* L.) *Acta societatis zoologicae bohemo-slovenicae* 23, 2 (1959).
- [24] Necrasov, O. & Cristescu, M.: Contributie la studiul variabilității volumului encefalului la pestii Teleosteeni. *Anal. Științifice ale Univers. „Al. I. Cuza” din Iasi.* Tom. I. 1—2. (1955).
- [25] Pavlovskij, E. N. und M. N. Kurepina: Strojonije mozga ryb a svjazi s uslovijami ich obitanija. *Izvest. AN. SSSR.* 1. (1946).
- [26] Rabl-Rückhard, I.: Zur Deutung und Entwicklung des Gehirns der Knochenfische. *Arch. Anat. Physiol.* (1882).

- [27] Šamardina, I. P.: Etapy razvitija ščuky. Trudy inst. morf. životnyh im. A. N. Severcova 16. (1957).
- [28] Vasnecov, V. V.: Etapi razvitia costistih ryb. Ocerki po obščim voprosam ichtiologii. (1953).
- [29] Vasnecov, V. V.: Osobennosti dviženija i dejatel'nosti plavnikov lešča, vobli i sazana v svjazi s pitaniem. Morfologičeskije osobennosti opredel'jajuščie pitanie lešča, vobli i sazana na vsech stadijach razvitija. (1958).