

## A LEPKÉK IDEGRENSZERÉNEK KAPCSOLATA A FUNKCIÓVAL ÉS AZ ÉLETMÓDDAL II.

**ABSTRACT:** In the analysis of the examined butterfly species I revealed the interconnection between the development of the musculature and the nervous system of the thorax and that of the flying capacity.

1) Well-developed musculature, well-developed nervous system, well-developed flying capacity: *Autographa gamma*, *Catocala elocata*, *Amathes c-nigrum*, *Triphaena comes*, *Macroglossa stellatarum*, *Sphinx ligustri*, *Pieris brassicae*, *Vanessa atalanta*, *Cynthia cardui*.

2) Well-developed musculature, well-developed nervous system, underdeveloped flying capacity: *Saturnia pyri*, *Marumba quercus*.

3) Underdeveloped musculature, well-developed nervous system, well-developed flying capacity: *Iphiclides podalirius*, *eumenis semele*, *Argynnis paphia*.

4) Underdeveloped musculature, underdeveloped nervous system, underdeveloped flying capacity: *Parnassius mnemosyne*, *Aporia crataegi*, *Pieris rapae*.

### BEVEZETÉS

Azonos című I. sz. (előző füzetben megjelent) dolgozatomban a feji idegrendszer kapcsolatát vizsgáltam a funkcióval és az életmóddal való összefüggésben. Jelen tanulmányomban a tori idegrendszer alakulásának összefüggését mutatom be a funkcióval és az életmóddal kapcsolatban.

Az idegrendszer anatómiájának ismeretében a szervek funkciójának figyelembevételével következtetéseket vonok le arra vonatkozóan, hogy az életmód és a funkció hogyan hatott a tori idegrendszer alakulására. Vizsgálataim alapján tapasztalható a morfológiai felépítés és a működés közötti összefüggés.

#### *A tori idegrendszer kapcsolata a funkcióval és az életmóddal*

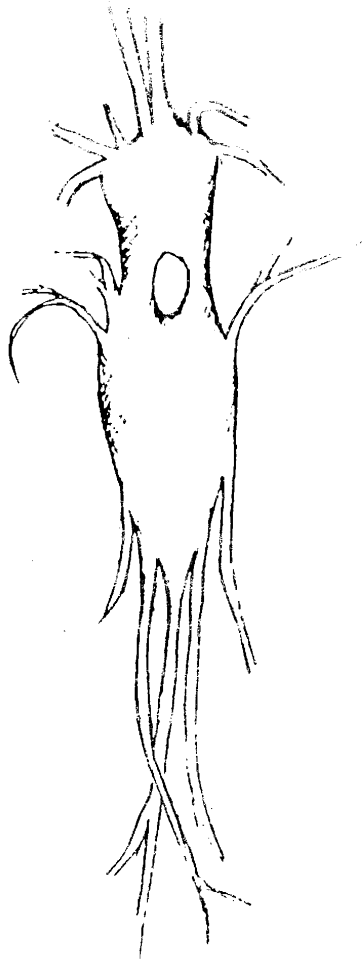
A lepkék első thoracalis ganglionjának funkcionális szempontból bizonyára lényegesen kisebb a jelentősége, mint a tori duckompiexumnak, mert az előtoron nincsenek szárnyak, amelyek a lepkék fő mozgásszervei. Az előtoron az első pár láb található, amely gyengén fejlett, sőt egyes csoportokban az első lábfej

csökevényes (*Satyridae*, *Nymphalidae*). Azoknak a fajoknak az első ducuk és idegeik mégis fejlettebbek, amelyek jól repülnek, mert az előtor izmai is segítik a repülést. Az intenzívebben működő izomnak fejlettebb idegkapcsolatai alakultak ki. Olyan eset is előfordul, hogy nem jó a lepke repülése, mégis fejlettek az izmok és az idegelemek. Ennek oka, hogy nagy testű állatot kell a szárnyaknak levegőbe tartaniuk, (pl. *Saturnia pyri*) ami csak erőteljes izommunka révén lehetséges és a repülés koordinálásában nagy jelentőségű az idegrendszer.

A lepkék mozgása főleg repülésben nyilvánul meg. Lábaik gyengén fejlett járólábak, amelyek elsősorban kapaszkodásra alkalmasak, s némelyek a leszállás utáni elrejtőzésekör használják.

A repülés szerepet játszik a táplálék felkeresésében, a nemek egymásra találásában, a peték megfelelő helyen (tápnövényen) val. elhelyezésében, a menekülésben és a vándorlásban. Ez utóbbi ösztön a ön- és fajfenntartás érdekében alakult ki bizonyos lepkékben.

SWACHULAI SÁNDOR a rovarok öt repülési típusán belül a lepkék repülését két típusba sorolja be: 1. Az egy darabból álló, váltakozó irányú légcsavar elvén működő rugalmas szárny, de itt a szárny két részre osztott, rugalmas fő- és mellékfelületből áll. Ez az ún. kisszárnyú lepke típusa. 2. A nagyszárnyú pillangó típusnál két önálló részből álló két pár merev szárny található. Ez a csapkodó rendszer, amely a legkevésbé gazdaságos típus. A kisszárnyú lepkék szárnyfelülete kicsi, ehhez képest testük (tor, potroh) terjedelmes, széles, vaskos (*Noctuidae*, *Sphingidae*). A szárnyak felületi terhelése (az egységnyi szárnyfelületre eső súly) nagy. A zömök test -- főleg a tor -- fejlett izomzata nagy energiatartalékot tárol magában. A két szárny pár nagysága lényegesen eltér. A hátulsó szárnyak felülete rendszerint nem haladja meg az elülsők felületének egyharmadát. A szárnyak karcsúak, felületük sima, gyors csapásaikkal nagy erő kifejtésére képesek. A nagyszárnyú lepkék túlnyomó része nappal repül. Az előbbiekkal szemben -- legtöbbször -- nagy szárnyaikhoz finom vékony test tartozik (*Papilionidae*, *Nymphalidae*). A nagy szárnyak lengő- vagy csapkodórendszerben működnek. A terjedelmes szárnyfelület kis rezgésszámmal, le- és felcsapással mozog. Testük szárnyak lecsapásakor felfelé, felcsapásakor lefelé mozdul el. Ez a repülés nem olyan stabil, mint a kisszárnyú lepkék mozgása.



A lepke tori idegközpontjai vázlatosan

A szárnyak funkciójának szempontjából lényeges, hogy a Noctuida fajok vizsgált képviselőinek fejlett a torizomzata, tori duckkomplexuma és azok idegei. Szárnyaik repülés közben nagy rezgésszámot érnek el. Repülésükkel az óránkénti 50--60 km sebességet is elérik. Különösen jól és kitartóan repülnek a vándorlásra is képes fajok (*Autographa gamma*, *Amathes c-nigrum*). A hosszú ideig tartó repülés erőteljes izomzatot, elegendő tartalékokat és fejlett idegrendszert kíván.

Különös, hogy a *Saturnia pyri* egész testalkata, izomzata, továbbá idegrendszerének tori része is erőteljes, mégis inkább rossz repülő. A nagyfelületű szárnyak mozgásakor a levegő ellenállása nagy, ami repülését nehezíti. A tanulmányozott Sphingida fajok az igen fejlett tori duckkomplexum erőteljes idegeivel együtt. Izomzatuk is nagyon fejlett. Repülés közben egyesek szárnyai igen nagy rezgésszámot érnek el. A *Macroglossa stellatarum* repülését testformája is elősegíti. Zömök, potroha lapított, hátulsó vége a madarak kormánytollaihoz hasonló alakú. Ez a formakiváló magassági kormány, oldalirányban elmozdítva,

elcsavarva pedig oldalkormányoknak felel meg. Gyors fordulónak nagy ívét is képes csökkenteni.

A szenderek között viszonylag gyengén repülő a *Marumba quercus*. Bár tori duckkomplexuma a hozzátartozó idegekkel, valamint torizomzata a szenderek között fejlett. Mindezt megkívánja nagy, nehéz teste. Mivel szárnyai aránylag kicsinyek, teste pedig nagy, szárnyának felületi terhelése is nagy. Mégis inkább az életmóddal, a kis területen való mozgással magyarázható gyenge repülőképessége, nem izomzatának, illetve idegrendszerének fejletlenségével. A jól repülő szenderfajok 80–90 km/h sebességgel is képesek repülni. Általában önállóan, főleg izommunkával, nem a szelek segítségével repülnek.

A megfigyelt Papilionida fajok izomzata nem túlságosan erőteljes, de tori duckkomplexumuk és azok idegei testükhöz képest jól fejlettek. Az izomzat gyengébb fejlettsége azzal magyarázható, hogy nagy szárnyaik mozgásában nem játszanak lényeges szerepet a torizmok. Főleg sikló, illetve vitorlázó repülést végeznek, tehát izomzatuk nincs túlzottan igénybevéve. Idegrendszerük mégis fejlett, mert a mozgás koordinálását végzik. Az *Iphiclides podalirus* a siklórepülésnek igazi mestere. Elülső és hátulsó szárnyait repülés közben egymáson elcsúsztatja, ezáltal szárnyfelületének nagyságát és súlypontjának helyzetét változtatva hatásos siklórepülésre képes. A *Parnassius mnemosyne* jóval gyengébb repülése, a torizomzat és a tori idegrendszer kisebb fokú fejlettségével is összefüggésbe van. A vizsgált Pierida fajok idegrendszerének tori szakasza és torizmaik sem erőteljesek.

Ennek megfelelően repülőképességük is gyenge. Ilyen sajátosságokkal rendelkezik pl. az *Aporita crataegi* vagy a *Pieris rapae*. A *Pieris brassicae* kivételként említhető, mert bár nem erőteljes testalkatú, és nem gyorsan repülő puhaszárnyú lepké, mégis képes a vándorlásra. Ez a körülmény megkívánja a fejlett izomzatot, és a fejlett idegrendszert. Repülése lassú 15–20 km/h.

Az *Eumenis semele* idegrendszere izomzata és repülőképessége hasonlít az *Iphiclides podalirus*éhoz.

Egyes Nymphalida fajok tori idegrendszere, tori izomzata és repülő képessége igen fejlett, pl. *Vanessa atalanta*, *Cynthia cardui*. Ezek a keményebb szárnyú, zömökebb, izmosabb fajok szárnyaikkal másodperceken át nem csapnak, s mégis a kívánt irányba haladnak. Nyugalomban szárnyaikat nem tartják mindig összezsapva, napközben kiterjesztett szárnyakkal járkálnak a virágokon és táplálkoznak. Mindkét faj nagy távolságokra képes vándorolni. Repülésük sebessége 30–40 km/h. A hosszantartó aktív repülés megkövetelte a fejlett izomzat és idegrendszer kialakulását. Viszonylag gyengébben fejlett izomzat, fejlett tori idegrendszer és jó repülőképesség jellemző az *Argynnis paphiara*. A kevésbé

fejlett izomzat elegendő a kisebb területen való mozgáshoz. A könnyed és ügyes repülés viszont megkívánja az idegrendszer tökéletességét. Lassú vitorlázó típus, néha ügyesen ír íveket a levegőben. A vizsgált lepkefajok esetében lényeges összefüggést mutattam ki a tor izomzatának, idegrendszerének alakulása és a repülőképesség között, melyek lényegét az alábbiakban foglalom össze.

1.) Fejlett izomzat, fejlett idegrendszer, fejlett repülőképesség (*Autographa gamma*, *Catocala elocata*, *Amathes c-nigrum*, *Triphaena comes*, *Macroglossa stellatarum*, *Sphinx ligustri*, *Pieris brassicae*, *Vanessa atalanta*, *Cynthia cardui*).

2.) Fejlett izomzat, fejlett idegrendszer, gyenge repülőképesség (*Saturina pyri*, *Marumba quercus*).

3.) Gyengén fejlett izomzat, fejlett idegrendszer, fejlett repülőképesség (*Iphiclides podalirius*, *Eumenis semele*, *Argynnis paphia*).

4.) Gyengén fejlett izomzat, gyengén fejlett idegrendszer, gyengén fejlett repülőképesség (*Parnassius mnemosyne*, *Aporia crataegi*, *Pieris rapae*).

Tudom jól, hogy a központi idegrendszer felépítése és a mozgás közötti kapcsolat csak nagyon áttételes. Kissé merésznek tűnik a kettő közötti közvetlen összefüggést feltételezni, de a teljes igazság feltárásához további bonyolult vizsgálatokra lenne szükség, s ezen probléma megoldása nem is az anatómia, hanem a kísérletes élettan feladata. Mindenesetre a tapasztalati tények és a morfológiai megegyezések egybeesése nem lehet véletlen. A vizsgálatok során jól nyomon lehet követni az izmok beidegződését. A beidegződés alaptervét illetően a kutatók nincsenek egységes véleményen: NÜESCH (1957) a *Telea polyhemus* vizsgálata során azt találta, hogy az izmok beidegzése nem szorosan a szelvényhatárokon történik, illetve bizonyos szelvények ducaiból nemcsak a szelvényekhez tartozó izmok kapnak idegeket, hanem mások is. Erre már 1954-ben a kikapcsoló kísérletek alapján utalt. Alaktani vizsgálatai igazolják azokat az eredményeket. Ezzel szemben MARQUARD (1940) az állítja, hogy a szelvények izmai bárhová kerültek is, csak a megfelelő szelvények ducaiból kapják idegeiket. Én azt találtam, hogy pl. a tori duckomplexum nemcsak a saját szelvényeibe küld idegeket, hanem az idegek eljutnak a szelvények előtti és mögötti izmokba is, amelyek azokhoz a szelvényekhez tartoznak. Az iugularis idegek a garatalatti ducból erednek, és nemcsak a nyak izmaiba jutnak, hanem az előtor bizonyos izmainak idegi ellátásáról is gondoskodnak, noha azok az izmok valószínűleg a torhoz és nem a fejhez tartoznak. Viszont érdekes, hogy a torba előrehúzódtott első és második potrohducok idegei visszajutnak a potrohba, és az eredeti szelvények izmaiba érkeznek. Vizsgálataim tehát egyértelműen NÜESCH megállapítását igazolták. Az izmok szegmentációja nyilvánvalóan nem kizárólag az idegrendszer szegmentációjához van kötve. Mivel keveset tudunk az izomkezdetek embrionális

vándorlásáról szegmentumról szegmentumra, nem juthatunk arra a következtetésre, hogy az izomösszetevőket valójában más szegmentumok idegei innerválták. Posztembrionális változásokban azonban az innerváció kimutathatóan független az izomszegmentációtól (NÜESCH 1957). Az izmok határozott hovatartozását illetően addig nem lehet végleges ítéletet mondani, míg azok kifejlődése nem ismeretes. Az egyedfejlődés-történeti kutatások feladata lesz világossá tenni, hogy a ducokból történő beidegződés az izomtelepek szegmentálisan összetett természetén nyugszik-e -- hasonlóan a gerinces állatok viszonyaihoz -- avagy nem. A beidegződés pontos ismerete lehetővé teszi majd az ún. interszegmentális izmok értelmezését is. Pillanatnyilag úgy tűnik, hogy az izmok beidegződése nem követi teljesen a gerincesek esetében ismert viszonyokat. A fajok vizsgálatából világosan látszik, hogy az egyes idegek összefonódása nagyobb kötegekké nem történik funkcionális izomcsoportok szerint. Jól megfigyelhető ez a fejlett szárny- vagy lábidegek vizsgálata során. Így tehát a nagy antagonista működésű izmok gyakran ugyanabból az idegből idegződnek be (hajlító és feszítő izmok). Egy ducból a szelvénytérbe kisugárzó idegek egy sajátos struktúrájú rendszert alkotnak, amely nem viseli magán a funkcionális együttműködés bélyegeit. A szelvényhatárok általában nem egyeznek az egyes ducok beidegződési határaival. A lábidegekkel kapcsolatban tapasztalható, hogy azon csoportok képviselőinek lábidegei fejlettebbek, amelyek lábaikat jobban használják. A *Noctuida* fajok gyakran az aljzaton mozogva keresik fel rejtekhelyüket, így necsak lábaik izomzata, hanem azok idegei is erőteljesek. Van eset, amikor a nagy és nehéz test indokolja az erőteljes lábak és lábidegek kialakulását (*Saturnia pyri*, *Marumba quercus*, *Sphinx ligustri*).

A kiváló repülő szenderek (pl. *Macroglossa stellatarum*) és a nappali lepkék (*Rhopalocera*) végtagjaikat alig, illetve csak csapkodásra használják. Ennek a funkciónak megfelelően lábaik izomzata és azok idegei is gyengébben fejlettek.

Különösnek találtam, hogy az előlső és hátsó szárnypárok idegtörzsei akkor is megközelítően egyenlő méretűek, ha a szárnyak lényegesen eltérő nagyságúak (*Noctuidae*, *Sphingidae*) és akkor is, ha megközelítően egyenlők (*Rhopalocera*). Ebből azt a következtetést vontam le, hogy repülés közben mindkét szárnypár működése egyformán fontos, és egyformán erőteljes működést fejt ki.

## IRODALOM

1. Chattoraj, A. N. (1955): Contributions to the morphology of the nervous system of mature larva of *Prodenia litura* Fab. (Lep., Noctuidae;) Proc. Nat. A ca Sci., India; Vol. 25. Sec. B. Parts V--VI. 68--78.
2. Duporte, E. E. (1915): On the nervous system of the larva of *Sphida obliqua* WLK.; Trans. Roy. Soc., Canada; Vol. 8. 225--252.
3. Hillemann, H. M. (1933): Contributions to the morphology of the nervous system of the mature larva of *Papilio polysenes*: Ann. Ent. Soc. Amer.: Vol. 26. 575--585.
4. Kopec, S. (1922): Studies on the necessity of brain for the inception of Insect metamorphosis; Biol. Bull. Woods Hole? Vol. 42. 324--342.
5. Norris, M. S. (1932): Contributions towards the study of insect fertility (1). The structure and operation of the reproductive organs in genera *Ephestia* and *Plodia*; Proc. Zool. Soc. London; Part 3. 595--611.
6. Peterson, A. (1912): Anatomy of the tomato worm larva-*Protoparce carolina*; Ann. Ent. Soc. Amer.: Vol. 5. 246--272.
7. Swine, J. M. (1920) The nervous system of the larva of *Sthenopsis thule*; Can. Ent. Vol. 52. 29--34.
8. Srivastava, B. P. (1959): The morphology of the nervous system of the full gown larva of *Leucinodes orbonalis* Guen. (Lepidoptera, Pyraustidae) Zool-Anzeig, 163. Band. 9--10. 228--297.
9. Vajon I. (1962): Ideganatómiai vizsgálatok az *Aporia crataegi* L. (Lepidop., Pieridae) központi idegrendszerén. Egeri Pedagógiai Főiskola Évkönyve, 8: 517--531.
10. (1963): Vizsgálatok a *Papiliopodalirius* L. (Lepidop., Papilionidae) központi idegrendszerén. Egeri Pedagógiai Főiskola Tudományos Közleményei, 9: 285--299.
11. (1964): A kis Apolló-lepke *Papilio mnemosyne* L. (Lepidop., Papilionidae) idegrendszerének makroszkópos anatómiája. Egeri Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 10: 613--624.
12. (1965): A káposztalepke (*Pieris brassicae* L.) idegrendszerének makroszkópos anatómiája. Egeri Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 3: 505--513.
13. (1966): A répalepke (*Pieris rapae* L.) idegrendszerének bonctana. Egeri Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 4: 483--489.
14. (1968): A barna szemeslepke (*Satyrus semele* L.) idegrendszerének bonctani viszonyai. Állattani közlemények, 55: 141--147.

15. (1968) A nagy pávaszem (*Saturnia pyri*) hernyó idegrendszerének anatómiája. Egri Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 6: 417--429.
16. (1970): A galagonyalepke (*Aporia crataegi*) hernyó idegrendszerének anatómiája. Egri Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 8: 453--467.
17. (1972): A közönséges övesbagoly lepke (*Catocala elocata* esp. *Lepidop.*) idegrendszerének makroszkópos anatómiája. *Acta Facultatis Pedagogicae Banská Bystrica. Seria prirodovedná Biológia. A Geológia* 4y: 185--208.
18. (1973): Az amerikai fehér szövőlepke hernyó (*Hyphantriacunea Drury*) idegrendszerének anatómiája. Egri Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 10: 401--411.
19. (1974): Adatok a nagy pávaszem (*Saturnia pyri* Schiff) *Lepidop.*, *Attacidae* agyának hisztológiai szerkezetéhez. *Acta Academiae Pedagogicae Agriensis Nova Seris*, 12: 487--492. (Társszerző: Csoknya Mária)
20. (1974): A lepkék központi idegrendszerének mikroszkópos fényképezése. *Acta Academiae Pedagogicae Agriensis Nova Series*, 12: 465--479.
21. (1975): Ideganatómiai vizsgálatok a nagy pávaszem (*Saturnia pyri* Schiff) (*Lepidop.*, *Attacidae*) központi idegrendszerén. Az Egri Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 13: 445--453.
22. (1978): Az atalanta lepke (*Vanessa atalanta*) idegrendszerének anatómiája. Az Egri Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei, 14: 465--472.
23. (1979): A *Saturnia pyri* lárvája és imágója központi idegrendszerének összehasonlító anatómiai vizsgálata. *Acta Academiae Pedagogicae Agriensis Nova Series Tom XV*. 431--438.
24. (1982): Hazai lepkék feji idegrendszerének összehasonlító anatómiai vizsgálata I. *Separatum Acta Academia Pedagogicae Agriensis Nova Series Tom XVI*. 487--489.
25. (1984): Hazai lepkék tori idegrendszerének összehasonlító anatómiai vizsgálata II. Az Egri Ho Si Minh Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei XVII. 719--730.