

FUNKCIONÁLIS ANATÓMIAI VIZSGÁLATOK A ROVARFEJEN

SZÉKESSY VILMOS

Országos Természettudományi Múzeum Állattára, Budapest
(Érkezett: 1951. november 22.)

A funkcionális anatómiai vizsgálatok, így a biostatikai, biomechanika vizsgálatok, valamint az ezeken alapuló tudományos nézetek nem újak a természettudományok terén, bár a sok évtized előtti eredmények esetleg feledésbe is merültek, vagy — ami főleg a biostatikára vonatkozik — nem találtak kellő visszhangra, minthogy nem voltak időszerűek, nem illettek a kor gondolatvilágába. Így már 1873-ban a zürichi anatómus *H. Meyer* »Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüsts« című könyvében (Leipzig, 1873) összefoglalta az emberi csontváz statikai és mechanikai törvényeit. Ugyanabban az évben jelent meg *E. J. Marey* »La machine animale« című műve (Paris, 1873) és rövid idővel később *S. Schwendener* »Das mechanische Prinzip«, valamint *H. Dingler* »Die Bewegungen der pflanzlichen Flugorgane« című munkái (Leipzig 1874, ill. München, 1889), amelyek szerint az emberi technika statikai és mechanikai törvényei a növényvilágban is teljes érvényűek. *V. Graber* »Die mechanischen Werkzeuge der Wirbel- und wirbellosen Tiere« című könyve (Leipzig, 1886), amely magyar nyelven »Az állatok mechanikai műszerei« címen Budapesten 1895-ben jelent meg, valamint *F. Reuleaux* »Theoretische Kinematik« című tankönyve (Braunschweig, 1900), amelynek második kötetében függelék-ként számos példán tárgyalja az állati test mozgástanát, ennek az irányzatnak legkiemelkedőbb pontjai. A legújabb ezen a téren *A. Giessler* 1939-ben Leipzig-ben megjelent »Biotechnik« című könyve, igen jó és körültekintő összefoglalása az ezen a téren eddig történt megállapításoknak, ha nem is — mint ahogyan szerzője bevezetésként írja — »egy új tudományág alapköve«.

Mindezekben az összefoglaló munkákban, de általában az egész irodalomban is igen kevés szó esik a rovartest statikai felépítéséről. Jellemző erre a tényre *Giessler* idézett könyve, amelyben a növényi és állati test statikai tárgyalását a rovarokra vonatkozóan igen röviden intézi el, ill. fejezi be. Szerinte »a kitin rendkívüli szilárdsága, a rovarok piciny volta, valamint az ezzel összefüggő jelentéktelen súlyuk miatt a kitinváz különös megerősítése, annak szilárdságának fokozására fölösleges« (p. 58). Hozzátehetjük még azt is, hogy *Giessler* a rovarok kitinvázát »kitinruhának« nevezi és erősebb nagyítással a kitin felületén egymást derékszögben keresztező fonalakat vél felfedezni ugyanúgy, mint valamilyen ruhaszöveten.

Érthetetlen, hogy miért bánik *Giessler* ilyen mostohán a rovarokkal. Ha nem is sok, de mégis vannak az irodalomban olyan munkák és megállapítások, amelyek szerint a mechanikai és statikai alaptörvények a rovarok kitinvázára is vonatkoznak, és a kitin szilárdságának is van határa. Ezt a határt pedig nem lehet a végletekig kitolni csupán a kitin vastagságának fokozásával, mert ebben az esetben a vastagsággal párhuzamosan növekedő súly a rovart életképtelenné tenné. Így tehát a rovar ugyanazokkal a problémákkal találja magát szemben, mint valamennyi más állat vagy növény. A különböző megterhelésnek, nyomásnak, húzásnak és egyéb külső vagy belső erőhatásnak megfelelően meg kell erősítenie mind magát a kitinvázat, mind pedig annak különösen igénybevett részeit anélkül azonban, hogy ezáltal egyrészt anyagot pazaroljon, másrészt pedig testsúlyát tulságosan megnövelje.

A kitinváz megerősítése a rendelkezésünkre álló irodalmi adatok alapján különböző módon történhet. A rovarok köztakarója két főrétegből áll, az élő epidermisből s az abból származó u. n. kutikulából, amelynek alapanyaga a közismert kitin. Magán a kutikulán pedig megkülönböztethetjük az epikutikulát, exokutikulát és endokutikulát. Az endokutikula vagy főréteg a kitinváz tulajdonképpeni alaprétege és így mechanikai szempontból a gerincesek csontanyagával vonható párhuzamba. Lehet igen vastag, sokszor szintén többrétegű. Ezek a rétegek különböző felépítést mutathatnak, amelyek közül csupán egy esetet óhajtok kiragadni. Így pl. számos bogárfajon azt találjuk, hogy az endokutikula egyes rétegei szorosan egymás mellett fekvő és külön kötőanyaggal összekötött gerendákból állanak. A legfontosabb azonban az, hogy az egymásra következő, egymás fölött fekvő rétegekben ezek a gerendák nem párhuzamosan futnak, hanem egymással 60 fokos szöget alkotnak. Ugyanezt a réteges felépítést alkalmazzák a mérnökök is, pl. a repülőgépek légsavarjának előállításakor, amelyet vékony falemezekből illesztnek össze, és pedig olyformán, hogy az egyes falemezek erezete az egymásra következő rétegekben bizonyos szöget zárjon be (*H. Weber*, Lehrbuch der Entomologie, Jena, 1933 és *B. N. Svanvics*, Kursz obscese j entomologii, Moszkva—Leningrad, 1949).

Azonban nemcsak az építőanyag maga, tehát az endokutikula, mutat ilyen statikai szempontból előnyös szerkezetet, hanem a belőle felépített kitinváz egészében is alkalmazkodik a mechanikai törvényekhez, mégpedig főként ott, ahol a rovartestben erősebb ellenállást kell kifejtenie akár külső, akár belső erőhatásokkal szemben. A legjellemzőbb példa erre a rovarfej.

A rovarfej merev tok, amely körülzárja a központi idegrendszer fejdúcait és hordja a legfontosabb érzékszerveket. A fejtok nyitott oldalán helyezkedik el a szájrészek által körülfogott szájnylás. Ha most közelebbről megvizsgálunk egy rovarfejet, akkor látjuk, hogy az egységesnek tűnő kitintok, a rovarkoponya külső felülete nem sima, hanem határozott lefutású vonalakat mutat, amelyek a koponya külső felületét több részre osztják. Ezek a vonalak a *sutura coronalis*

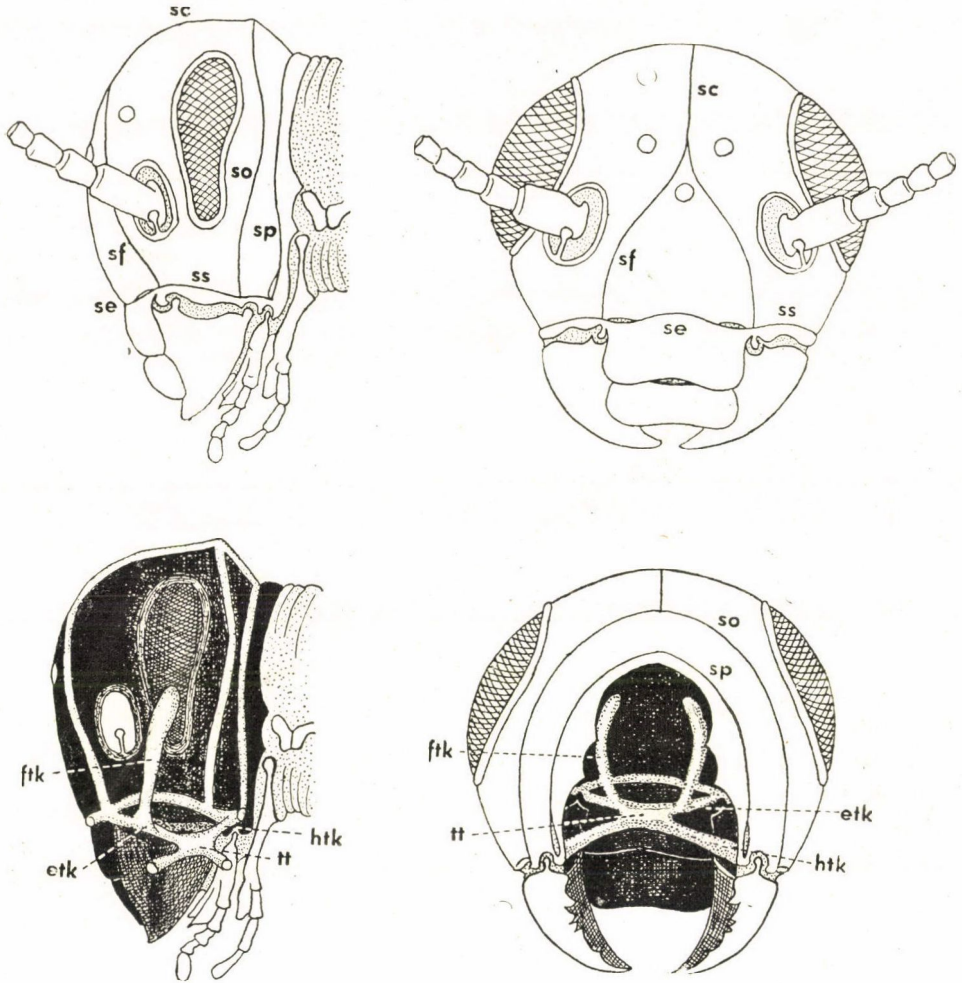
(koszorúvarrat), *s. epistomalis* (szájfölötti varrat), *s. frontalis* (homlokvarrat), *s. occipitalis* (tarkóvarrat), *s. postoccipitalis* (tarkóntúli varrat) és *s. subgenalis* (pofaalatti varrat). Az itt használt kifejezés: *sutura* (varrat) megtévesztő, mert emlékezetünkbe juttatja a gerinces állatok koponyáját, holott itt egyáltalában nincsen arról szó, hogy a rovarkoponya felépítésében több lemez, illetve alkatrész venne részt, amelyek azután bizonyos varratok mentén összeolvadnak. A rovarfej fejlődéséről tudjuk ugyanis, hogy az az egyedfejlődés folyamán 5, ill. 6 szelvény összeolvadásából keletkezik; e szelvényeknek határai azonban a fejlődés folyamán teljesen eltűnnek és a kifejlett rovar, tehát az imágó fején található varratokkal semmiféle összefüggésük sincs. Ezek a varratok azáltal keletkeznek, hogy a köztakaró bizonyos vonalak mentén behajlik, betüremkedik és ennek következtében belső felületén ráncok, lécek képződnek. Ezeknek a ráncoknak külső nyomaként maradnak meg a varratok.

A rovarfej külső vázán kívül még egy ú. n. belső vázat, *tentoriumot* is találunk. Ez egy fekvő X-hez hasonló képződmény, közepén a *tentorium*-testtel és az abból kiinduló elülső, valamint hátulsó *tentorium*-karpárral. Az elülső karpárból még egy további karpár, az u. n. felső *tentorium*-karpár indulhat ki. A *tentorium* a fejtok alsó részét zárja le. (A fejtok felépítését, a varratok lefutását és a *tentoriumot* lásd az 1. ábrán.)

A *tentorium*, valamint a fejtok belső oldalán lefutó, a varratoknak megfelelően elhelyezkedő ráncok, lécek szerepéről az irodalomban elsősorban azt olvashatjuk, hogy megnagyobbodott tapadási felületek az izmok részére. Nyilvánvaló azonban, hogy emellett valami statikai szerepük is van, amint erre az entomológiai tan- és kézikönyvek általánosságban utalni szoktak (lásd *Eidmann*, *Svanvics*, *Snodgrass*, *Weber* stb.). Ha ez a feltevés valóban igaz, ha tehát a *tentorium* és a varratoknak megfelelő erősítőlécek valóban a statikai, ill. mechanikai megterhelések kiegyensúlyozására szolgálnak, akkor úgy lefutásukban, mint egymáshoz való kapcsolatukban, elrendezésükben kell, hogy a statikai törvényeknek megfeleljenek. Jelen munkámban megkísérlem, hogy ezt a feltevést behbizonyítsam.

Mindenesetre szükségesnek mutatkozik, hogy az általunk feltételezett erővonalrendszert rekonstruáljuk. Ezt pedig a következő módon érhetjük el. Tegyük fel, hogy a rovarfejről valamennyi vékonyabb kitérő részét úgy lepreparálunk, hogy csupán a megerősített részek maradjanak meg, akkor a 2. ábrán bemutatott szerkezetet kapjuk.¹ Ezen a szerkezetben az 1-4 és 9-12-vel jelzett lécek

¹ A továbbiakban használt műszaki jelzések sok zoológus számára talán ismeretlenek, illetve szokatlanok. A műszaki tudományokban szokásos eme jelzések azonban sokkal rövidebben és határozottabban fejezik ki a hatóerők támadási pontját, valamint a különböző erőhatásoknak kitett, illetve azokkal terhelt vázrészeket, úgy, hogy indokoltnak látom, hogy a második és harmadik ábrával kapcsolatosan ezt a jelzési módot alkalmazzam. A 2. ábrán jelzem tehát arab számokkal (1—13) az erősítő lécek metszési, illetve találkozási pontjait (1 = a *sutura frontalis*, *sutura epistomalis* és *sutura subgenalis* találkozási pontja, 2 = az elülső *tentorium*-karpár kiinduló pontja a *tentorium*-testből, és így tovább). Az egyes vázrészeket, illetve a megerősített varratokat pedig az illető lécek két végpontját jelző számokkal jelzem, amelyek fölött az össze-



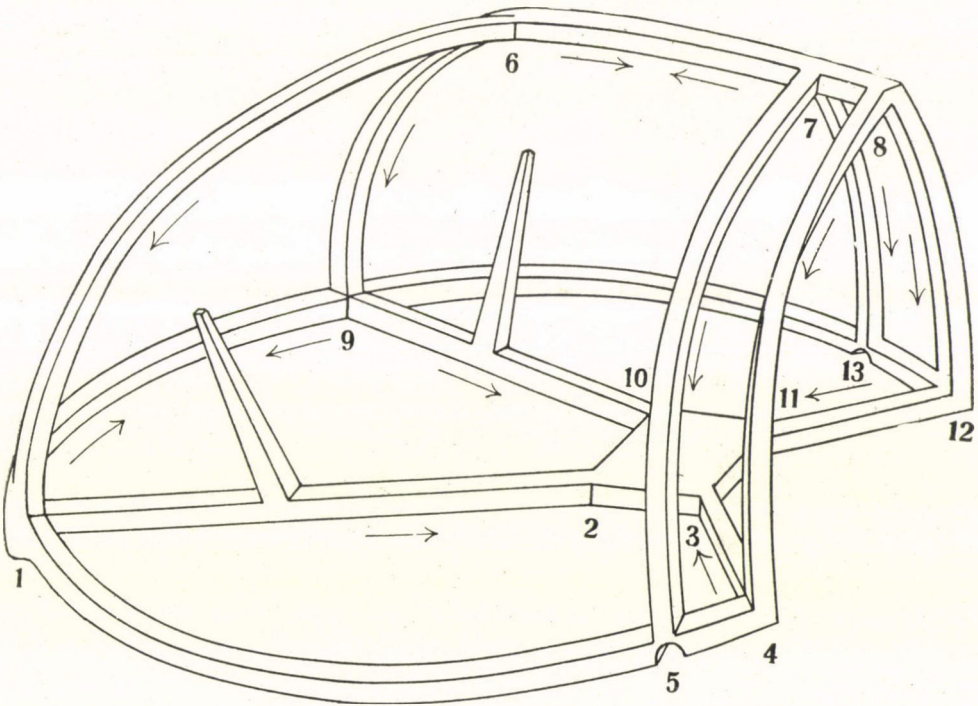
1. ábra. Baloldalt fent: rovarfej oldalról; jobboldalt fent: rovarfej előlről; baloldalt lent: rovarfej hosszanti metszete; jobboldalt lent: rovarfej hátulról. (A két felső ábra Snodgrass nyomán Eidmann könyvéből készült, a jobb alsó Eidmann módosított rajza, a bal alsó pedig eredeti ábra.) *sc* = sutura coronalis, *se* = *s. epistomalis*, *sf* = *s. frontalis*, *so* = *s. occipitalis*, *sp* = *s. postoccipitalis*, *ss* = *s. subgenalis*, *tt* = tentorium-test, *etk* = elülső tentorium-kar, *htk* = hátulsó tentorium-kar, *ftk* = felső tentorium-kar.

megfelelne a p_{ca}faalatti varratnak (*ss* az 1. ábrán), az $\overline{1\ 6}$ és $\overline{9\ 6}$ a homlokvarratnak (*sf*), a $\overline{6\ 8}$ a koszorúvarratnak (*sc*), az $\overline{1\ 9}$ a szájfölötti varratnak (*se*), a $\overline{7\ 5}$ és $\overline{7\ 13}$ a tarkóvarratnak (*so*), a $\overline{8\ 4}$ és $\overline{8\ 12}$ a tarkóntúli varratnak (*sp*)

függést jelző vonalat alkalmazom ($\overline{1\ 2}$ tehát az 1 ponttól a 2 pontig húzódó lécet jelenti, vagyis az elülső tentorium-kart, ellentétben a 12-vel, amely a sutura subgenalis, sutura postoccipitalis és a hátulsó tentorium-kar találkozási pontját jelzi). Ugyanebben az értelmezésben a 3. ábrán az $R\overline{12}$ az a részérő, amely az $\overline{1\ 2}$ -vel jelzett lécre, azaz az elülső tentorium-karra hat.

az $\overline{1\ 2}$ és $\overline{9\ 10}$ a *tentorium* elülső karpárjának (*etk*), a $\overline{3\ 4}$ és $\overline{11\ 12}$ a *tentorium* hátsó karpárjának (*htk*), míg a 2, 3, 10 és 11 között látjuk a *tentorium* testét (*tt*).

Mi már most ennek a különös erővonalrendszernek tulajdonképpeni rendeltetése és milyen a megterhelése? Ha egy pillanatra visszatekintünk az 1. ábrára, akkor látjuk, hogy az 1-el és 9-el, ill. 5-el és 13-mal jelzett pontokban ízesülnek a mandibulák vagy rágók. A két egymással szemben elhelyezett rágó



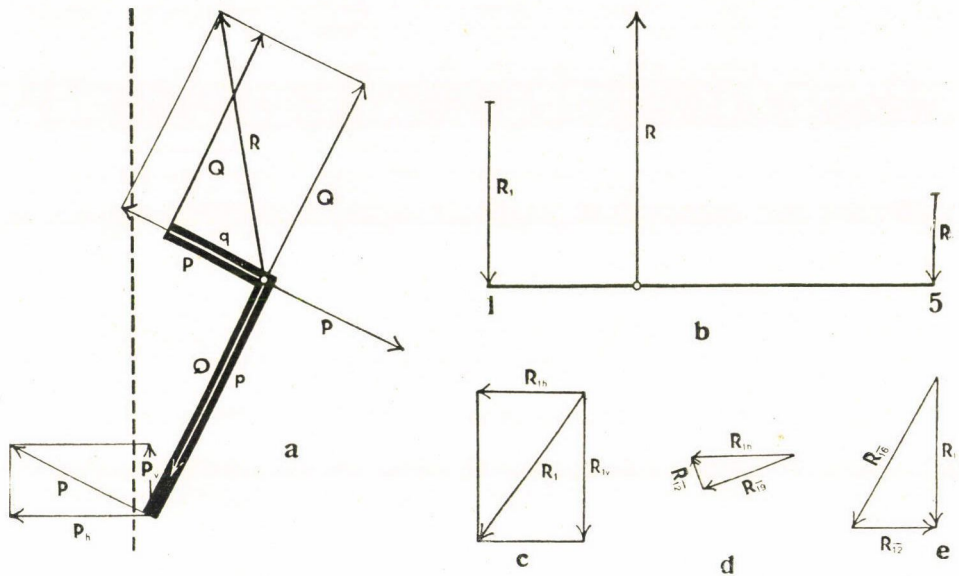
2. ábra. A rovarkoponya varratainak megfelelő kitalécek és a *tentorium* által alkotott támasztó-, illetve erősítőrendszer eredeti rekonstrukciója

$\overline{1\ 9}$ = a mandibula elülső ízülete, $\overline{5\ 13}$ = a mandibula hátsó ízülete, $\overline{1\ 4}$, $\overline{9\ 12}$ = *ss*, $\overline{1\ 6}$, $\overline{9\ 6}$ = *sf*, $\overline{6\ 8}$ = *sc*, $\overline{1\ 9}$ = *se*, $\overline{7\ 5}$, $\overline{7\ 13}$ = *so*, $\overline{8\ 4}$, $\overline{8\ 12}$ = *sp*, $\overline{1\ 2}$, $\overline{9\ 10}$ = *etk*, $\overline{3\ 4}$, $\overline{11\ 12}$ = *htk*, 2, 3, 10 és 11 között = *tt*. A nyilak a vázrendszer egyes részeire gyakorolt erőhatás (nyomás, húzás) irányát mutatják.

működés, azaz rágás közben úgy hat, mint egy harapófogó, amely két hegyével összeszorítja, összeropogtatja a megfogott tárgyat. Tekintettel arra a tényre, hogy a rágók záróizma, a *musculus adductor mandibulae*, a rovartest legerősebb izma, és hogy némely rovar megbírkózik nemcsak a legkeményebb fával, hanem adott esetben még fémcsoveket is képes átrágni, nyilvánvaló, hogy a rágással

kapcsolatban kifejtett erők azok, amelyek a fent vázolt, illetve rekonstruált erővonalrendszer kialakulásához vezettek.

A rágók két ízülettel kapcsolódnak a fejtokon, így tehát mozgásuk a két ízületet összekötő tengely körül kell, hogy történjék. Azok a pontok pedig, amelyekben az erők a fejtokra hatnak, nyilván maguk az ízületek. Ha most a tengelyt keresztmetszetben képzeljük el, tehát pontnak (3. ábra, a), akkor azt látjuk, hogy a mandibula záróizmára vonatkoztatva kétkarú emelőnek felel meg (a vastagon kihúzott, derékszögben tört vonal). Ennek rövidebb »q« karján az izom a Q -val jelzett erőt fejti ki, amely azután a »p« karon keresztül a P erőt eredményezi. Ha ezt a P erőt összetevőjére bontjuk fel, akkor a P_h komponensben azt az erőt kapjuk meg, amely a prédát fogva tartja, összeropog-



3. ábra. A rágóizom működése közben fellépő erők és azok felbontása (bővebb magyarázat a szövegben)

tatja; a P_v komponens pedig a szájnylás irányában hat és megakadályozza, hogy a megragadott falat kifelé csússzon, sőt inkább még befelé húzza. Már most az a kérdés, hogy milyen erők működnek, ill. hatnak magára a tengelyre? Meg kell csak gondolnunk, hogy a tengelyre, azaz a tengelypontra, nemcsak az előbb említett P és Q erő hat, hanem azonkívül azokkal ellentétes irányban még egy további P és Q erő is. Ez a négy erő (3. ábra, a) két forgató erőpárt alkot, amelyek egymás között egyensúlyban vannak. A fennmaradó P és Q erő pedig egy eredőt, azaz a tengelyre ható R erőt adja. Ha most a tengelyt teljes hosszában vizsgáljuk (3. ábra, b), akkor látjuk, hogy ez az R erő a tengely két csomópontjában, tehát a két ízületben egy-egy reakcióerőre oszlik. Ezek közül az

R_1 erő, tehát az elülső rágóizületben (1) ható erő sokkal nagyobb mint a hátulsó rágóizületre (5) ható R_5 erő, minthogy az R erő támadási pontja jóval közelebb esik az elülső izülethez mint a hátulsóhoz; a két reakcióerő a karok hosszával fordítottan arányos.

Nézzük már most, mi ennek az R_1 erőnek további sorsa? Az R erő, így tehát az R_1 erő is nem függőlegesen, hanem kissé ferdén hat, így tehát először fel kell, hogy bontsuk az R_1 erőt vízszintes és függőleges komponenseire (3. ábra, c). Az így nyert R_{1v} erőt az $\overline{1\ 2}$ és $\overline{1\ 6}$ lécek irányában felbontva azt látjuk (3. ábra, e), hogy az $\overline{1\ 2}$ lécc irányában nyomó, az $\overline{1\ 6}$ lécc irányában pedig húzó erőként hat ($R_{\overline{1\ 2}}$, ill. $R_{\overline{1\ 6}}$). Az $\overline{1\ 2}$ lécc tehát nyomott, az $\overline{1\ 6}$ lécc pedig húzott lécc. Ha pedig felbontjuk az R_{1h} erőt (3. ábra, d), akkor az $\overline{1\ 2}$ léccen újabb nyomó erőt találunk ($R_{\overline{1\ 2}}$), az $\overline{1\ 9}$ léccen pedig szintén nyomást ($R_{\overline{1\ 9}}$). Az 1-el jelzett pontban, tehát az elülső rágóizületben összefutó $\overline{1\ 2}$, $\overline{1\ 6}$, $\overline{1\ 9}$ és $\overline{1\ 5}$ lécek megterhelése tehát a következő módon alakul: az $\overline{1\ 2}$ és $\overline{1\ 9}$ lécc nyomott lécc, az $\overline{1\ 6}$ húzott lécc, míg az $\overline{1\ 5}$ léccre egyáltalában nem esik semmiféle különös megterhelés (lásd a 2. ábrát). Hogy ez valóban így van, bizonyítja az a körülmény is, hogy az $\overline{1\ 5}$ lécc, tehát a pofaalatti varratnak megfelelő lécc igen sok esetben teljesen hiányzik. A 9-el jelzett pontra vonatkozóan ugyanezt az erőjátékot tudjuk kimutatni. Fontos csupán az, hogy az $\overline{1\ 9}$ lécc erről az oldalról újabb, ezúttal azonban ellentétes irányú nyomást kap. A varratok és *tentorium*-karok minden találkozási pontján ható erők felbontása alkalmával hasonló viszonyokat találunk. Így pl. a 6-al megjelölt pontban megállapíthatjuk, hogy az ott támadó erő következtében a $\overline{6\ 7}$ lécc nyomott léccé alakul stb. A hátulsó rágóizületre, tehát az 5-el jelzett pontra ugyanazok a viszonyok érvényesek, mint az 1-el jelzett pontra. A különbség csupán annyi, hogy az itt ható R_5 erő jóval kisebb mint a megfelelő R_1 erő. Ennek következtében a léceknek az ebben a pontban kifejtett részéről folyó keletkező megterhelése is jóval kisebb. Ennek megfelelően a hátulsó izület (5) az egész, a koponyát erősítő rendszernek leggyengébb pontja is. Látjuk ugyanis, hogy a $\overline{3\ 4}$ lécc nem közvetlenül az 5-el jelzett pontból, tehát nem a hátulsó rágóizületből indul ki, hanem valamivel hátrább. Ez a körülmény azonban az ott ható, sokkal kisebb erőnek teljesen megfelel, sőt az $\overline{5\ 7}$ lécc, a tarkóvarrat, bizonyos esetekben hiányozhat is, minthogy ilyenkor a $\overline{4\ 8}$ lécc, a tarkóntúli varrat, egyedül is kiegyensúlyozhatja az ott ható kisebb erőt.

Összefoglalva a rágó szájrészekkel ellátott rovarok koponyaszerkezetére vonatkozóan a következőket állapíthatjuk meg, és pedig azokon a fajokon, amelyeken a szájrészek lefelé irányítottak (ortognát típusú fajok).

A rovarkoponyán állandóan meglévő varratok (szájfölötti varrat, homlokvarrat, koszorúvarrat és tarkóntúli varrat), ill. az ezeknek megfelelő erősítő lécek, valamint a *tentorium*, elülső és hátulsó karpárjával együtt, a fent röviden

vázolt erőviszonyoknak megfelelően valóban a koponya statikai megerősítését szolgálják. Elrendezésük folytán ugyanis első sorban a rágás alkalmával kifejtett erők kiegyensúlyozására, azaz a két rágóizületben támadó erők teljes mértékben való semlegesítésére képesek. A tarkóvarrat, valamint a pofaalatti varrat a koponya további megerősítését segíthetik elő, hiányuk azonban nem veszélyezteti az egész rendszer statikai felépítését, ill. rendeltetését. A felső *tentorium*-karoknak pedig az egész erővonalrendszerben semmiféle szerepük sincs; csupán tapadási felületül szolgálnak egyes a fejtokon belül húzódó izmok számára.

A rovarkoponya fent tárgyalt szerkezete tehát feleslegessé teszi azt, hogy a fejtok teljes egészében túlságosan megvastagodjék, ami egyrészt a rovar rendelkezésére álló építőanyagnak, a kitinnek, célszerűtlen pazarlását jelentené, másrészt pedig veszélyes túlsúlyra vezetne. Továbbá fölöslegessé válik az is, hogy a fejtok alsó felülete teljesen el legyen zárva. A *tentorium*, valamint két karpárja ugyanis elegendő arra, hogy a fellépő erőket kiegyensúlyozza anélkül, hogy a szájnýílásnak és a mandibulák izmainak szükséges helyet elfoglalnák. Csak így magyarázható meg, hogy a rovar aránylag vékony fejtokja a rágás alkalmával kifejtett, sokszor igen tekintélyes erők behatása következtében nem roppan össze.

Az itt elmondottak — hangsúlyozom, csupán behatóbb vizsgálatok kezdetéről van egyelőre szó — már most elegendők annak a megállapítására, hogy az életmód, a táplálékfelvétel, ill. a táplálék minősége mennyire messzemenően befolyásolhatja a rovarfej kifejlődését. A rágók hossza és szélessége, a rágóizom tapadási helyének a két izülettől való távolsága, a varratok, ill. az azoknak megfelelő erősítőlecek, valamint a *tentorium*-karok kifejlődése, lefutása, jelenléte vagy hiánya, a fejtok alakja stb. mind szoros, egyenes függvényei a táplálékul szolgáló anyagoknak és azok minőségének.

Az itt közölt vizsgálatok természetesen nem jelenthetik azt, hogy a rovarfej felépítésének statikai problémája ezzel véglegesen meg lenne oldva. A számtalan kérdés közül, amely tisztázásra vár, csupán a legfontosabbakat említem meg ezen a helyen.

Mindenekelőtt fontos volna, hogy vizsgáljuk a különböző minőségű, ill. keménységű táplálék befolyását a fejtok vázszerkezetének kifejlődésére, mégpedig két vagy több ortognát fejtípusú, közeli rokon fajon, amely fajok táplálék szempontjából a kívánt különbséget mutatják. Ezeket az ortognát fejtípusra vonatkozóan megállapított tényeket, ill. eredményeket szükséges azután a prognát (előre irányított szájrészek) és hipognát (lefelé és hátrafelé irányított szájrészek) fejtípusú rovarokon található viszonyoknak megfelelően átdolgozni, azokra alkalmazni. Egy további lépés pedig az, hogy a rágó szájrészekkel rendelkező rovarok fejtokjának vizsgálata alkalmával nyert megállapításokat továbbfejlesszük és azokat összehasonlítsuk a más táplálékfelvételi típusú

rovarok fejtokján (szűrő, szívó, nyaló stb. szájrészekkel) található anatómiai viszonyokkal. Fontos ezenkívül a statikai vizsgálatok kiegészítése szövettani tanulmányokkal a fejtokot felépítő kitin belső struktúrájában esetleg fellépő elváltozások kimutatására. Nem utolsó sorban pedig szükségesnek látszik, hogy biológiai kísérletek alapján ellenőrzésképpen megvizsgáljuk, hogy egyrészt a mesterségesen megváltozott minőségű táplálék behatása a fejtok szerkezetére kimutatható-e, és hogy másrészt ez a behatás az egyedfejlődés milyen fokán hat a rovar szervezetére, továbbá hogy a korrelációs adaptációs bélyegek megváltozása milyen sorrendben követik egymást.

Lehetségesnek mutatkozik, hogy a fejtok szerkezetének a fentiekben vázolt további vizsgálata újabb támpontokat nyújthat a rovarok fejlődéstörténetére, azaz hogy az ebből adódó eredmények a ma élő rovarfajok természetes rokonság viszonyainak közelebbi tisztázására vezethetnek. Mindenesetre azonban már ma látjuk, hogy a fejtok alakja, varratainak lefutása stb. nem — ahogyan ezt eddig vélték — biológiailag indifferens bélyegek, tulajdonságok, hanem igazi adaptációs (alkalmazkodási) bélyegek, és pedig *Szevercov* fogalmazásában idioadaptációs bélyegek (*A. N. Sewertzoff*, *Morphologische Gesetzmässigkeiten der Evolution*, Jena, 1931).