

ÉRTESITŐ

AZ ERDÉLYI MÚZEUM-EGYESÜLET ORVOSTUDOMÁNYI SZAKOSZTÁLYÁBÓL.

XXIX. kötet.

1907.

I. füzet.

KÖZLEMÉNY A KOLOZSVÁRI M. KIR. FERENCZ JÓZSEF TUDOMÁNY-
EGYETEM ÉLETTANI INTÉZETÉBŐL.

Igazgató: UDRÁNSZKY LÁSZLÓ dr. egyetemi tanár.

A gátlás és más beidegzési jelenségek *Cossus ligniperda* hernyóin.*

(15 ábrával.)

Írta: VERESS ELEMER dr. egyetemi magántanár, az intézet adjunctusa.

A beidegzés bizonyos jelenségei közül azok, a melyek a kísérleti jellemzés számára hozzáférhetőek, nem csupán a különböző rendszertani helyzetű állatokban mutatnak eltéréseket; hanem, legalább az állatok bizonyos csoportjaira vonatkozólag, egy és ugyanazon állatfajban, az egyén fejlődésének stadiumai szerint is.

Főleg azon szervezetek alkalmasak az összehasonlító kísérletek céljaira, a melyek különböző fejlődési stadiumaikban önállóan, illetve nem a szülő testéhez kapcsoltn fordulnak elő. Így pl. a hernyó, a báb és a lepke mindannyi önmagában független egyén, miért is a fejlődés minden állapotában azonos külső kísérleti feltételek mellett hasonlíthatók össze. Könnyű volt tehát ezeken azt az érdekes magatartást észrevenni, hogy az egyének a fejlődés különböző stadiumaiban az egyes ingerekre többé-kevésbé eltérő és ezen stadiumokra jellemző reaktiókkal felelnek.

Ezen szempontból figyelemre méltók PATRIZI¹ észleletei a

* Előadatott az E. M. E. orvostudományi szakosztályának 1907. évi januárius hó 26.-án tartott szakülésén.

¹ Sur la contraction des muscles striés et sur les mouvements du *Bombyx mori*. Archives ital. de Biol. 1893. XIX. 177. Ref. HERMANN: Jahresber. ü. die Fortschr. d. Physiol. II. S. 23.

selyemlepke (*Bombyx mori*) hernyóin, bábjaian és imago-in. PATRIZI a kísérleti állatokat curarizálta, a zsigereket eltávolította és a hosszúsági irányban bekövetkező megrövidülések görbéit vette föl, mintha az egész szervezet egyetlen hosszanti izom lett volna. PATRIZI azt tapasztalta, hogy a hernyó rágása igen hosszú ideig tart, a görbe lerajzolása 5 mp.-nél is továbbra terjedhet; különösen az energia leszállásának szakasza hosszú. A lappangási időszak az inger intenzitása, a megterhelés és a fáradás körülményei szerint 0,04—0,18" között váltakozik. A bábban és magában az imago-ban a lappangás kevéssel, a rágás ellenben sokkal rövidebb, mint a hernyóban, főleg magasabb hőmérsékek mellett.

Állandó áram egész tartama közben megrövidülést vált ki. PATRIZI a rövidülési hullám terjedési gyorsaságát 0,46—0,66 m.-nek találta. A hernyó tetanizálásához 1 mp.-ben 10 (melegben több), a báb és az imago tetanizálásához több, mint 30, az imago szárnyizmaira vonatkozólag 65 ingerre volt szükség. A mozgások jellege egyébként a kifejlődött lepke életében is mutat bizonyos különbségeket, nem, párzási időszak stb. szerint.

Ezen adatok ily kivonatos felsorolás mellett is érdekesek, mert összehasonlításokra alapot nyújtanak. Továbbá, jóllehet nagyon távolról, mégis fölhívják a figyelmet bizonyos belső változásokra, a melyek a fejlődéssel kapcsolatosak.

Hasonló kiterjedésben összehasonlító vizsgálatokat magam nem végeztem; csupán néhány esetben volt alkalmam különböző fejlődési stadiumban levő hernyókon egyes beidegzési jelenségeket észlelni. Az átalakulásnak ilyen, egymáshoz közel fekvő stadiumaiban azonban szintén mutatkoznak jellemző különbségek, főleg a gátlásra vonatkozólag.

I. A gátlás.

A mint a magasabb, vagy alacsonyabb rendű szervezetekben a gátlás más és más mértékben jut szerephez és váltható ki kísérlet révén, úgy azt is tapasztalhatjuk, hogy a rovarokban, nevezetesen a lepkékben a fejlődés különböző stadiumai szerint a gátlás szerepének jelentősége és mértéke nem egyforma.

Azonban, ha vizsgálatainkkal a metamorphosisnak három fő stadiumára ki is terjeszkedünk, összehasonlításainkban hézagok maradnak fenn. Így a lepke bábjára vonatkozólag teljes nyugalomról ugyan nem beszélhetünk, a mennyiben a külső ingerekre reagálás képessége nem hiányzik benne; mivel azonban ez a reactio igen rövid és szabálytalan lefolyású, azért valamely gátlás kiváltására alkalmas inger hatása nyugodtan el nem bírálható. Ezért tehát kísérleteim czéljaira csupán hernyókat használtam fel, különböző korú egyének összehasonlítására törekedve.

Véletlenül a *Cossus ligniperda*-nak több, hatalmas fejlettségű hernyója jutott birtokomba. Ezek fűzfából kerültek elő, melyben, mint másféle fákban is, tudvalevőleg számtalan járatot és csatornát szoktak rágni maguknak. A hernyókat ilyen átlyuggatott fadarabok és az összerágott fa törmelékei között üveg-edényben tartottam. Egyesek 1--2 nap múltán már lomhábbakká váltak és a törmelékből, váladékuk segítségével, tojásdad tokot, gubót formáltak maguknak. Ha ebből a tokból, elkészülte után pár órával, a hernyót kivesszük, az eleinte lomhán hever a talajon. Azonban, a tokban tartózkodás idejétől függőleg hosszabb-rövidebb idő múltán élénkebbé válik, s 10--20 perczezel a kiszabadítás után igen kitartóan, nagy amplitudóval és szabályosan, mint valami újonnan felhúzott gép végzi kúszó mozgásait. Az ilyen hernyó rögtön a lurok felnyitása után, még mielőtt rhythmusos mozgásait elkezdte volna, érintésre igen heves, hirtelen mozdulattal felel. Új helyzetében, pl. fejét a talajról fölemelve, $\frac{1}{2}$ —1 percig is mereven, mozdulatlanul megmarad és csak azután indul útjára. A gátlás azonban ekkor is még könnyen kiváltható, de nem tart sokáig.

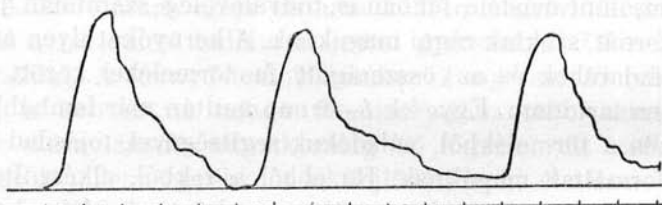
Ezen magatartást izomgörbéken ábrázolni is törekedtem. Az izomgörbék fölvételénél a MAREY-féle myographiont használtam, a dob leglassúbb forgása mellett. A forgás gyorsasága mp.-kint 7 mm., az íróemelő áttétele $4\frac{1}{2}$ -szeres volt.

A hernyót vízszintes helyzetben a myographionhoz tartozó asztalkára erősítettem, oly módon, hogy a hernyó cuticulájának legfelületesebb rétegeit két gombostűvel a melli résznek megfelelően átszúrtam és a deszkalapra rögzítettem. Az íróemelővel

fonal útján összefüggő görbített gombostút pedig a hernyó analis végének cuticuláján szúrtam át.

A szúrások természetesen a cuticulának csak a legfelületesebb rétegein hatoltak keresztül, különben a hernyók testnedveikből vesztettek s turgoruk csökkent volna. Ezt pedig az izomtonus viszonyaira tekintettel el kellett kerülnöm.

A szabadjára hagyott *Cossus* hernyó előrehaladó mozgásai alkalmával az anus tájékán levő két tapadó állabát (tolólábak) a hasi rész szelvényeivel együtt nagy energiával előre húzza.¹ A mozgásnak ezen szakaszát, a melynek amplitudójától a lépés nagysága függ, az 1. ábrán a görbék emelkedő szárai híven feltüntetik:



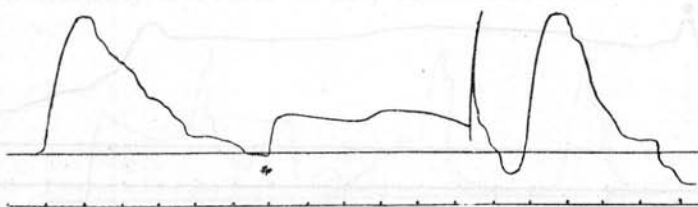
1. ábra. Az eredetinek $\frac{2}{3}$ -ára kisebbitve. Úgy ezen, mint a következő ábrákon a beosztott vonalon egy-egy osztás közé eső terület a myographion dobjának 1-1 mp.-ben befutott útját jelzi.

Az előre vont analis vég állabai a szabadon mozgás alkalmával a talajra tapadnak. Az analis vég rögzülési ponttá lesz, melyre mintegy reátámaszkodva, az izomműködés hátulról előre, az oralis vég felé haladva, elharapózik, míg a valódi lábak annyira előretolódtak, hogy rögzülési pontokká válhatnak. A görbe fölvétele alkalmával a melli rész rögzítve levén, a hernyó a mozgás első szakaszát a görbén leírhatja, az analis állabak ellenben nem támaszkodhatnak meg. Ezért ugyanazon hasi rész, a mely a görbének emelkedő szárát leírta, kinyúlik, tehát a leszálló szárat is fölrajzolja. Az utóbbi mozgás azonban a természetes mozgás második szakaszához nagyon hasonlít, miért is a teljes görbe egy lépést mégis megközelítőleg jellemzően ábrázol.

¹ L. erre vonatkozólag POLIMANTI O. dolgozatát is: Contributi alla fisiologia della larva del baco de seta (*Bombyx mori*) 1906. Scansano, C. Tessitori.

A burokból kivett *Cossus* hernyó a fölerősítéssel járó szűrások után is folytatta rhythmusos mozgásait. Ezzel szemben feltűnő volt, hogy a szűrásnál sokkal csekélyebb intenzitású inger, mint a milyen pl. a cuticula alkalmas helyének gyöngéd érintése, a mozgást meglehetősen hosszú lappangási idő elteltével gátolja. A 2. ábra erre vonatkozó kísérletet tüntet föl.

Miután a hernyó már 27, teljesen szabályos lépés görbáját felrajzolta, a nélkül, hogy a rhythmus változott és bár egy lépés is kimaradt volna, a fej oldalsó részén, a ganglion supraesophageale fekvésének megfelelően a cuticulát gyöngén, egyszer érintettem. Az érintés időpontját a görbén a * jel mutatja. A gátló ingerhatás eredményét bizonyos lappangási időszak előzte meg; ennek értéke, a görbén mérés útján kiszámítva, kb. 0,14 mp.



2. ábra. Az eredetinek $\frac{2}{3}$ -ára kisebbitve.

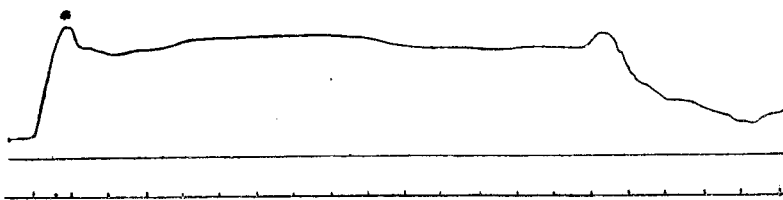
volt. A lappangási időnek megfelelően a hernyó a görbe emelkedő szárát már leírni kezdte. Mihelyt azonban a hatás kifejlődhetett, a lappangási időnek megfelelő mozgást leszámítva, ez hullámvölgyben megállott és kb. egy lépés időtartamának megfelelő ideig szünetelt. E közben a tonus csak jelentéktelen változásokat mutatott.

Majd ismét 12 szabályos lépést engedtem lefolyni és a 13.-nak tetőfokán a cuticulát a mondott helyen ismét enyhén érintettem. A lappangási időnek megfelelően a görbe a tetőponttól kiindulva keveset süllyedt, majd a rhythmusos mozgás kb. 3 lépés időtartamára ismét megszűnt. (L. a 3. ábrát.)

Feltűnő, hogy a gátlás az izomműködésnek különböző phasisaiban, így az összehúzódás tetőfokán is bekövetkezhetik. Ha nem rhythmusos, előre várható phasiskülönbségekkel bíró izomműködésből indulnánk ki, az ilyen jelenséget több joggal

tetanusnak tarthatnók, a melyet, tekintettel az ingerlés egyszerű voltára, fokozott ingerlékenységből lehetne származtatni. A gátlás fogalmát ezen esetben tehát a működések normalis jellegére, a periodicitásra kell vonatkoztatnunk.

Minthogy az inger eleven energiája nem veszhet el, a gátlás folyamata a mozgás phasisának megfelelő energiaértékű belső munkával kell, hogy járjon, főleg akkor, midőn az izomműködés egy időre a nyugalmi állásban szűnik meg. Viszont azon inger, a mely nem bír oly külső energiaértékkel, hogy pl. az íróemelő rugójának ellentállását legyőzze, a mozgást oly stadiumban is megállíthatja, midőn a mozgató készülék az összehúzódás tetőfokán van, és a midőn a rugó ellentállásának legyőzésére szükséges munkánál jóval nagyobbat hajt végre.



3. ábra. Az eredetinek $\frac{2}{3}$ -ára kisebbítve. Az 1. ábrának közvetlen folytatása.

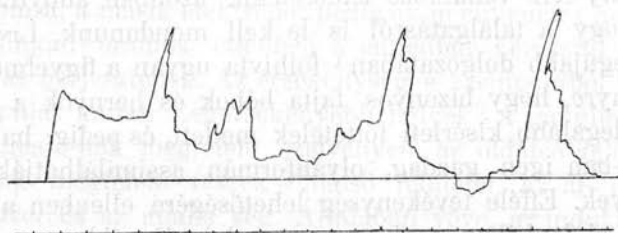
Ezen körülmény is arra utal, hogy a jelenséget a mozgás rhythmusának, periodicitásának gátlása értelmében fogjuk fel.

Egyébként a leírt észlelet a gátlásnak typosos példája gyanánt tekinthető, főleg, ha azon esetekhez hasonlítjuk, midőn a gátlást bizonyos középponti idegrendszeri részek izgatása révén lehet kiváltani. A hasonlóság annyiban tűnhetik fel, hogy a hernyóban az említett hatást csak akkor kaptam meg, ha a fej oldalsó részét, a ganglion supraoesophageale-hoz lehető legközelebb, érintettem. Ez pedig POLIMANTI¹ szerint nemcsak a legmagasabb rendű coordinációs középpont, hanem egyúttal gátlási középpont is. Ha ugyanezen hernyó cuticuláját mozgás közben másutt érintettem, gátlás nem mutatkozott, hanem ellenkezőleg, az illető lépés amplitudója a többiekénél jóval nagyobb lett, vagy pedig, az ingerlésnek semmi hatása sem mutatkozott,

¹ I. h. 21. l.

Mint hogy a ganglionok mechanikai izgatása révén más kísérletekben látható reakciót nem kaptam, a leírt kísérletben a gátlás reflex izgalmi jelenségek keretében folyt le.

Sajnálatomra, a *Cossus* bábjain és imago-in akkor, midőn a hernyókkal foglalkoztam,¹ nem végezhettem kísérleteket. Összehasonlításaim csakis a különböző korú hernyókra terjedhettek ki. Ezeken azt tapasztaltam, hogy ugyanazon jellegű, pl. mechanikai ingerlésre a kortól függőleg igen gyakran eltérő reakciókkal feleltek. A még szabadon mozgó hernyók, a melyek a gubó alakításától még távol voltak, mechanikai ingerlésre gátlást nem mutattak. Ily hernyókon a mechanikai ingerlés többé-kevésbé rendetlen összehúzódásokat váltott ki. Bizonyos típus a reakciókban inkább csak akkor mutatkozott, ha különösen érzékeny és a normalis helyváltoztatással közvetlen vonat-



4. ábra. Az eredetinek $\frac{1}{2}$ -ére kisebbitve.

kozásban álló területeket ingereltem, milyenek pl. a valódi és az állabak és ezeknek közvetlen környezete. A 4. ábra ilyen típusos, mindig hasonló lefolyású reakciókat tüntet föl.

Ezen görbét közepesen kifeszített, hátára fektetett hernyóról vettem föl. Az állabak periodusos csiklandozása kúszó mozgásokat váltott ki. A legnagyobb amplitudoval bíró összehúzódások oly rhythmussal ismétlődtek, a mint az a természetes helyváltoztatás alkalmával szokott történni. A mesterséges ingerlésnek megfelelő reflexek hozzákeverődése miatt azonban a mozgások a normalis helyváltoztatástól némileg eltérők voltak.

¹ 1905 május és júniusában. A kísérleti adatokat „Néhány idegizom-életani megfigyelés *Cossus ligniperda* hernyóin” czímmel vázlatosan már ismertettem (L. a „PURJESZ Emlékkönyve”, 1906. Budapest, Hornyánszky) Jelen munkám a részletesebb feldolgozást nyújtja.

A mechanikai ingerekre bekövetkező reakciók sokféleségére vonatkozólag különben POLIMANTI dolgozata a Bombyx mori-ról bőven nyújt felvilágosítást. POLIMANTI azonban, bár ezen reakciók között a gátlást is említi, azt a hernyók korával vonatkozásba nem hozta, úgy, hogy e szempontból az ő tapasztalataira nem támaszkodhatom. Ha egyébként a Bombyx- és Cossusban a gátlás kiváltásának lehetősége, illetve könnyűsége eltéréseket mutat, ezt az életmódban fennálló különbségekből is lehet származtatni.

Lehetséges, hogy azon különbségek, a melyeket a különböző korú hernyók reakciói mutatnak, anyagforgalmi folyamatokkal kapcsolatosak, melyek a hernyókban a báb alakítását megelőzőleg végbemennek és egyének szerint más és más stádiumban vannak. Az eltérő chemiai állapotot kellene tehát jellemezni; erre vonatkozó ismereteink azonban annyira hézagosak, hogy a találgatásról is le kell mondanunk. LINDEN M. grófnő legújabb dolgozatában¹ fölhívta ugyan a figyelmet azon körülményre, hogy bizonyos fajta bábok és hernyók a légköri CO₂-ot, legalább kísérleti föltételek mellett, és pedig, ha a légkör CO₂-ban igen gazdag, olyanformán assimilálhatják, mint a növények. Efféle tevékenység lehetőségére ellenben a szabadon mozgó lepkében senki sem gondol. E példa csupán arra mutat, hogy a chemiai állapot és a reakciók minőségei között valamilyen függési viszony kell, hogy fennálljon. Ezen a mesgyén következtetéseket vonni azonban még igen korai vállalkozás volna.

A burokba zárkózott hernyóban annyira kifejezett gátlásnak, vagy helyesebben az erre alapot nyújtó fokozott tapintási érzékenységnek bizonyos jelentőséget lehet tulajdonítani az egyén életére, illetve a metamorphosisnak menetére vonatkozólag. Főleg a test legoralisabb szakaszának nagyfokú érzékenysége miatt a szűk tartózkodási helyen, a fában, ennek törmelékei között és a járatokban való mozgás közben egyre több és több inger hatása jut érvényre. Ezek a hatások összegeződve, mintegy summálódva, bizonyos fokú nyugalom keresésére, illetve

¹ Die Assimilationstätigkeit bei Puppen und Raupen von Schmetterlingen. Archiv f. Physiologie. 1906. Suppl. Bd. I. 1-109.

gubó alakítására vezetnek. Ezen fölvételt a gátlási kísérletek mellett még egy körülmény támogatja, t. i. az, hogy a summatio jelensége a Cossusban kísérletileg is kiváltható.

II. Elektromos ingerek hatása.

Az elektromos ingerlés az ingerlékenységnek jellemző tulajdonságait tárja föl. A Cossus hernyók a cuticulán át ingerelve, más és más reakcióképességet mutattak, a szerint, hogy inger gyanánt állandó, vagy indukált áramot alkalmaztam.

Galvános árammal szemben a cuticula teljesen jól izoláló réteg gyanánt viselkedik. Galvános ingerlés a cuticulán át semmiféle látható reakciót nem vált ki, még akkor sem, ha az egyik elektrodot a megnyitott test belsejében valamely idegre, vagy izomra, a másik elektrodot pedig az ép cuticulára helyezzük.

Indukált áramok ellenben a cuticulán keresztül is heves reakciókat gerjesztenek. Az érzékenység e szempontból jellemző topographiát mutat. Legérzékenyebb helyek: a ganglion supraoesophageale-nak megfelelő szelvényen az oldalsó felületek, a thoraxnak megfelelő részek oldalsó felületei, az ál- és valódi lábak tövei és az anális vég. Általában véve, az indukált áram a cuticulán keresztül legtöbbször tökéletlen tetanust vált ki. Ezen összehúzódások igen gyakran olyanformán zajlanak le, mint a fájdalmas behatások, vagy általában az intensív mechanikai ingerek után bekövetkező összehúzódások. Az indukált áram a cuticulán keresztül oly összehúzódásokat vált ki, melyekben a reflex és a direct összehúzódás jellegei keverten fordulnak elő. A direct összehúzódás jellegei azonban a cuticulán keresztül történő izgatás alkalmával is uralkodnak és az állat mozdulatán közvetlenül is szembetűnnek. A hernyó ugyanis, ha az elektrodokkal oldalát érintjük, oldalra görbül, ha hátát érintjük, hátrahajlik, mindig az elektrodok felé tekintő conca- vitással.

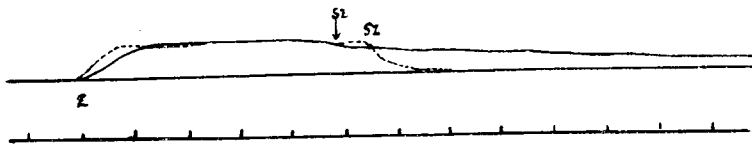
Az egyes szelvények izomzatának viselkedését musculodirect ingerléssel szemben, továbbá a ganglionok szerepét a szelvények csoportjainak mozgásában, külön-külön vizsgáltam.

1. Az egyes szelvények izomzatának elektromos ingerlése.

Az egyes szelvények vizsgálata céljából a hernyót hasi oldalára fektetve, a valódi lábak tájékán rögzítettem; a hátán a cuticulát fölhasítva, a zsírt és a tápcsatornát a vizsgálandó helynek megfelelő területen eltávolítottam, s az író finom gombostűjét a vizsgált szelvény izomrostjainak az anus felé eső végébe akasztottam be, a hasi oldal belső felületén. A kísérleti berendezés egyébként a gátlási kísérletre vonatkozólag fentebb leírttal megegyezett.

Izgatásra 2 *Leclanché* elem áramát éppen megfelelőnek találtam. Az áramot vagy egyszerűen a kezembe fogott vezető-sodronyok finom végei, vagy a beállítható elektrodok¹ segítségével zártam, vagy szakítottam.

Mint az 5. ábrán a teljes vonal mutatja, az állandó áram közvetlenül az izomra bocsájtva, nem csupán a zárás pillana-



5. ábra. Az eredeti méreteken.

tában hat inger gyanánt, hanem tartama közben is. Minthogy e mellett az áram szakítása alkalmával rángás nem lép föl, a görbe a tetanusra emlékeztet. Indukált árammal, 2 *Leclanché* elem és 250 mm.-nyi tekerestávolság mellett² hasonló alakú és amplitudójú görbét kaptam. Ezt az 5. ábrán a szaggatott vonal tünteti föl. Számbavehető különbség a két görbe között abban mutatkozik, hogy a valódi tetanus görbájén az emelkedő és különösen a leszálló szár meredekebb, mint a galvános áram hatását feltüntető görbén.

¹ PERZOLD W.: Illustr. Preisverzeichniss. Ausg. 1902. Fig. 21.

² Mikor e kísérletekkel foglalkoztam, a KRONECKER javasolta szabványos inductorium (Zentralblatt f. Physiol. 1905. XIX. 3.) nem állott rendelkezésemre. Ezért az ingerlés intenzitását még a régi, összehasonlításokra kevésbé alkalmas módon jelzem.

Néhány ingerlés után az újabb galvános ingerlésekre nyert görbén ez a különbség még kifejezettebbé válik; a galvános áram szakítása után a görbe egyenletesen, de az egymás után következő kísérletekben egyre lassabban közeledik az abszcissa felé, míg az indukált áram hatására nyert görbéken, ilyen változás nem észlelhető.

A galvános áram hatása, akár zárási tetanus legyen az, akár nem, épen mivel mindig a leírt formában jelentkezik, azon példák mellé sorolható, melyeket VERWORN az idegizomkészülékre vonatkozó rángási törvény általánosítása ellen fölhozott.

Hasonló jelenségről egyébként PATRIZI is tesz említést, a *Bombyx mori*-ra vonatkozólag.

2. A ganglionok elektromos ingerlése.

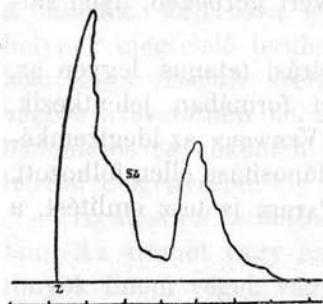
Az elektromos áram az áramszálaknak szétsugárzása folytán eléggé localizáltan nem alkalmazható és így az egyes ganglionok befolyását a mozgásokra a közönséges kísérleti berendezések mellett tiszta képen nem ismerhetjük meg. Ez azonban nem gátolja, hogy a ganglionok ingerlékenységének néhány jellemző vonása elektromos ingerlés rendén is mutakozhassék. Minthogy a ganglionok láncolata a hasi oldal belső felületén húzódik végig, megközelítésük érdekében ugyanúgy kellett eljárnom, a mint azt az egyes szelvényekre vonatkozólag már leírtam.

a) A galvános áram hatása.

A galvános áram zárására és szakítására a reakciók általában meglehetősen szeszélyesen következnek be és nem mindig olyan állandó típusúak, mint a milyenek a magasabb rendű állatok, pl. a béka idegizomkészülékeinek reakciói. Az összehúzóds az áram zárása alkalmával néha gyors lefolyású, nagy amplitudójú, egyetlen rángás, máskor tartósabb, esetleg ingadozó értékű izgalom képét mutatja. Ezen ingadozásokban azonban mégis rejlik valamilyen típus, a mennyiben a heterolog ingerlés hatásába legtöbbször belevegyülnek az organisatio sajátosságai. (L. a 6—7., 11., 12. és 14. ábrákat.) A hernyó helyváltoztatása olyan jellegekkel bír és a mozgató-készüléknek olyan sajátossá-

gain alapszik, a melyek a heterolog centralis ingerlés hatásának más typust adnak, mint a milyeneket pl. a békaizom reakcióiban láthatunk.

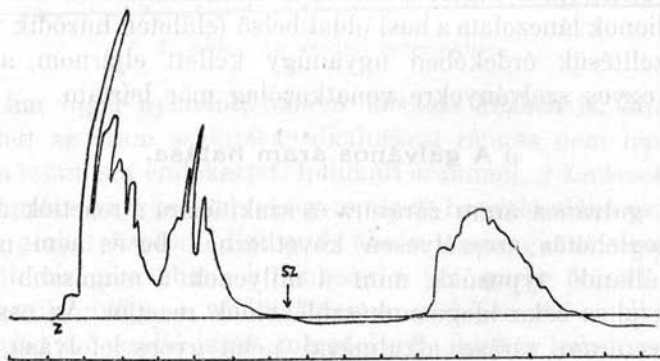
Az áram szakítása után, illetve az annak következtében föllépő összehúzódás nem mindig annyi idő multán következik be, hogy azt bizvást az áram szakításából, illetve egyáltalában elektrotonusos változásból származtathatnók. Sőt megesik, hogy az áram zárása közben fönnálló tartós összehúzódás az áram szakítása után lassan alábbhagy.



6. ábra. Az eredetinek $\frac{2}{3}$ -ára kisebbítve.

A galvános áram behatása időtartamának a szakítási rángás bekövetkezésére bizonyos befolyása van. Minél hosszabb ideig tartottam zárva az áramot, a szakítás után általában annál későbbre következett be az összehúzódás, a mint az a 6. és 7. ábra összehasonlításából is kitudik.

A 7. ábrán a szakítás után aránylag oly hosszú idő telt

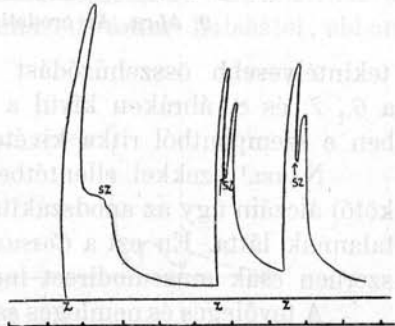


7. ábra. Az eredetinek $\frac{2}{3}$ -ára kisebbítve.

el az összehúzódás bekövetkezéséig, hogy az anelektrotonussal ok és okozati összefüggés közvetlenül fel nem állítható. Ezen esetben jogosult lehet a gyanú, hogy a szakítás után igen későre bekövetkező összehúzódás talán inkább más hatásból, semmint

az anelektrotonus eloszlásából, vagy általában elektrotonusos változásból eredhet. Mindenesetre feltűnő, hogy a szakítás után bekövetkező összehúzódnásban az ingerlékenységnek azon sajátosságai, a melyek az organisatióban gyökereznek és pl. a helyváltoztatás alkalmával érvényesülnek, inkább előtérbe lépnek, mint akkor, a mikor erre a heterolog ingerlés révén kevesebb időt engedünk. Azon összehúzódnások, melyek más kísérletekben közvetlenül a szakítás után következtek be, tehát az áram szakításából származtathatók, a 7. ábra jobb feléhez hasonlóan lassú lefolyásúak és egyébként is hasonló típusúak voltak. Azért, a hasonlóság alapján a 7. ábrában feltüntetett, *sz* után bekövetkezett összehúzódnást is az áram szakításával ok és okozati összefüggésbe hozhatjuk.

Az áram szakítása révén teljesen szabályszerűen úgy érhetünk el hatást, ha az áramot nagyon rövid ideig tartó behatás után szakítjuk, vagy helyesebben, ha a zárást és szakítást egymás után oly gyorsan végezzük, hogy a zárási rángás még ne folyjék le teljesen, midőn az áramot már szakítjuk. Erre vonatkozólag a 8. ábra nyújt felvilágosítást. A megfelelő kísér-



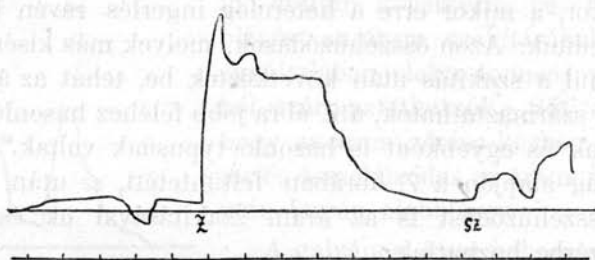
8. ábra. Az eredetinek $\frac{2}{3}$ -ára kisebbítve.

letben a nemleges, izgató sarkot az első hasi ganglionra, az indifferens, tevőleges sarkot pedig az I. és II. hasi gangliont összekötő idegpályára fektettem. Izgatáshoz két LECLANCHÉ elemet vettem.

Az első szakításra csak oly fokú összehúzódnás következett be, hogy ennek folytán a zárási rángás görbéjének leszálló szára a rendestől eltérő lefutást vett. A 2., 3. és a többi szakításokra azonban szabályosan fellépett a szakítási rángás is. Ennek amplitudoja mindig kisebb volt, mint a zárási rángásé, de ezt leszámítva, ahhoz igen hasonlít. Kis időértéküknek megfelelően ezen szakítási rángásokban különleges, organisatiói jellegek, a melyek pl. az állat helyváltoztatása közben érvényesülnek, nem láthatók. Ezeknek nyilvánulásához a görbe lerajzolása közben ugyanis

több időre van szükség, a mint az élesen szembetűnik, ha az 1. ábrán egy lépés időtartamát a 8. ábrán feltüntetett szakítási rángás időtartamával összehasonlítjuk. Ott az időérték átlag 5 mp. itt pedig kb. $\frac{1}{4}$ mp.

Azt, hogy az áram zárása a ganglionok közvetítésével

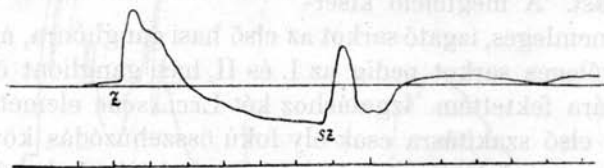


9. ábra. Az eredetinek $\frac{1}{3}$ -ára kisebbítve.

tekintélyesebb összehúzódnást vált ki, mint az áram szakítása, a 6., 7. és 8. ábrákon kívül a 9. is bizonyítja. A 10. ábra ellenben e szempontból ritka kivételt mutat be.

NAGEL¹ ezekkel ellentétben más rovaron, az *Aeshna* (szitakötő) álczáin úgy az anodszakítást, mint a kathodszakítást hatástalannak látta. Én ezt a *Cossus* hernyóra vonatkozólag szabályszerűen csak musculodirect ingerlés esetén észleltem.

A tevőleges és nemleges sarok hatásában *Cossusokon* különbséget találtam. Ha az izgató sarok nemleges, az összehúzódnás kezdeti amplitudója tekintélyesebb, mint akkor, midőn az izgató



10. ábra. Az eredetinek $\frac{1}{3}$ -ára kisebbítve.

sarok tevőleges. A 9. és 10. ábra ezen magatartás bemutatására szolgálhat.

A 9. ábrának megfelelő kísérletben az izgató differens elektrod nemleges, a 10. ábrának megfelelő kísérletben pedig

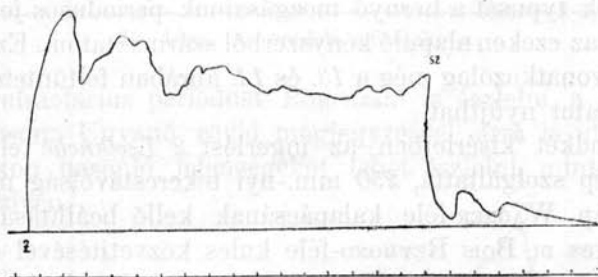
¹ Fortgesetzte Beobachtungen über polare galvanische Reizung bei Wasserthieren. Archiv. f. die ges. Physiol. 1893. LIII. 342. 1.

tevőleges volt. A differens elektrodot mindkét kísérletben az I. hasi ganglionra, az indifferens elektrodot pedig az I. és II. hasi gangliont összekötő idegpályára helyeztem.

A *Cossus* hernyói tehát az *Aeshna* álczáitól e tekintetben is eltérő magatartást tanúsítottak. NAGEL ugyanis azt tapasztalta, hogy az *Aeshna* álczáira vonatkozólag a két sarok hatásában számbavehető különbség nem mutatkozott. Az eltérés az ingerlékenység ezen jellegeit, továbbá a szakítási reactiókat illetőleg is annál feltűnőbb, mert a két szervezet rendszertani helyzete egymáshoz elég közel áll.

b) Faradicus áram hatása.

A ganglionok faradicus ingerlését hatalmas összehúzódások kísérik. Ezek a cuticulára alkalmazott áram hatásától abban

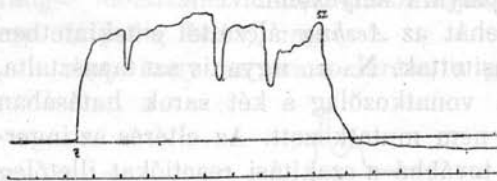


11. ábra. Az eredetinek $\frac{1}{2}$ -ére kisebbítve.

különböznek, hogy görbájük emelkedő szára legtöbbször igen meredek vonal, melyen, ha az áram elég erős, lépcsőzetesség nem mutatkozik. Jellemző, hogy typosos tetanosus plateauvonalat sohasem sikerült kapnom, bármennyire is igyekeztem az ingerintenzitását valamely várható optimumhoz mérni. A tetővonal mentén mindig mutatkoztak másodlagos ingadozások, a melyek folytán az összehúzódás a tökéletlen tetanus képét mutatja.

A tetővonal igen gyakran olyan periodusokban ingadozik, mint a milyenek a normalis helyváltoztatásnak is megfelelnek. A normalis mozgásban nyilvánuló ingerlékenység jellegei a faradicus, tehát heterolog ingerlés rendén is érvényesülnek, csakúgy, mint a hogyan ezt a typosos szakítási és gyakran a zárási összehúzódásokon is láthatjuk. (L. a 7. ábrát.)

Az ingadozások kifejezettebbek, ha az áram aránylag gyöngye, a mint az pl. a 11. és 12. ábrák összehasonlításából is kitűnik.



12. ábra. Az eredetinek $\frac{1}{2}$ -ére kisebbítve.

A 11. ábrának megfelelő kísérletben a du Bois REYMOND-féle szánkagépben a tekerestávolság 200 mm., a 12. ábrának megfelelő kísérletben pedig 300 mm. volt. Mindkét esetben 2 *Leclanché* ele-

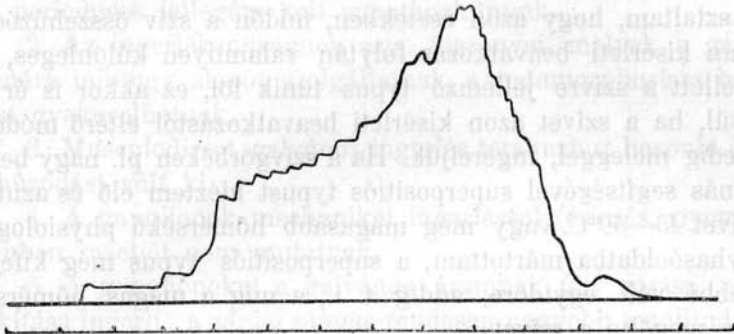
met használtam és az I. hasi gangliont izgattam.

A 6. és 7., továbbá a 11. és 12. és más ábrák alapján is, a reakciók típusát a hernyó mozgásainak periodusos jellegeiből, mintegy az ezeken alapuló kényszerből származtatom. Ezen viselkedésre vonatkozólag még a 13. és 14. ábrában feltüntetett kísérlet is adatot nyújthat.

Mindkét kísérletben az ingerlést 2 *Leclanché* elem és a szánkagép szolgáltatta, 250 mm.-nyi tekerestávolság mellett. A szánkagép WAGNER-féle kalapácsának kellő beállítása mellett, közönséges du Bois REYMOND-féle kulcs közvetítésével az I. hasi gangliont egymás után többször egy-egy indukált áramesapással ingereltem. Minden egyes ingerre az anus felé eső szelvények izomzatában egy-egy kis amplitudójú összehúzódás következett be. Az egyes összehúzódások után a görbék nem tértek vissza az abscissához, akkor sem, midőn erre az egyes ingerlések között különben elegendő idő állott rendelkezésre. Ellenkezőleg, a summatiohoz hasonló jelenség lépett föl, a mely azonban egyidőre úgyszólván ki is merítette az ingerlékenységet. Közvetlenül a tetőpont elérése után ugyanis a leszálló szár íródott le, és pedig akár folytattam az ingerlést, az előzőhöz hasonló szaporasággal (13. ábra), akár nem (14. ábra).

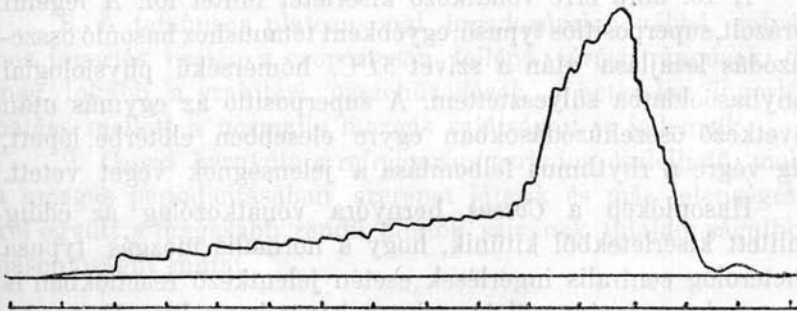
Ugyanazon törekvés ez, mint a mely a faradicus ingerlés alkalmával a tetővonal ingadozásait létrehozza. A görbe leszálló szárának megfelelő időben (13. és 14. ábra) tehát a mozgató készülék *refractarius periodust* mutat.

Ez a jelenség a normalis helyváltoztatás mechanizmusát bizonyos tekintetben megvilágítja. Fölvehetjük ugyanis, hogy a normalis helyváltoztatás alkalmával a szelvények izomzatának váltakozó működései érdekében a refractarius periodus tulajdonsága szerepet játszik.



13. ábra. Az eredeti méreteken.

A refractarius periodust POMPILIAN¹ is észlelte, a *Dytiscus marginalis*on. Ugyanő rövid megjegyzéssel arra is utal, hogy a rovarokon hasonló jelenségeket lehet észlelni, mint pl. más állatok szíven.



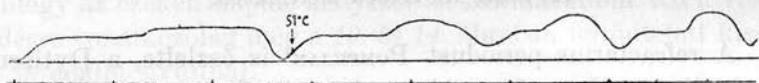
14. ábra. Az eredeti méreteken.

Ha a hasonlóság alapján valamilyen organisatiós alapot nem is keresünk, az legalább is említést érdemel, hogy a hasonló-

¹ Automatismes, période réfractaire et inhibition chez les insectes. C. R. du XIII. Congrès international de médecine. 1900. Section de physiologie. Paris. Masson et Cie. 99. l.

ság a rovarok munkakészülékének egyes reakciói és a magasabb rendű állatok szívének bizonyos tulajdonságai között több észlelet alapján is szembetűnik. Így pl. POLIMANTI¹ a *Bombyx mori*-n a BOWDITCH-féle „*Staircase phenomenon*“-t észlelte.

Magam, pár évvel ezelőtt béka szíven kísérletezve² azt tapasztaltam, hogy azon esetekben, midőn a szív összehúzódásaiban kísérleti beavatkozás folytán valamilyen különleges, de a mellett a szívre jellemző típus tűnik föl, ez akkor is érvényesül, ha a szívet azon kísérleti beavatkozástól eltérő módon, és pedig meleggel, ingereljük. Ha a szívgörbéken pl. nagy belső nyomás segítségével superpositiós típust idéztem elő és azután a szívet 45—50°C. vagy még magasabb hőmérsékű physiologiai konyhasóoldatba mártottam, a superpositiós típus még kifejezettebbé vált egyidőre, addig t. i., a míg a magas hőmérsék végre megölte a szívet.



15. ábra. Az eredetinek $\frac{2}{3}$ -ára kisebbítve.

A 15. ábra erre vonatkozó kísérletet tüntet föl. A legelül ábrázolt, superpositiós típusú, egyébként tetanushoz hasonló összehúzódás lezajlása után a szívet 51°C. hőmérsékű physiologiai konyhasóoldatba sülyesztettem. A superpositio az egymás után következő összehúzódásokban egyre élesebben előtérbe lépett, míg végre a rhythmus felbomlása a jelenségnek véget vetett.

Hasonlókép a *Cossus* hernyóra vonatkozólag az eddig említett kísérletekből kitűnik, hogy a normalis mozgás typusa a heterolog centralis ingerlések esetén jelentkező reakciókban is igen gyakran érvényesül és ezeknek képét bonyolítja. Ez az oka annak, hogy, főleg elektromos ingerlés alkalmával magára az ingerlésre vonatkoztatható reakciók typusa igen gyakran nem a megszokott formában jelentkezik.

¹ I. h. 31. l.

² A KRONECKER-féle szívcanule segítségével. A kísérleteket részletesebben még nem dolgoztam föl és nem közöltem.

Összefoglalás: 1. A *Cossus ligniperda* idősebb hernyói, melyek már gubót készítettek maguknak és abban vedlettek is, a gátlás bemutatására igen alkalmas kísérleti tárgyak. A cuticula érintése a ganglion supraoesophageale tájékán, a hernyó szabályos, rhythmusos mozgásait megállítja. A gátlást a mozgások periodusos jellegére kell vonatkoztatnunk.

2. Az ingerlékenységnek azon viszonyai, melyek a gátlás számára mintegy alapot szolgáltatnak, a metamorphosisra befolyást gyakorolhatnak.

3. Musculodirect galvános ingerlés tetanushoz hasonló összehúzódást vált ki.

4. A ganglionok mechanikai ingerléssel (érintés, nyomás) szemben reactiót nem mutatnak.

5. A ganglionokat a galvános áramnak úgy zárása, mint szakítása ingerli; a zárási rángás rendszeren nagyobb amplitudójú, mint a szakítási rángás.

6. A tevőleges és a nemleges sarok hatása a ganglionokra, illetve ezek közvetítésével az izmokra, különböző. A nemleges sarok iránt az érzékenység legtöbbször kifejezettebb.

7. A ganglionok faradicus ingerlése mindig csak tökéletlen tetanust vált ki.

8. A tetanusos plateauvonal ingadozásai, továbbá, galvános ingerlés esetén a csoportosan fellépő zárási rángások, de még inkább a szakítási összehúzódások a heterolog ingerlés hatása mellett a normalis mozgás sajátosságait is jellemzik.

9. *Cossus* hernyóin a *refractarius* periodus észlelhető, mely a mozgás periodicitásában szerepet játszik és más jelenségekkel együtt a magasabb rendű állatok szívének tulajdonságaihoz hasonlóságot mutat.