

ÉRTEKEZÉSEK

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

A III. OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKESZTI

SZABÓ JÓZSEF,

OSZTÁLYTITKÁR

VIII. KÖTET. XIV. SZÁM. 1878.

DOLGOZATOK

A K. M. TUD. EGYETEM

ÉLETTANI INTÉZETÉBŐL.

KÖZLI

JENDRÁSSIK JENŐ

LEV. TAG.

(Előadta a III. osztály szakülésén 1878. febr. 18.)

- I. A szem fénytörő közegeinek hősugár-átbocsátó képességéről.
Dr. Klug Nándortól.
- II. Adatok a harántesikui izmok élet- és szövettanához.
Dr. Mezey Ödöntől.
- III. A villám-áram által az izomban előidézett áramlatok okairól.
Dr. Jendrássik Jenőtől.

Ára 50 kr.

BUDAPEST, 1878.

A M. TUD. AKADÉMIA KÖNYVKIADÓ-HIVATALA.

(Az Akadémia épületében.)



É R T E K E Z É S E K

a természettudományok köréből.

Első kötet. 1867—1870.

I. Az Ozon képződéséről gyors égéseknél. — A polhorai sósforrás vegyelemzése. *Th a n.* 12 kr. — II. A közép idegrendszer szürke Állományának és egyes ideggyökök eredeteinek tájviszonyai. *L e n h o s s é k.* 12 kr. — III. Az állattenyésztés fontossága s jelenlegi állása Magyarországon. *Z l a m á l.* 30 kr. — IV. Két új szemmérézeti mód. *J e n d r á s s i k.* 70 kr. — V. A magnetikai lehajlás megméréséről. *S c h e n z l.* 30 kr. — VI. A gázok összenyomhatóságáról. *A k i n.* 10 kr. — VII. A Szénéleg Kénegről. *T h a n.* 10 kr. — VIII. Két új kén-savas Káli-Kadmium kettőssónak jegeczalakjairól. *K r e n n e r.* 15 kr. — IX. Adatok a hagymáz oktanához. *R ó z s a y.* 20 kr. — X. Faraday Mihály. *A k i n.* 10 kr. — XI. Jelentés a London- és Berlinből az Akadémiának küldött meteoritekről. *S z a b ó.* 10 kr. — XII. A magyarországi egyenesröpiék magánrajza. *F r i v a l d s z k y.* 1 frt 50 kr. — XIII. A féloldali ideges főfájás. *F r o m m h o l d.* 10 kr. — XIV. A harkányi kénes víz vegyelemzése. *T h a n.* 20 kr. — XV. A szulinyi ásványvíz vegyelemzése. *L e n g y e l.* 10 kr. — XVI. A testegyenésztet újabb haladása s tudományos állása napjainkban, három kiválóbb köreessel felvilágosítva. *B a t i z f a l v y.* 25 kr. — XVII. A górcső alkalmazása a kőzettanban. *K o c h* 30 kr. — XVIII. Adatok a járványok oki viszonyaiboz *R ó z s a y* 15 kr. — XIX. A sili-kátok formulázásáról. *W a r t h a* 10 kr.

Második kötet. 1870—1871.

I. Az állati munka és annak forrása. *S a y.* 10 kr. — II. A mész geologiai technikai jelentősége Magyarországon. *B. M e d n y á n s z k y* 20 kr. — III. Tapasztalataim a szeszes italokkal, valamint a dohánynyal való visszaélésekről mint a látompulat okáról. *H i r s c h l e r.* 80 kr. — IV. A hangrezgés intensitáának méréseiről. *H e l l e r.* 12 kr. — V. Hő és nehézkedés. *G r e g u s s.* 12 kr. — VI. A Ceratozamia himsejtjeinek kifejlődése és alkatáról. *J u r á n y i.* 40 kr. — VII. A kettős torzszülés bonczana. *S c h e i b e r.* 30 kr. — VIII. A Pilobolus gombának fejlődése- és alakjairól. *K l e i n.* 15 kr. — IX. Oedogonium diplandrum s a nemzési folyamat e moszatnál. *J u r á n y i,* 35 kr. — X. Tapasztalataim az artézi szökőkutak furása körül. *Z s i g m o n d y.* 50 kr. — XI. Néhány Floridea Kristalloidjairól. *K l e i n.* 25 kr. — XII. Az Oedogonium diplandrum (Jur.) termékenyített petesejtjéről. *J u r á n y i.* 25 kr. — XIII. Az esztergomi búranyrétegek és a kisczelli tályag földtanikora. *H a n t k e n,* 10 kr. — XIV. Sauer Ignác emléke. *D r. P o o r.* 25 kr. — XV. Górcsővi kőzetvizsgálatok. *K o c h.* 40 kr.

Harmadik kötet. 1872.

I. A kapaszkodó hajózásról. *K e n e s s e y.* 20 kr. — II. Emlékezés Neilreich Ágostról. *H a z s l i n s z k y* 10 kr. — III. Frivaldszky Imre életrajza. *N e n d t v i c h.* 20 kr. — IV. Adat a szaruhártya gyurmájába lerakodott festanyag ismertetéséhez. *H i r s c h l e r.* 20 kr. — V. Közlemények a m. k. egyetem vegytani intézetéből. *D r. F l e i s c h e r* és *D r. S t e i n e r* részéről. Előterjeszti *T h a n.* 20 kr. — VI. Közlemények a m. k. egyetem vegytani intézetéből, saját muga, valamint *D r. L e n g y e l* és *D r. R o h r b a c h* részéről. Előterjeszti *T h a n.* 10 kr. — VII. Emlékezés Flór Ferencz telett. *D r. P o o r.* 10 kr. — VIII. Az ásványok olvadásának új meghatározási

DOLGOZATOK

A K. M. TUD. EGYETEM

ÉLETTANI INTÉZETÉBŐL.

KÖZLI

JENDRÁSSIK JENŐ

LEV. TAG.

(Előadta a III. osztály szakülésén 1878. febr. 18.)

- I. A szem fénytörő közegeinek hősugár-átbocsátó képességéről.
Dr. Klug Nándortól.
 - II. Adatok a harántcsikó izmok élet- és szövettanához.
Dr. Mezey Ödöntől.
 - III. A villám-áram által az izomban élőidézett áramlatok okairól.
Dr. Jendrássik Jenőtől.
-

BUDAPEST, 1878.

A M. TUD. AKADÉMIA KÖNYVKIADÓ-HIVATALA.

(AZ AKADÉMIA ÉPÜLETÉBEN.)

Budapest, 1878. Az Athenaeum r. társ. könyvnyomdája.

I.

A SZEM FÉNYTÖRŐ KÖZEGEINEK HŐSUGÁR- ÁTBOCSÁTÓ KÉPESSÉGÉRŐL.

KLUG NÁNDOR. r. k. tanártól.

A szinkép hőhatása, színézés.

1. Ha a napfényt flintüvegből vagy konyhasóból készült hasáb segedelmével szétbontjuk és az úgy előállított szinkép különböző részeibe hőmérőt állítunk, akkor a hőmérő e sugaraknak hőhatását mutatni fogja. A szinképnek e hőhatása, az ibolyától kezdve, a kék, zöld sárga és narancson át egészen a vörös végső határáig folytonosan növekszik; sőt habár a szinkép látható része a vörössel megszűnt, a láthatlan csak hőmérő által kimutatható része annál még jóval tovább terjed ki. És a mint ez a napfénynél található, úgy tartalmaznak más világító testek is a vörösnél kevesebbé törékeny, sötét hősugarakat.

Foglaltatnak azonban a napfényben még az ibolyánál törékenyebb sugarak is, tudniillik az ibolyán túl eső vagy vegyhatású sugarak. Az utóbbi elnevezést e sugarak onnan nyerték, mert jelenlétök sokáig csak az által volt kimutatható, hogy a légenysavas ezüstéleg, quajak festvény és egyéb érzékeny anyagokra bontólag hatnak.

Van tehát a napfényben kétféle sugár, mely látérzéki benyomást kelteni nem képes; mely sugarak jelenlétére a buvárok egyedül azoknak egyéb úton nyilvánuló hatása által lettek figyelmesekké.

E sajtóságos tünemény magyarázatára némelyek felvették azt, hogy az illető sugarak a szem fénytörő közegein át a reczehártyáig nem hatolhatnak, mások ismét, hogy ha oda el is jutnak, azt mégis ingerületi állapotba hozni képtelenek.

Melloni *) az utóbbi fölvetelből kiindulva, a látást az idegtömcsek fölötté gyors lengéséből magyarázza. E lengésekbe a reczehártya idegelemei az aetherlengések bizonyos sora által volnának hozhatók. *Melloni* elmélete értelmében a reczehártya érző képessége a színek egyes részeit illetőleg attól függne, vajjon könnyebben vagy nehezebben jutnak-e a reczehártya idegelemei az illető aetherhullámokkal együtt lengésbe. Az aetherlengések és a reczehártya idegelemei között tehát hasonló viszony van fölvéve, mint a milyen viszony a hangok és az azok felfogására szolgáló végkészülék között fennáll, vagy a milyen a hangok és a megfelelő ráhangzók között található. E szerint a színeknek látható részén kívül eső aetherlengések, a reczehártya idegelemeit ép úgy nem indíthatják rezgésbe, a mint valamely hang sem képes a hanglejtőn tőle távol eső hangok ráhangzóit együttszólásra indítani.

Melloni elmélete értelmében tehát szükséges, hogy a reczehártyának bizonyos határozott számú lengések feleljenek meg, melyeknél sebesebb és lassabb aetherhullámok annál kevesebb alkalmasak fényérzést támasztani, minél inkább eltérnek amazoktól. Szerinte e megfelelő rezgésekkel a sárga sugarak bírnak, mely fölvetelének alapúl azon körülmény szolgált, hogy a szem — mint azt már *Frauenhoffer* kimutatta — a színek e része iránt a legfogékonyabb.

Az újabban *Lamanszky* **) által *Helmholtz*-nál tett vizsgálatok szerint a szem valóban legérzékenyebbnek bizonyúl a sárga és zöld sugarak iránt, innen csökken érzékenysége a színek mindkét oldala felé.

A mint fehérnek azon testet nevezük, mely a különböző sebességgel bíró aetherlengések által egyaránt lengésbe hozható és színesnek azt, mely az aetherlengések egy vagy több nemének befolyása alatt nagyobb hullámzásba jön, míg másnemű lengéseket átvenni képtelen; úgy szükséges, hogy azon anyag is színes legyes, melynek részei az egyik-féle fény behatása alatt inkább jönnek lengésbe, mint a másiknak befo-

*) Poggendorff *Annalen der Physik*. 56. k. 574. lap.

**) *Archiv für Ophthalmologie* 17. k. és Poggendorff. *Annalen*. 143 k. 633. lap.

lyása alatt. *Melloni* azért elméletének támogatására, a már *Sömmering* előtt *Buzzi* által 1782-ben felismert sárgafoltra hivatkozik, s állítja, hogy a reczehártya ilyféle sárga színezése, ha azt fris állapotában vizsgáljuk, ennek egész kiterjedésében észlelhető.

A legujabb időben tett vizsgálatok *Melloni* elméletét igen kétségessé tették, miután kiderült, hogy a fris reczehártya színe nem a sárga, hanem a piros szín. A változás pedig, melyet a reczehártya e piros színe elszenved, midőn az a színekép egyes sugarainak kitéve van, erősen oda utal, hogy a fényérzést a sugaraknak a reczehártyára gyakorolt vegyhatásából magyarázzuk. Az erre vonatkozólag *W. Kühne* (*Centralblatt f. d. med. Wissenschaften* 1877. Nr. 11. és *Untersuchungen a. d. Physiol. Institute der Universität Heidelberg I. k.* 1-ső füzet 57 lap) által közölt észleleteket borjuszemen tett vizsgálataim alapján egészben erősíthetem. A reczehártya piros színe leghamarább halványul el a színekép zöldessárga és zöld részének behatása alatt, erre következnek a kéknek különböző árnyalatai, az ibolya és narancssárga sugarak; végre változik a reczehártya színe észrevehető fokban az ibolyán túl eső sugarak, valamint a vörös fény hosszantartó befolyása alatt is.

Nagyon elvonna jelen közleményem tárgyától, ha ez észleleteket össze akarnám hasonlítani a szem érzékenységgel a különböző színek iránt, bár, az erre vonatkozólag *Lamanszky* által talált értékeket tekintve, igen feltűnő, hogy kezdve azon színnel, mely iránt szemünk legfogékonyabb, oly sorozatot nyerünk, mely a fentebbi vizsgálatoknál találttal csaknem megegyezik.

Kiemelem e helyen még azt, hogy a reczehártyának piros színe a sötét sugarak behatása alatt semminemű változást sem szenved.

Az ibolyán túl eső sugarak láthatók.

2. *Melloni* fejtegetett elmélete azon fölvételből indult ki, hogy az ibolyán túl eső vegyhatású sugarak, valamint a sötét hősugarak is, a szem fénytörő közegein áthatolnak; ezen felvétel maga azonban még bebizonyításra vár.

Az ibolyán túl eső vegyhatású sugarak, az ötvenes évek elején *C. G. Stokes*-nek quarczhasáb segedelmével tett vizsgálatai folytán láthatóknak bizonyultak. Különösen jól láthatók e sugarak, ha a fluorescáló ¹⁾ testekre esnek. *Stokes* és *Helmholtz* ²⁾ kimutatása szerint az ibolyán túl eső sugarak akkor is megérezhetőek, ha a színeknek látható részét elfödve, egyedül e sugarakat bocsátjuk a szembe; a szemnek fénytörő közegei, tudniillik magok is kis fokban fluorescáló testek lévén, a reczehártya annál inkább lesz képesítve az ibolyán túl eső sugarak megérezésére. *Donders* ³⁾ kísérleteiből végre kitűnt, hogy az ultraviolet sugarak — a nélkül, hogy feltűnően gyengítettének — üvegtettel, szemlencsével és porczhártyával megtelt üvegedényen átmennek.

Miután azonban az ibolyán túl eső sugarak, változatlan állapotban beesve a szembe, feltűnőleg nehezebben észrevehetőek, mint midőn *Chinin* ⁴⁾ oldat által megváltoztattak, következik, hogy a reczehártya valóban kevesebb érzékeny az ultraviolet fény iránt, mint a színeknek többi látható sugara iránt.

A sötét hősugarak. Brücke kísérlete.

3. Vajjon eljutnak-e a sötét sugarak is a reczehártyáig, mint az az ibolyán túl eső sugarakra nézve *Donders* kísérleteiből kitűnt, erre vonatkozólag az első vizsgálatokat *Brücke* ⁵⁾ tette.

Brücke kísérleteinél a *Nobili* kezdeményezése óta a sugárzó meleg vizsgálatánál használatban lévő thermomultiplikatort alkalmazta. Világító hőforrásul olajlámpát — Argand-féle lámpát — használt, ugyane lámpa vaspléh hengerrel elfödve, sötét hőforrásul is szolgált. A sugarakat a thermo-

¹⁾ A fluorescentia némely testek azon tulajdonsága, melynél fogva a reájok esett fényt egészen megváltoztatva vetik vissza. A fluorpát is bir e sajátsággal, innen van a tünemény elnevezése : fluorescentia.

²⁾ *Poggendorff Annalen.* 94. k. 1. és 205. lapon.

³⁾ *Müller, Archiv. f. Anatomie und Physiologie.* 1853. 459. lap.

⁴⁾ A chininoldat égkék színben fluorescáló folyadék.

⁵⁾ *Müller, Archiv f. Anatomie und Physiologie.* 1845. 262. l.

lántól fém-ernyő tartotta vissza, mielőtt a hőátbocsátó képességére nézve megvizsgálandó anyag a thermoláncz és hőforrás közé illesztve lett volna. Ha például a thermoláncz elé porczhártya vagy szemlencse lett helyezve, akkor az ernyő eltávolítása után megfigyelhető volt, vajjon kimozdul-e a tű nyugalmi helyzetéből vagy sem; a multiplicator tűje tudniillik nyugton marad, ha a közbeillesztett testen keresztül hőszugár nem hatol és kimozdul nyugalmi állásából azonnal, a mint az útjában levő test a hőszugaraknak bár csekély részét is átbocsátani képes.

Brücke kísérleteinél az ökörszem *porczhártyáján át a sötét hőforrás sugarai nem hatoltak*, a világító hőforrás sugariból pedig csak annyi, a mennyi a multiplicator tűjének kitérítésére 0-tól 8—9°-ig szükséges; ha a porczhártya közbehelyezve nem volt, a sugárzó meleg tehát a thermolánczra egyenesen behatott, azon esetben a delejtű 45—50°-ra tért ki.

A sötét hőforrás sugarai a szemlencsén át sem mutattak hatást a delejtűre, a világító hőforrás sugarai pedig a delejtűt 1.5°-kal térítették ki nyugalmi állásából.

Porczhártyát és lensét együtt véve vizsgálat alá, a multiplicator delejtűje a világító hőforrás alatt is helyén maradt.

Brücke, a szem fénytörő közegeinek képességét a sugárzó meleget átbocsátani, összehasonlította a víznek hasonló képességével. E czélból lencse helyett 18 m. m. vastag vízréteget, porczhártya helyett 3.7 m. m. vastag mézspát-jegeczet vett, mely alkalommal, a hőnek a fentebbihez hasonló nagysága mellett, még két fok kitérítést nyert.

E szerint tehát a porczhártya és szemlencse a víz és mézspátnál sokkal rosszabb hőátbocsátók. Sőt e különbség még feltűnőbbnek mutatkozik, ha meggondoljuk, hogy a használt mézspát és vízréteg jóval vastagabb volt a porczhártya és lensénél; a mennyiben valamely testen átbocsátott hőszugarak mennyisége a közeg vastagságával kisebbedik. *Melloni* ¹⁾ például úgy találta, hogy olaj egyenközü üveglapokból álló edénybe adva, 6,767 m. m. vastag rétegen, 100 az

¹⁾ Poggendorff Annalen. 35. k. 283. lap.

edényre eső hősugár közül 44.3-et bocsát át, 54.139 m. m. vastagság mellett már csupán 27.0-et. A víz *Tyndall* ¹⁾ szerint 0,02 hüvelyk vastag rétegben 100 közül 80,7 és 0,27 hüvelyk vastagság mellett 91.0 sugarat tart vissza.

Ha az eljárás, mely szerint a sötét hősugarak menete a szem fénytörő közegein keresztül *Brücke* által kutatva lett, téves nem volna, akkor e] vizsgálatok azt bizonyítanák, hogy a vörösnél kisebb törésű sötét hősugarak a reczehártyáig valóban el nem jutnak. Azonban a kísérleteknél használt két hőforrás, mint azonnal látni fogjuk, lényegesen különböző sötét hősugarakat árasztott szét; és így azért mert *Brücke* kísérleténél a sötét hőforrás sugarai a szem fénytörő közegein át nem hatoltak, még nem következik, hogy a porczhártya és lencse minden, valamely világító hőforrástól kiindult sötét hősugarat is visszatart.

Hogy ez észrevételem helyes, az a következőkből tűnik ki: *Masson* és *Jamin* ²⁾ a színeknek a vörösen túl eső részét hét egyenlő szakaszra osztották. E szakaszok közül a legkevesbbé törékeny sugarakat O_1 -el jelölték és így a sötét hősugaraknak a vörössel határos szakasza O_7 -nek felelt meg.

Vizsgálataikból következik, hogy a 100° -ra felhevített *Leslié-féle* köb csupán oly sugarakat bocsát ki, melyeknek törőképesége O_4 -nél kisebb, melegített pléhlap olyanokat, melyek egészeu O_6 -ig terjednek, az O_6 és O_7 -nek megfelelő sugarak tehát itt is hiányoznak. Csupán a világos hőforrások adnak a kevesbbé törékeny hősugarak mellett nagyobb törésű hősugarakat is; s ez utóbbi sugarak annál közelebb állanak a vöröshez, erőre nézve annál inkább mulják fölül a színekép kevésbbé törékeny hősugarait, minél nagyobb hőfokkal bír maga a hőforrás.

Az üveg s — mint később kitűnni fog — a víz és a szem fénytörő közegei is, azon tulajdonsággal birnak, hogy ép a vöröshez közel álló sötét hősugarak egy részét át bocsátják, az

¹⁾ Tyndall J. A hó mint a mozgás egyik neme 367. lap.

²⁾ *Wüllner* A. Lehrbuch der Experimentalphysik. III-ik kiadás, III-ik kötet 161. lap.

0₁-től 0₄-ig terjedő sugarat pedig csaknem teljesen vissz tartják.

Hogy mennyire dúsak világító hősugaraink sötét hősugarokban is, arról magunknak igen könnyen szerezhetünk meggyőződést: *Tyndall* ¹⁾ tudniillik a szénkénegben igen jó hőátbocsátó folyadéokra talált. A szénkéneg egyszersmind jóddal könnyen festhető annyira, hogy vissz tartva a világos sugarakat, csupán a sötét hősugarakat bocsátja át. Ha a sugarakat egyszer festetlen, másszor jóddal festett szénkénegen vezetjük át, a két esetben keresztül ment hő különbsége, a világító sugarak hőhatását fogja adni.

Tyndall-nak a villamfénynél tett vizsgálatai szerint, az ezen erős fényforrás által kibocsátott sugaraknak 0.1 része világító, a többi 0.9 része sötét hősugár. A napfényben a sugarak $\frac{1}{3}$ -ad részét sötétnek, $\frac{2}{3}$ -ad részét világosnak találtam. Végre az olajlámpa világító sugarainál nem is mérhető csekély hőhatást észleltem. Ha ugyanis az olajlámpa sugarainak útjában egyszer festett, másszor festetlen szénkéneggel megtöltött csillámedényt állítottam, a multiplicator tője mindkét esetben ugyanazt a kitérítést mutatta; az ezen lángtól kiinduló sugarak egész melegítő hatása tehát majdnem teljesen a világos sugarakat kísérő sötét hősugaraknak tulajdonítandó.

Ha tehát *Brücke* kísérleteinél a világító hőforrásnak kitett egyes fénytörőközegeken át hőhatás mutatkozott, ugy ez is inkább az átment sötét hősugarak következménye volt.

Brücke és Knoblauch kísérlete kormosított szemmel s napfényvel.

4. *Brücke* és *Knoblauch* később ²⁾ még idevágó kísérletet napfényvel is tettek, mintegy kiegészítésül *Brücké*-nek imént fejtegetett vizsgálatához. E kísérlet a következő volt: A szem túlkhártyáját az egyenlítőnek megfelelőleg át metszve, ennek mellső felét a porczhártyával együtt fémgyűrűbe foglalták, mi által a fémgyűrű porczhártya és túlkhártya együtt egy mélyedést képeztek, melybe az óvatosan kiszaba-

¹⁾ Poggendorff Annalen. 124. k.

²⁾ Müller. Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1846. 379. lap.

dított üvegtestet és lencsét befektették. A fémgyűrű hátsó része 7 m. m. átmérőjű szabad nyílással ellátott rekeszszel volt elzárva, a rekesz pedig belől befektetített bádogsóbe ment át. Kísérlet közben a vizsgálatra szolgáló napfényt heliostat vetette a szobába. A kísérleti berendezés szerint a thermoláncz a szem mögött volt felállítva, a szem elé illesztett fémernyő pedig visszatartotta a napfényt a thermoláncztól. Az ernyőt eltávolítva, a multiplicator delejtűje 26—30°-ra tért ki. Annak eldöntésére, vajjon a kitérítés egyedül a szemén átment világitó sugarak behatásától származik-e vagy nem, a vizsgálok a szemet elől hátul terpentín láng fölött kormosították és az ez által átlátszatlanná vált részekre hagyták a napsugarakat újból fölesni. A multiplicator delejtűje ez alkalommal kitérítést nem mutatott, a szem részein át most semmi meleg nem ment. Ha a szem fénytörő közegei a koromtól megtisztítottak, a multiplicator tűje újból, az előbbeni értéknek megfelelőleg tért ki, bizonyoságául annak, hogy a szemnek fénytörő közegei a kormosítás által változást nem szenvedtek.

Ha a koromréteg valóban csak a világos sugarakra nézve áthatlan, a sötéteknek tetemes részét pedig átbocsátja, mint azt a nevezett búvárok fölvelték, akkor e kísérletből csakugyan következik, hogy a sötét hősugarak az ökörszem fénytörő közegein keresztül nem hatolhatnak.

Ez különösen az a kísérlet, melyre a legújabb élettani és természettani tankönyvekben is hivatkozás történik.¹⁾ De ha a korom nemcsak a nap világos sugarait, hanem annak sötét hősugarait is elnyeli, akkor ez a sokszor idézett kísérlet mitsem bizonyít. Lássuk tehát mennyiben nyeli el a korom a nap világos sugarai mellett ennek sötét hősugarait is.

¹⁾ Példakép szolgáljanak itt a következő művek :

Heimholtz H. Handbuch der Physiologischen Optik. 232. lap.

Wundt W. Lehrbuch der Physiologie des Menschen. III. kiadás. 607. lap.

Kaiser H. Compendium d. physiol. Optik. 140. lap.

Ranke J. Az ember-élettan alapvonalai II. kötet. 244. lap.

Brücke E. Vorlesungen über Physiologie. 1875. I. kötet. 38. lap.

Wülnner H. Lehrbuch der Experimental physik. III. kiadás. III. kötet. 203. lap.

A korom a nap sötét hősugarait teljesen elnyeli.

5. Már *Melloni* vizsgálatai óta tudjuk, hogy a korom a legjobb hőelnyelő egyike. *Melloni* ugyanis a *Locatelli*-féle lámpa, az izzó platin, a 100 meg 400 fokra hevített rézlap által kibocsátott hővel tette vizsgálatait. Az általa vizsgált hőnek egyrésze a korom-rétegen áthatolni képes, miből mindenestre következtethető, hogy a korom az aránylag alacsony hőforrásokból kiinduló sugarakat részben átbocsátja; de e vizsgálatokból még nem következik, hogy a nap sötét hősugarainak tetemes része is a korom-rétegen áthatolni képes. Azért igen téved *Brücke*, ha újabban is, ¹⁾ midőn a nap sötét hősugarainak a szem fénytörő közegein való áthatásáról szól, *Melloni*-ra hivatkozik; mint a ki szerint oly vastag korom-réteg, mely a fénysugarakat teljesen visszatartani képes, a sötét hősugaraknak egy tetemes részét még átbocsátja.

Jogosúlnak látszanék talán *Brücke* fölvétele, ha a *Knoblauch* ²⁾ által elért eredményeket tekintjük. Ő ugyanis azt tapasztalta, hogy ha a delejtű a 100 fok Celsiusnak megfelelő sötét hőforrás sugarainak egyenes behatása alatt 20 fokra tért ki, az a bekormosított konyhasólap közbehelyezésekor 13 fokra jön vissza; ha borszesz lángot használt, akkor a delejtű 20 fokról 11.75-re és ha *Argand*-féle lámpát, 10 fokra tér vissza. Későbbi vizsgálatainál azonban *Knoblauch* ³⁾ pontosabb eljárást követett, különösen figyelemmel volt a thermoláncz két oldalán esetlegesen előforduló hőkülönbségekre és a közbehelyezett bekormosított konyhasólap saját melegére, mely a thermoláncz környezetének hőfokával teljesen ritkán egyezik. Ez utóbbi kísérleteinél ⁴⁾ már jóval kisebb értékeket jegyzett fel s nevezetesen a napsugárra vonatkozólag úgy találta, hogy a bekormosított konyhasó közbehelyezése előtt és után a thermolánczhoz eljutott hőmennyiség úgy aránylik mint 100 az 1,4-hez.

¹⁾ *Brücke E.* Vorlesungen über Physiologie 1875. I. kötet. 38. l.

²⁾ *Poggendorff.* Annalen. 70. kötet. 226. lap.

³⁾ *Poggendorff.* Annalen. 85. kötet. 170. lap és 93. kötet. 165—166. lap.

⁴⁾ *Poggendorff.* Annalen 120. kötet. 254. lap.

Én e kérdés teljes földerítése végett igen kiterjedt vizsgálatokat tettem. Hogy a nyert eredmény minden tekintetben megbízható legyen, kísérleti eljárásom lehető nagy elővigyázatot követelt.

Vannak mindenekelőtt nehézségek a delejtű kitérítésének megfigyelése körül. Ha ugyanis a hősugarak a thermolánczra esnek, a multiplicator tűje azonnal eltér nyugalmi állásából, de nem a behatott hőnek megfelelő fokig, hanem azontúl. A hirtelen egész erejében föllépő áram a delejtűnek oly lökést ad, melynél fogva ez az áram erejének megfelelő álláson túl megy és többszörös ingást végez. Az ingadozások folytonosan kisebbedvén, a tű 1.5—2 percz mulva látszólag megállapodik, többnyire igen közel azon helyhez, a mely helyig már első ízben is kitért. E szerint nem végez a delejtű a thermolánczra beható meleg erejének megfelelő egyensúlyi pontja körül, ingaszerű lengéseket. Sőt a delejtű az 1.5—2 percz mulva sem állapodik meg, hanem mind jobban tér ki, a mint a thermoláncznak bekormosított vége, a hősugarak behatása következtében, mindinkább fölmelegszik. Én azért nem vártam be a tű látszólagos megállapodását, mely az alkalmazott hő valószínűs értékének ugy sem felelt meg; hanem megfigyelve a tű első kihajlását, meg a fokot, a melyre az ezután visszajött, a két kihajlás középértékét vettem a behatott hő erejének megfelelőnek. A viszonylagos értékek különben akkor is pontosak, ha csupán a tűnek első kitérítését figyeljük meg, az eljárás pedig ez által kétségkívül egyszerűbb lesz.

Továbbá a kísérlet végbevitelét illetőleg téves eredményhez vezetne olyan eljárás, mely mellett a bekormosított sólapot akkor teszszük a thermoláncz elé, midőn a delejtű, a közvetlenül beható hősugarak behatása alatt, az ezekhez megfelelő kitérítési fokot épen elérte. Ily eljárás mellett tudniillik a nyert értékből a korom által visszatartott meleg valószínűs értékre következtetést vonni nem lehet, miután a korom kívül a sólap is némi meleget visszatart, mely számításba nem vehető. Embe, a konyhasó által visszatartott meleg 20 fok mellett például 2 fokot tesz ki. De sőt, a delejtű nyert kihajlása a bekormosított konyhasó lapon átment meleg valószínűs értékének sem felelne meg, mert, mint már említve volt, a

thermoláncznak bekormosított vége a hősugarak behatása alatt mindinkább fölmelegszik. E fölmelegedés, azon rövid idő alatt is melyre a delejtűnek szüksége van, hogy ingásait bebefejezve némileg megállapodjék, már oly fokot ér el, hogy a delejtű a hőforrás eltávolítása után, nyugalmi állásába vissza nem térve, többszörös ingadozás után 4—5 fokra kitérítve marad s innen közeledik lassan nyugalmi állása felé, melyet csak 15—20 perc múlva, vagy még később, ér el. Sőt ha, be nem várva a delejtű e látszólagos megállapodását, csak az első kihajlást figyeljük is meg, e rövid idő már elegendő arra, hogy a thermoláncznak megfelelő vége megmelegedjék. Ha ily körülmények között a kormosított sólapot a sugarak útjába állítjuk, miután a delejtű előbb, ezeknek a thermolánczra gyakorolt behatása alatt kitérítve lett, akkor a tű szükségképen nagyobb kitérítést fog mutatni, mint a mennyi a bekormosított konyhasó lapon netán átment sugaraknak valóban megfelel.

E lehető hibák kikerülése végett a kísérleteket úgy vittem véghez, hogy a thermoláncz elé egy teljesen tiszta és simára csiszolt 1.5 Cm. vastag konyhasólapot ¹⁾ helyeztem, a hőforrást annyira közelítettem a sólaphoz, miszerint attól ez utóbbin át haladó meleg a multiplicator delejtűjét 20 fokra térítse ki. Ez után a hőforrás befolyását a multiplicatorra azonnal megszüntettem s a sólap mindkét oldalát bekormosítottam. A bekormosítás alatt némileg fölmelegedett sólapot ki hagytam hűlni úgy, hogy a multiplicator tűje 0 fokon megállott akkor is, ha a bekormosított sólap a thermoláncz előtt volt. Ha a hőforrás sugarait másodszer eme most bekormosított, sólapra esni hagytam, a delejtű kitérítése teljesen megfelelt a kormon át ment sugarak hőhatásának. Ilyen eljárás mellett a konyhasó által visszatartott meleg a kísérlet kívánt pontosságát nem zavarta és a thermoláncz fölmelegedése által keletkező hiba is el volt kerülhető.

A vizsgálatokat egy száz Celsius fokra felhevített sötét hőforrással, a világító gázlánggal és a napfény sugaraival tettem.

¹⁾ A konyhasó és sylvin azon egyedüli szilárd testek, melyek minden hősugárt egyaránt jól átbocsátanak.

A 100 fok Celsiusnak megfelelő hőforrásul a Leslie-féle köb¹⁾ vizzel töltve és borszesz lámpa által melegítve, szolgált. *E köb használatakor, a tiszta sólap közbehelyezése alatt 20 fokra kitérítet delejtű, a bekormosított sólap beiktatása alkalmával csak 4.5 fokra tér ki.* Ellenőrzés céljából még egyszer ismétetem az első kísérletet a megtisztított sólappal, természetesen csak miután a delejtű előbb nyugalmi állását visszanyerte. A delejtűnek az első és utolsó kísérletkor nyert kitérítése alig különbözött egymástól, ha némi különbség mutatkozott, akkor a kettő közti középértéket — ez esetben a 20 fokot — vettem azon melegmennyiség gyanánt, melyből a korom 4.5^o-nak megfelelő részt bocsátott át.

Hasonló eljárással vizsgáltam a *világító gázlángot* is. Itt a *nem bekormosított sólap közbe helyezésekor 20 fokra kitérített delejtű, a sólap kormosítása után csak 2 fokra tért el nyugalmi állásától.*

Végre a napsugárt illetőleg azt találtam, hogy *ha a tiszta konyhasó lapon áthaladó napsugár a multiplier tüjét 40—50 fokra kitéríti,* — mely kitérítés értéke, mint alább látni fogjuk, 50—90-szer akkora hőnek felel meg, mint mely a delejtűt 0-tól 1 fokra kitéríteni képes — *ugyanaz bekormosított konyhasó lapra esve, hatást nem mutatott;* a delejtű mindaddig megtartja nyugalmi állását, míg a fölmelegedő korom maga nem kezd a thermoláncz felé meleget sugározni.

A korom tehát a különböző törésű sötét hősugarakat külön választja; a kevesbbé törékeny sötét sugarakat, minőket a Leslie-féle köb s részben a világító gázláng is kisugároz, részben elbocsátja; a törékenyebbeket pedig, melyekben kivált a napfény igen dús, egészen visszatartja. E hatás annál kifejezettebb, minél vastagabb a koromréteg; a kísérleteim alapján nyert adatok fény által áthatlan koromrétegre vonatkoznak.

Cima és Janssen kísérletei.

6. *Brücke vizsgálataiból tehát semmikép nem következtethető, hogy a szem fénytörő közegei csak azon sugarakat bo-*

¹⁾ A Leslie-féle köb egy fémből készült hat oldalú edény.

csátának a reczehártyáig, a melyeket meglátni képesek vagyunk; miután kísérleteinél a nap sötét hősugarait a szemet fedő korom és nem a szem fénytörő közegei tartották vissza. Sötét *Cima*-nak ¹⁾ a *Locatelli*-féle lámpával tett vizsgálatai szerint, a szemlencse a becsett hősugaraknak 13. századrészt át bocsátja, valamint az egész szem is 9. századrészt. *Janssen*-nek ²⁾ olajlámpával tett kísérletei szerint a becsett sugarak 8 századrésze hatolna a szem fénytörő közegein keresztül. Szerinte a szem fénytörő közegeinek hőelnyelési képessége megfelel egy, üveglapok közé vett és hasonló vastag vízréteg hőelnyelési képességének, következésképp a reczehártyáig is annyi hősugár jut el, a mennyit a szem átmérőjével hasonló vastag vízréteg át bocsátani képes. Miután pedig, *Melloni* kimutatása szerint, a sötét hősugarak a vízen áthatolhatnak, következteti *Janssen*, hogy a sötét hősugarak is a reczehártyáig eljutnak.

Cima és *Janssen* munkáit eredetiben nem ismerem s így a két vizsgáló által követett eljárást sem vonhatom bírálat alá. Vizsgálataik azonban nem is vonatkoznak a sötét hősugarakra; továbbá míg *Brücke* szerint a porczhártya és lencse a víznél sokkal rosszabb hőátbocsátóknak bizonyultak, addig, *Janssen* szerint, megegyezik a szem fénytörő közegeinek hőelnyelési képessége egy hasonló vastag vízréteg hőelnyelési képességével. *Brücke* vizsgálatainak alaposága s pontossága miatt nagyra becsült buvár, és ha azon körülmény hogy a kísérleteiből vont következtetés helyességét el nem ismerhetjük, már magában is elegendő ok, miszerint a vizsgálatot újból felvegyük, úgy szintén a fölmerült ellenmondásnak netán várható földerítése is, csak előnyére válhatik a tudományak.

Franz és Tyndall vizsgálatai.

7. Mielőtt saját vizsgálataimra áttérnék, *Franz R.* és *Tyndall J.* kísérleteiről is kell még röviden megemlékezniem.

Franz ³⁾ azon viszonyt kereste, mely szerint a különböző

¹⁾ Helmholtz H. Physiologische Optik 232. lap.

²⁾ Poggendorff Annalen 115. köt. 269. lap.

³⁾ Poggendorff. Annalen 115. kötet. 266. lap.

törésü sugarak a szem fénytörő közegeit átjárják, legalább a thermo-multiplicatorra gyakorolt hatásokat illetőleg.

A napfényt hasáb által szinképbe bontatta fel. A hasáb a kísérletek kezdetén konyhasóból, később flintüvegből állott. A hasáb mögött volt a vizsgálati anyagot tartalmazó edény felállítva. Az edényen túl, 4 m. m. széles réssel ellátott ernyő következett, oly távolban, hogy a szinkép látható része az ernyőnek megfelelő helyen 18 m. m. kiterjedésű volt. A kísérleti időn kívül visszatartotta a sugarakat az edénybe foglalt részekről egy, a hasáb és a vizsgálandó anyagot tartalmazó edény közé állított, kettős ernyő.

Franz a porczhártyát úgy vizsgálta, hogy azt egy üres fémhengernek egyik végéhez erősítette, a hengernek második végét átlátszó lappal zárta el. A fémhenger oldalt léggel telt hólyaggal függött össze, azon célból, hogy a porczhártyát a hólyag kellő összenyomása által, kifeszítve tartani lehessen. A szemvizet és üvegtestet négy oldalú üvegedényben vizsgálta, a szemlencsét pedig két üveg lap között, úgy hogy a lencse ál-lomány csak 2 m. m. vastag réteget képezett.

Az ezen módon eszközölt vizsgálat szerint a szem fénytörő közegeinek hőelnyelő képessége hasonlít a víz hő elnyelési képességéhez; csupán a porczhártya és szemlencse lát-szanak a vörös sugarakból némileg többet elnyelni, mint a víz.

Brücke-nél ¹⁾ olvassuk, hogy az idősbb *Seebeck* a sötét hősugarakat már 1820-ban látta; *Brewster* sötétben, befeke-tített távesövön át, barna vörös fényt látott a szinképnek oly helyén, mely helyen rendes viszonyok között színt már nem veszünk észre. *Tyndall*-nak ²⁾ kísérlete mindenesetre legin-kább volna alkalmas meggyőzni arról, vajjon láthatók-e a sötét hősugarak vagy nem. *Tyndall* tudniillik villamfényt ha-gyott joddal festett szénkénegre esni, az átment hősugarak gyupontja platin lap segedelmével volt feltalálható, miután a gyupontba tartott platinlap e helyen megtüzesedett. A sötét hősugarak e gyupontjába szemét tartva, *Tyndall* a mele-get kiállhatatlannak érezte ugyan, de nem annyira ennek a

¹⁾ *Brücke* E. Vorlesungen über Physiologie. 1. kötet. 39. lap.

²⁾ *Tyndall* J. A hő mint a mozgás egyik neme. 419. lap.

a szemre mint inkább a szemhéjakra gyakorolt hőhatása miatt; fényérzés azonban nem volt. Mi mindenesetre követni fogjuk *Tyndall* jóakaró tanácsát, melyben e kísérlet ismétlésétől int.

Tyndall ¹⁾ a szem üvegtestével is tett vizsgálatokat. Ezek »azon következtetésre vezettek, hogy az erős villamfény láthatlan sugaraiból egy ötödrész csakugyan eléri a reczehártyát. Minthogy pedig e sugárzásnak tiz-tiz részéből kilencz rész sötét; következik, hogy azon összes sugarakból, láthatók és nem láthatókból, melyeket a villamfény a reczehártyába küld, majdnem kétharmadrész képtelen a látás érzetét fölgerjeszteni.«

Ez okból *Tyndall* megegyezőleg *Mellonival*, a látideget egy zenészeti húrhoz hasonlónak tekinti, mely lengésbe jön megfelelő lengési szakaszok behatása alatt, ellenben nem ingerelhető olyan lengések által, melyek ezekkel meg nem egyeznek.

Saját kísérleteim berendezése.

8. A thermoláncz, melyet vizsgálataimnál használtam, kautsuk-gyűrűbe foglalt 36 Bismuth-Antimon elemből áll, és *Karl* műhelyéből, Münchenben, való.

E thermolánczhoz egy 2 cm. hosszú és 2 cm. széles, mind két oldalon vékony csillámlap ²⁾ által elzárható, henger alakú üvegedényt készítettem; a két csillámlapot egy-egy anyacsavar rögzíti az edény illető nyílásához oly formán, a mint ez a sarkítási készülékekhez tartozó üvegsöveknél látható. Az üveghenger egyik végén az anyacsavar 0.5 c. meterrel túl terjed és a thermoláncz kautsuk gyűrűjére feltolható. Így nem juthat, kísérlet közben, a thermolánczra más uton

¹⁾ F. i. h. 433. l.

²⁾ Azért vállasztottam csillámlapokat, mivel ezek igen vékonyan alkalmazhatók és a hősugarakat az üvegnél jobban átbocsátják. A csillámlapokon átmenő hő mennyiség azonban a hő minősége szerint, szintén különböző. Így kisebbítik az edény csillámlapjai a napsugár behatását a thermolánczra 4 fokkal, holott a gázlágnál ezen kisebbedés már a feleső hő kétharmadának is megfelel.

meleg, mint az edény csillámlapjain és a benne foglalt anyagon keresztül.

A *Nobili* elvei szerint készült multiplicator is annyira érzékeny, hogy a delejtű ingásba jön, ha a kezét egészen egy méternyi távolban tartom a thermoláncztól. A tű kitérítésének foka egészen 25 fokig egyúttal mértéke a kitérítést okozó melegnek, miután csaknem ugyanazon hőmennyiség kell, hogy a tű 24 foktól 25 fokra téríttessék ki, mint a mely szükséges hogy 0—1 fokra kitérjen. Innen tul azonban már nem nő a delejtű kitérítése egyaránt a hő emelkedésével. A multiplicator magasabb fokainak megfelelő áramerő-értékeket a *Du-Bois-Reymond*-féle compensator segedelmével határoztam meg, ¹⁾ a szükséges villamosságot egy Dániel-féle elem szolgáltatatta; a thermolánczczal is tettem hasonló meghatározásokat egy eljárás szerint, melyet e célra már *Melloni* ajánlott. Ez utóbbi eljárása következő :

A multiplicatorral nem csak a thermolánczot kötöttem össze, hanem kulcsnak közbeiktatása mellett, még egy *Du-Bois-Reymond* fele *Rheochordot* is. Ha e kulcs nyitva volt, a vezető huzalok által a thermoláncztól a multiplicatorig elvezetett áram, egész erejével járta át a multiplicator huzal tekercsét; ha azonban a kulcsot zártam, az áramnak kettős út volt adva, egy része tudniillik, a *Rheochordon* át tért vissza a thermolánczhoz és gyengítette megfelelő értékben a multiplicatoron átáramlott villamosság erejét, miáltal a tű elhajtása is kisebbitve lett. *Melloni* a *Rheochord* helyett két higánnyal megtöltött edényt vett s ezeket kapcsolta huzalok által össze egymással és a multiplicatorral. Én a *Rheochord*beli akadályokat annyira fokoztam, hogy a multiplicator tűjének kihajlását ötödére szállítottam le; ha tehát a tű a hőforrás behatása alatt 5 fokra elhajlott, úgy a *Rheochord* közbeiktatása következtében csak egy fok kitérítést nyertem. Megfigyelve így 5 fokról 5 fokra a tű teljes és csökkentett kitérítését, ez adatokból a tű elhajlása és az e elhajlást okozó áramerő közötti viszony meghatározható volt. Ha azon áramerőt, mely

¹⁾ Lásd : *Du-Bois-Reymond* : *Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik*. Leipzig, 1875. 186. lap.

a multiplicator tűjét 0-ról 1 fokra kitéríti, egynek vesszük, és ha a kitérítés az első fokoknál egyenes arányban van az ezt okozó áram erejével, akkor 5 lesz az először megfigyelt áramerő kifejezője. A többi áramerőket kapjuk ez arány segítségével: $1 : 5 = a : x$, ha a a tű azon kitérítési fokát jelenti, melyet az mutat, ha a Rheochordbeli kulcs zárva van.

Az eme két eljárás mellett talált értékek egyezők lévén, elegendőnek vélem, ha a compensator segedelmével fölismert viszonyokat ide följegyzem :

fok	29°	32°	35°	38°	40°	42°	44°	45.5°	47°	49°
megfelelő erőérték		30	35	40	45	50	55	60	65	75	85

Miután azonban a delejtű kísérleteimnél 30 fokon fölül ritkán tért ki, a táblázatokban a tű valóságos kitérítését, nem pedig a megfelelő erőértékeket jelöltem meg.

A kísérleteknél mindenkor a delejtű nyugalmi állásából indultam ki, oly módon a mint azt a korom hőelnyelési képességének meghatározásánál is tettem. A vizsgálat így ugyan elég fárasztó, biztos célhoz azonban csak ez egy út vezet.

A vizsgálatra borjuszemet lehetőleg friss állapotban használtam, különös figyelemmel arra, hogy a porczhártya és szemlencse homályos ne legyen. A szemet, miután az izomrészekről megszabadítottam, legnagyobb domborulatának megfelelőleg kettévágtam; az üvegtestet ezután könnyen lehetett tisztán minden festenyőtől ment állapotban nyerni.

Világító hőforrásul a napfényt és a körben égő gázlángot használtam, sötét hőforráskép pedig ugyanezen gázlángot, csak hogy azt üveg henger helyett vaspléhvel vettem körül. A gázláng használatát különösen azért tartottam előnyösnek, mert lehetőleg állandó hőforrást képez.

A sötét hőforrástól kisugárzó meleg, már a vizsgálandó anyag befogadására szolgáló edény csillámlapjai által is nagy fokban elnyeltek; ha ez edény még üvegtessel vagy vízzel megtöltetik, akkor a delejtű nyugalmi állásából ki sem mozdul. Sőt ha a hő átbocsátó képességét illetőleg megvizsgálandó anyagot konyhasóból készült edénybe adjuk, akkor is az ez edényre eső sugarak hatása a nyugvó delejtűre föltötte csekély marad. Már előbb kiemeltem azt, hogy a sötét hőforrások sugarai a legkisebb törési képességgel bírnak, s mint a

kísérlet most mutatja, e sugarak a szem fénytörő közegei által teljesen elnyeletnek.

Vizsgálatok a világító gázlánggal.

9. A világító gázláng hősugarait mind sötét sugaraknak lehet tekinteni, miután a delejtű kitérítése különbséget nem mutat, akár szintelen, akár festett szénkénnel van a thermoláncz elé állított edény megtöltve. E sötét hősugarak azonban tetemesen különböznek az előbbeni hőforrás sötét hősugaraitól, a mennyiben hőhatásuknak maximuma a színekép vörös részéhez már közelebb esik, bár még távolról sem annyira közel mint a napfény színeképében.

A vizsgálatoknál mindenekelőtt meghatároztam a delejtű kitérítését, ha a sugarak az üres csillámedényen át a thermolánczra estek, azután megtöltöttem az edényt a megvizsgálendő anyaggal — *üvegtessel vízzel* — s újból olvastam le a kitérítést, végre még egyszer ismételtam a kísérletet az üres edénnyel.

A *lencse* hőelnyelési képességének vizsgálatánál a csillámlapokat, mint fölöslegeseket eltávolítottam; az edénynek a hőforrás felé tekintő oldalára pedig a csillámlap helyett két fémlapot illesztettem. A fémlapok mindegyike közepén. 1 c. m. átmérőjű, kerek likkal volt ellátva. A lik szélén minden fémlap tölcésrszerűen kiemelkedett az ellenoldal felé, mi által e fémlapok egy lencse fölvételére alkalmas keretet képeztek. Ily körülmények között a sugarak a thermolánczra csupán a lencsén át eshettek. A kísérletet itt is, előbb a kerettel lencse nélkül, azután a lencsével tettem. A *porczhártyát* a fémlapok fölött kifeszítve vizsgáltam, egészen hasonló módon mint a lencsét.

Az *egész szem* vizsgálatánál végre az edénynek a thermoláncz felé eső vége csillámlappal volt ellátva; második végére pedig az átlíkadó fémlapokat helyeztem. Meghatározva az így összeállított készüléken átment hőmennyiséget, az edényt üvegtessel töltöttem meg, a szemlencsét pedig úgy mint előbb, a fémlapok által képezett keretbe foglaltam. Azután a szivárványhártyától megszabadított porczhártyát feszítettem ki a lencse fölött közvetlenül. A szivárványhártyát

azért távolítottam el, mivel ennek jelenléte a szembe beható hőmennyiséget annyira kisebbiti, hogy pontos méréseket már alig lehetne tenni.

Az egész szem hőelnyelési képességének vizsgálatánál különben még egy második thermolánczot is alkalmaztam. *Pichler Henrik*, az élettani intézet gépesze által készíttettem e második thermolánczot, mely 25 Bizmuth és vas rudacs-kából áll, mindegyik rud 17. m. m. hosszú és 1.5 m. m. széles. A forrasztási helyek kivételével ez elemek egymástól gondosan el vannak szigetelve; a két kormosított fölületet pedig vékony Kanada balsam réteg fűdi, nehogy a fémrudacsok között nedvesség szivároghasson. Az elemek 5 sort képeznek és kemény kautsuk gyűrűbe vannak foglalva. A kautsuk gyűrű egyik oldala az elemek véglapjainál 2 C. m.-rel túl terjed és tojásdad alakú nyílással végződik; ez által a thermoláncz egy 2 Cm. mély, 2 Cm. széles és 1.5 C. m. magas edénnyel van ellátva. A vizsgálat céljából az üvegtestet és szemlencsét a thermoláncznak ez edényébe fektettem úgy, hogy a lencse a szabad nyílás felé tekintsen; az egészet pedig a porczhártyával zártam el. Egy szem állott tehát rendelkezésemre, melyben a reczchártya helyét a thermoelemek foglalták el. A kísérletek pontossággal voltak kivihetők, miután előbb e thermolánczot, a fennebb említett második thermolánczozal kellően fokoztam. Foksort állítottam tehát össze, melyből látható volt, hogy a multiplicator tűjének elhajlása az egyik thermoláncz által milyen kitérítésnek felel meg, ha a második thermoláncz volna a sugarak útjába állítva.

Az elősorolandó adatok mind, 10 vizsgálat által nyert adatok középértékeinek felelnek meg, egyúttal a mind két thermoláncz segédelmével nyert értékeket összevontam. Az eredményt a következő táblázat mutatja.

A vizsgált anyag neve	A delejtű kitérítése fok- értékekben		Az átbocsátott hő mennyisége százalékokban ¹⁾
	üres édény mellett.	és telt édény mellett.	
Egész szem	15°	1.°	6.6
	20°	1.5°	7.6
Szemlencse	15°	1.°	6.6
	22°	1.7°	7.7
Porcshártya	15°	3°	20
	23°	4.5°	19.6
Üvegtest 2 Cm. vastag rétegben	13.5°	1°	7.4
	20°	1.6°	8
	26°	2.5°	9.9
	35°	4.5°	12.8
Víz 2 Cm. vastag rétegben	9°	0.7°	7.7
	14°	1.2°	8.5
	20°	2°	10
	26.5°	3°	11.3
	30°	4°	13.3
Víz 2 m. m. vastag rétegben. ²⁾	12°	3°	25

Áttekintve e táblázatot a szemlencsében ismerünk az aránylag legrosszabb hőátbocsátóra. Az ezen átment hő semmiben sem különbözik az egész szemeken keresztül hatolt hő mennyiségétől és 6.6—7.7%-ot tesz ki.

A porcshártyánál talált nagyobb értékek mindenesetre leginkább annak vékonysága által vannak föltételezve, mit különösen a vízzel tett kísérleteim is világosan bizonyítanak. Ezek szerint ugyanis, a 2 C. m. vastag vizréteg a felesett hőnek, mintegy nyolcz százalékát, a 2 m. m. vastag vizréteg pedig ugyanazon hőnek huszonöt századrészét, bocsátja át.

Összehasonlítva a porcshártya hő átbocsátó képességét illető értékeket, a táblázat utolsó sorában följegyzett értékek-

¹⁾ Az átbocsátott hő százalékos mennyiségét a következő arányból kapjuk : a delejtűnek az üres edény közbehelyezésekor nyert kitérítése úgy áll annak a telt edény alkalmazása mellett elért kitérítéséhez, mint 100 : x-hez.

²⁾ A két m. m. vastag vizréteget illető kísérletnél a rendes edény helyett egy második 2 m. m. átmérőjű csillámedényt használtam.

kel, melyek a porczhártyával hasonló vastag vízrétegre vonatkoznak, találjuk, hogy a porczhártya a víznél jóval rosszabb hőátbocsátó; a porczhártya a fölesett hőnek 20^o/_o-át bocsátja tovább, a víz pedig 25-öt.

Az üvegtest által át bocsátott hő valóban leginkább megközelíti a víz által át bocsátott hő mennyiségét; noha a megfelelő értékek összehasonlítása az üvegtestet is a víznél rosszabb hőátbocsátónak tünteti fel. Feltűnő az, hogy ugy az üvegtestnél valamint a víznél is, a fölesett fény növekedő mennyiségével egészen a 30-dik fokig, az át bocsátott fény százalékos mennyisége folytonos növekedést mutat. A tünetmény oly következetesen mutatkozott vizsgálataimnál, hogy azt már e helyen kiemelni el nem mulaszthatom, föntartva magamnak a dolog behatóbb kutatását későbbi időre.

Ezek szerint az egész szem, valamint a lencse és a porczhártya külön-külön a víznél nagyobb hőelnyelők; az üvegtest hőátbocsátó képessége inkább közelíti meg a víz át bocsátó képességét.

Vizsgálatok a napfényről.

10. A napsugárral tett kísérleteimnél legnagyobb figyelmet azon változásokra kellett fordítanom, melyeket a napsugár hőereje a kísérlet tartama alatt elszenved. Azért minden egyes meghatározást megelőzőleg, valamint azután is, megfigyeltem a delejtű kitérítését a sugarak egyenes behatása alatt.

A következő táblázatot úgy állítottam össze, hogy az egy ugyan azon anyagra vonatkozólag ismételtett kísérletek közül csak azok eredményét vettem fel, melyeknél a thermolánczra közvetlenül esett napfénynek hőhatása kísérlet közben ugyan az volt; e szerint a táblázat egyes soraiban följegyzett minden adat ugyan azon erejű hőre vonatkozik, arra tehát, mely a táblázat I-ső osztályában megjelölve is van.

Minden anyag hőátbocsátó képességének vizsgálata több kísérletet igényelt. A kísérletek sorrendje a következő volt :

Először azt a hőt határoztam meg, mely az anyag fölvételére szolgáló edényen át a thermolánczig jutott. Ez edény

ugyan az, melyet előbbi kísérleteimnél is használtam és mely a következő táblázatban 1-el van megjelölve. A talált értékek képezik a táblázat II-ik osztályát.

Hogy a nap sugaraiból a sötét hősugarakat nyerjem, az első edény elébe a második csillám edényt állítottam, melyet joddal festett szénkénnel megtölteni lehetett; e második edény a táblázatban 2-vel van jelölve. Meghatároztam tehát másodszer a 2 edényen átment hőmennyiséget mialatt ezek üresek voltak — táblázat III-dik osztály —; és harmadszor azon hőt is, melyet a két edény átbocsát, ha a 2-vel jelzett edény festett szénkénnel megtöltve van — táblázat IV dik osztály. —

Ez előzményes meghatározások után, most a vizsgálati anyaggal megtöltött első edényt magában tettem ki nap sugarainak, és megmértem az azon átment hőmennyiséget, — táblázat V-dik osztály —; azután, új kísérletnél, az első edény elébe a joddal festett szénkénnel megtöltött 2-dik edényt helyeztem, hogy az átment sötét hősugarakat meghatározzam — táblázat VI-ik osztály. —

A táblázatban, a vizsgálat e berendezésének megfelelő hat osztályhoz, még a vegyes és sötét sugarakból átment százalékos mennyiségnek feltüntetésére szolgáló két osztály csatolva van.

A vizsgált anyag neve.	I. A közvetlenül fölcsész napfény hőhatása.	II. 1-ső edény üresen.	III. 1-ső és 2-dik edény üresen.	IV. 1-ső edény üresen, a második festett szénkénnel töltve.	V. 1-ső edény a vizsgálandó anyaggal töltve.	VI. 1-ső edény a vizsgálandó anyaggal, a 2-ik festett szénkénnel töltve.	VII. Az átment vegyes sugarak százalékában.	VIII. Az átment sötét hősugarak százalékában.
Egész szem	48°	18°	13.5°	5.5	5°	1.0°	27.7	18.1
Szemlencse	47°	18°	14°	6°	6.5°	1.1°	36.1	18.3
Porczhártya	46°	17.5°	14°	6°	8°	3°	51.6	50
*) Üvegtest 2 Cm. vastagságban	49°	20°	15.5°	6°	11.5°	2°	57.5	33.3
*) Víz, 2 Cm. vastag rétegben	47°	35°	30°	9.5°	22°	3°	55.5	32.3
víz 2 mm. vastag rétegben	49°	19.5°	15.5°	6°	11.5°	1.6°	58.9	26.6
	47°	35.5°	31°	11.5°	24°	3.5°	67.6	30.4
	47°	25°	15°	6°	23°	5°	96	83.3

*) Az üvegtestre és a 2 Cm. vastag vízrétegre vonatkozó második sorbeli nagyobb adatokat úgy nyertem, hogy a minden egyéb vizsgálatnál

A *lencse* hőelnyelési képessége aránylag tetemes; csaknem annyi sugarat bocsát át, mint maga az egész szem is, melyen át a nap sötét hősugarainak közel egy ötödrésze eljut a reczehártyáig.

A *porczhártya* a fölesett sötét hősugaraknak felét ugyan át bocsátja, de azért ez esetben sem mondhatjuk a porczhártyát a szem többi részeinél jobb hőátbocsátónak. Egy tekintet a 2 mm. vastag vízréteggel tett vizsgálatok eredményére, tudniillik azt mutatja, hogy a porczhártya a nap sötét hősugarait a víznél — mely ezekből 83.3 százalékot át bocsát — sokkal kisebb fokban bocsátja tovább.

Az *üvegtest* hősugár át bocsátó képességére nézve a víztől lényeges eltérést nem mutat. A fölesett vegyes sugaraknak felénél nagyobb része, a sötét hősugaraknak 32.2—33.2 százaléka, jut el az üvegtesten át a thermolánczig.

Igen tanulságos összehasonlítani az üvegtesten átment sötét hősugarak mennyiségét a mint azok a naptól, a villamlámpától és gázlángtól erednek. A nap sötét hősugaraiból át bocsát az üvegtest egy harmadrészt; a villamlámpa sötét sugaraiból, *Tyndall* szerint, egy ötödrészt; végre a gázláng sugaraire vonatkozólag találtuk, hogy a fölesett sugarak mintegy egy tizenharmad része az üvegtesten át megy. Az üvegtest tehát a sötét sugarakból annál nagyobb részt bocsát át minél törékenyebbek, minél közelebb állanak a szinkép vörös részéhez.

Ha a táblázat első sorában följegyzett kísérleteket még egy olyannal kiegészítjük, melynél az első edényt a szem fénytörő közegeivel megtöltve, azzal együtt a másodikat is, de üresen, a sugarak útjába állítjuk; akkor a delejtű, mely midőn a megtöltött első edény egyedül közbehelyezve volt 5 fokra kitért — V. osztály, — csak 3.2 foknak megfelelő elhajlást mutat. E szerint a 13.5 foknak megfelelő hőből, mely a két üres edényen át megy — III. osztály, — a szemek ke-

az edénynek a hőforrás felé fordított oldalára oda illesztett fémlapokat eltávolítottam; miáltal, miután ezek csak 1 Cm. átmérőjű kereklikkel bírnak, az edény szélességi átmérője pedig 2 Cm.-et tesz ki, az illető fénytörő közegre sokkal szélesebb sugárköteg esett.

resztül 3.2 foknak megfelelő hő jut. De a 13.5 fok elhajlásnak 5.5 értéke sötét hősugarak által okoztatik — IV-ik osztály — ezekből 1 foknak megfelelő hő a szem fénytörő közegein is áthatol — VI-ik osztály; — következőleg azon a szemén át ment vegyes sugarak által okozott 3.2 fok elhajlásból is, 1 fok a sötét hősugarak behatását illeti meg. Mondhatjuk tehát, hogy a reczehártyáig eljutott sugaraknak mintegy egy harmadrésze fényérzést kelteni nem képes. Ez mindenesetre nem oly csekély mennyiség, hogy épen csekélységénél fogva az élő szemben észrevehető érzést támasztani képes ne legyen. Hogy pedig a nap sötét hősugarait látni képesek nem vagyunk, arról meglehet győződni, ha szemünket a joddal festett szénkénegen átjutott sugarak behatásának kiteszszük.

Mindezeknél fogva és mivel a fény meg a sugárzó meleg azonos physikai folyamatok, kénytelenek vagyunk beismerni azt, hogy *a reczehártya a vörös-nél kevesbbé törékeny sugarak iránt ingerfogékonysággal nem bír.*

II.

ADATOK A HARÁNT CSÍKU IZMOK ÉLET- ÉS SZÖVETTANÁHOZ.

Egy ábrával.

MEZEY ÖDÖN tr. volt tanársegédétől.

A haránt csíkolt izomrostoknak szöveti szerkezete újabb időben oly annyira magára vonta a szövétbúvárok figyelmét, hogy e szövetnek irodalma az utolsó két évtized alatt terjedelmében fölülmúlja minden más szövetnek irodalmát. De ha az e kedvencz tárgy fölötti tanulmányok öregbítették is az adatokat, vonatkozólag azon sokféle módozatra nézve, mely szerint az izom belső szerkezetében az alkalmazott különféle vizsgálati eljárások mellett megváltozva mutatkozhatik, még is alig vagy csak csekély mértékben növelték e tanulmányok eredményei a belátást az izomrost valóságos szerkezetébe. Mert kevés kivétellel mind e vizsgálatok a már elhalt izomra vonatkoznak és azon elváltozásokra, melyeket az a különféle vegyszerek behatása alatt elszenved. Mialatt a szövétbúvárok minden törekvésüket oda irányították, hogy az izomrost belsejében minél több részletet megkülönböztethessenek, számba nem vették azt, hogy mennyire változott netalán meg az izomrost bennéke már a kezelés folytán is, és a sokféle részlet mennyire ne talán csak terméke a halállal már különben is beálló és a beható szerek által módosított megalvadásnak. Sőt egyesek a szövétbúvárok között annyira hagyták magokat az elhalt izmon nyert leletek által elragadtatni, hogy azt, a mi csak halál utáni képződmény a még élő izomnak betulajdonítva és egyes rétegeket, melyek csak ilyféle befolyások alatt nyertek bizonyos összetartást és szilárdságot, valóságos állandó hártyáknak nézve, nem késtek olyanok hirdetni az izom szerkezetét, mely eltekintve az egyesek

leírása közt fennálló sokféle ellenmondásoktól, annak az életben tanúsított tulajdonságaival alig vagy épen semmiképen sem volna összeegyeztethető.

Nem szándékom itten szemlét tartani azon, több kevesebb részletben egymástól eltérő leírások fölött, melyekkel az újabb irodalomban mint többé-kevesebbé ephemer kísérletekkel találkozunk és felsorolni a sokféle elnevezéseket, melyekben egy és ugyanazon réteg az egyes bűvárok részéről oly bőségesen részesült; annál kevesebbé fekszik pedig ez szándékomban, miután örvendetesen tapasztalható, hogy a sok ábrándozásból a kijózanodás e téren is már bekövetkezett és remélhető, hogy az intő példa, mely egyes kitünő bűvárok, mint *Gerlach* és újabb irataiban *Engelmann* részéről kifejezést talált, üdvös hatással leend azokra és némileg csillapítani fogja azoknak buzgóságát, kik e téren hasonló újabb fölfedezésekkel készülöben vannak.

Főnököm *Jendrássik Jenő* tanár úr által felhiva lévén, hogy az általa már régebben a villamáramnak alkalmazása mellett az izmokon végrehajtott vizsgálatoknál nyert és eddig csak szóbeli előadásaiban fölemlített, de a sajtó útján még nem közölt eredményeket az általa követett eljárások szerint újból revideálnám és azokat ugy tekintettel egy némely akkorában függöben maradt kérdésre, valamint az újabb irodalomra is lehetőleg kiegészíteném, fogtam azon tanulmányokhoz, melyeknek eredményeit jelen közleményeimben ismertetni ohajtom. E tanulmányaim közben el nem mulasztottam, sőt hosszú időt fordítottam arra is, hogy az egyes bűvárok által ajánlott eljárásokat pontosan követve, átvizsgáljam a különféle kémszerek hatását az izmokra és láttam is csaknem mindazon alakokat azokon előtűnni, miket az egyes bűvárok az általok használt kémszerek után láttak és leirtak, és rajzaikban feltüntettek. De miután szemtanúja voltam azon tüneteknek, melyek az izomban villámos átáramoltatása alatt bekövetkeznek, és látva azon elváltozásokat miket az ekkor szemmel követhetőleg gyorsan elszenved, arra voltam késztetve és utalva, hogy az izmot lehetőleg teljes életképességében, legalább oly állapotban, melyben az még összehúzódsra képes, tegyem vizsgálatom tárgyává, mellőzve minden

oly szernek alkalmazását, mely annak az életben viselt szerkezetét megmászítani képes volna.

Legelőbb is ez utóbbi vizsgálatokról szólok, és azután azokról, melyeket állandó villámáram mellett végrehajtottam.

I.

Vizsgálatok heveny-készítményeken kémszerek nélkül.

Vizsgálatom tárgyai voltak a rovarok közül a légy-, cse-rebogár, agancsár, vízi merülő, fekete csibor, a gerinczesekből az éti béka, levélbéka-, és az egér izmai.

Az épen leölt rovárokból nagy kimélettel lándzsakés és ollóval leválasztott izomrostokat a tárgyüvegre tettem s azokat a földlemez nyomásától, alátett vékony papír csíkok által megvédtém.

Az így előkészített rostokat minden folyadék hozzáadása nélkül részint közönséges, részint sarkított fény mellett vizsgáltam és pedig nem csak vegyes, hanem egyszerű sugarak mellett is, különösen kék és zöld fényben.

Az egyszerű fényben tett vizsgálatoknál a rovarizmokból vett készítményeken igen tisztán lehetett látni három rendbeli csikolatot, úgymint egy sötétebb szélesebbet, azután egy világos keskenyebbet és ez utóbbinak többnyire közepe táján egy aránylag sokkal keskenyebb, szintén sötét csikolatot, mely éles beállítás mellett az izomállomány legsötétebb részét képezi. E keskeny közti-csikolat azonban a rovar nem minden élő izomrostjában látható. A sötétebb, szélesebb, kettős fénytörő csikolatban egy azt felező még sötétebb vonalat — Mittelscheibe (*Hensen*)¹⁾ — ép úgy nem vagyok képes fölismerni, a mint az egyszerűen törő anyagban, az annak közepén levő keskeny közti csikolaton kívül, még két mellék csikolatot — Nebenscheiben (*Engelmann*)²⁾ — sem látok.

A keskeny közti csikolat erős nagyítás mellett ($\frac{1000}{1}$) nem hogy egy szilárd hártya alakot tüntetne fel, mely az izomosó

¹⁾ Arbeiten aus dem Kieler physiolog. Institut. 1868.

²⁾ Archiv f. die gesamt Physiologie. VII. k. 37. l.

burkával összeforrvá egy teljes rekeszt képez, mint azt *Krauze*, *Merkel*, ¹⁾ *Sachs*, ²⁾ fölveszik, hanem ellenkezőleg úgy tűnik az fel, mint a szélesebb sötét csíkolat is, és úgy mint ez, apró szemcsehalmaz által képezettnek látszik, főleg egyszerű, különösen kék fény mellett megejtett vizsgálatnál.

Hogy ez a közti csíkolat összefüggése az izomcső burkával nem oly erős, mint azt némelyek a több rendbeli vegyszer behatása következtében mutatkozó gyűrűszerű befűződésekből következtetik, az a később tárgyalandókból elég világosan ki fog tűnni.

Hogy a szóban levő csíkolat az idegvégződés helyén a burokkal összeforrvá nem lehet, az igen tisztán látható oly esetekben, hol esetleg az idegvégződés éppen az izomrost fekvésének megfelelő határszélére esik. E helyeken ugyanis látható, hogy az idegburok átmegy az ízomburokba, maga az ideg behatol az izom állományába s itt, mielőtt végágait adná, a véglemezt alkotja, miáltal az ízomburok eltávolíttatik a bennétől s e helyeken a csíkolatok szabad végei láthatók. Már *Engelmann* ³⁾ említi, hogy víz behatolására a véglemez és a harántcsíkolat állomány közt vakuolok mutatkoznak, melyek amazt ez utóbbtól elemelik; csupán a keskeny közti csíkolat marad a véglap alsó felületével összefüggésben, míg végre az is leszakad.

Polarizált fényt alkalmazva, a készítményeket részint quarzlemez közbeiktatása mellett, részint a nélkül vizsgáltam. A szélesebb sötét csíkolat és a közti csík mindig kettős fénytörést mutattak, mint azt különben már *Krause* ⁴⁾ vizsgálatai is erősítik.

E készítményeken az összehúzódás és elernyedés sokáig látható volt s feltűnt nekem az, hogy a csíkolatok, azonkívül, hogy összehúzódásnál egymáshoz közelednek, és elernyedéskor eltávoloznak, az esetben ha az összehúzódás

¹⁾ Archiv f. mikroskopische Anatomie. VIII. k. 244. l.

²⁾ Archiv f. Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medecin. 1872. 607. l.

³⁾ Archiv f. die gesamt. Pkisiologie. VII. k. 47. l.

⁴⁾ Die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfaser. 11. lap.

ígen erős és gyors volt, egészen eltűnnek úgy, hogy csak egy szemcsés tömeg látható. Megegyezik ez észleletem ama leírással, melyet az izom összehúzódási folyamatáról *Merkel* ad.

Hogy e mozgásokat fokozzam és tetszés szerinti időben megindíthassam és megszakíthassam, a villámáramot vettem segítségül a később leírandó eljárás szerint; de ezzel czélt nem értem, mert a rovarizmokat az állandó áram indítása vagy szakítása által, vagy bevezetett áramcsapásokkal, egyszeri erős rángásba hozni nem voltam képes. Az életképes rovarizom egyszer ingerületbe hozatván, *folytonosan összehúzódott meg elernyedtt*, gyakran több óra hosszat. A rovarizmokkal tett későbbi vizsgálataimnál oly készítményeket használtam, melyek már el voltak halva, kiszáradás után ezeket vízzel vagy borszeszszel feláztatva, másokat Canada balzsamba elzárva vettem vizsgálat alá.

Ily rostokon elégszer láthatók úgy a szélesebb kettős csíkolaton belül a *Hensen* által legelőbb leirt sötétebb csíkolat, valamint az egyszerűen törő rétegnek keskeny közti csíkolatán kívül az *Engelmann*-féle két mellék csíkolat is, sőt némely készítményeken még több is; és megjegyzendő, hogy e csíkolatok látszólagos száma, színezete és fényárnyalata a górcső beállítása szerint változó, és egy ugyanazon rost hosszában is a csíkolatok száma, szélessége, sorrendje és egymástóli távolsága igen különböző lehet, megegyezőleg azon leírással, melyet azokról már ezelőtt két év tizeddel *Brücke*¹⁾ adott. Találhatók a rovar-izomrostok közt olyanok is, melyek egyik szakaszukban a közönséges szélesebb csíkolatot mutatják, míg más szakaszukban a béka izomrostainak megfelelő sűrűbb, keskeny csíkolatot, vagy annyira finom és sűrű csíkolatot is, minő a béka izomrostban bizonyos körülmények közt csak víz behatására vagy az állandó áram befolyása alatt áll elő.

Ezek után a rovarizmokat elhagyva a gerinces állatokét kezdtem vizsgálni s legtöbbet foglalkoztam az éti- és le-

¹⁾ Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern mit Hülfe des polarisirten Lichtes. Wien, 1858. 11. lap.

vélbéka izmaival. Igen ajánlatos a levélbéka izmaiból venni a készítményeket, mert ez állatoknál az egyes rostokat összekötő kötszövet — perimysium — oly gyenge, hogy a rostokat igen könnyen lehet szétfejteni, anélkül, hogy magok a rostok valami zúzódást elszenvednének. Az éti békánál már sokkal nagyobb gyakorlat szükséges, hogy oly készítményeket nyerjünk, melyek csak egy pár rostot tartalmaznak s legalább 1 Cm. hoszuak, s hogy semmi zúzódást el nem szenvedvén, bizonyos ideig életképesek legyenek.

A készítményeket ez állatokból is kezdetben lándzsakéssel és ollóval készítettem, majd akképen jártam el, hogy egy párhuzamos rostú izmot a fasciatól megszabadítva, ezt egyik végén a rostok irányára merőlegesen, ollóval csekély mélységre bemetsztem s most egy kis csipeszszel tetszés szerint néhány rostot megfogva, gyenge húzással elválasztottam s levágtam. Ily eljárás mellett oly készítményeket voltam képes nyerni, melyek bár kevés rostot tartalmaztak 1—1½ Cm. hosszak voltak — a milyen hosszúságra az alább leírandó eljárásoknál szükségem volt — s még is 1—2 óra hosszáig az összehúzódásra képesek maradtak.

E készítményeket akkép fektettem a tárgyüvegre, hogy a rostok egészen simák maradtak és sehol csavarulatot el nem szenvedtek.

Ezeket is vegyes-, egyszerű-, és polarisált fény mellett vizsgáltam. Valamely folyadék hozzáadását egészen elhagytam, mert meggyőződtem, hogy nem csak a víz, hanem a nyál, vérsavó, sőt az egészen közönbös szerűl nagyon feldicsért tojásfehérnye is változást idéznek elő a részecskék elrendeződésében.

A gyorsan vizsgálat alá vett e készítményeknek nagy részén a közti csikolatnak nyomát sem voltam képes feltalálni, bármily nagyítás és bármily fény mellett vizsgálva azokat. Más készítményeken azonban, melyek még életképeseknek mondhatók valának, az elkészítés után tett első megtekintésnél az egyszerű fénytörésű csikolat közepén feltűnt, de nagyon elmosódott alakban, a közti csikolat ; mely bizonyos idő eltelte után mind tisztábban lett kivehető s egy-

szersmind szemcsés szerkezete is annál jobban tűnt ki, főleg erős nagyítás és kék fény mellett.

Ezek folytán azon nézet, melyet *Brücke* közölt, hogy tudniillik a közti-csíkolat csak elhalási tünet, vagy legalább is az izom kivágása utáni származék, nagyon valószínűnek tűnven fel, azt akarlam elérni, hogy azt azon készítményeken is, melyeken nem lehetett látni közti-csíkolatot, feltűntessem azáltal, hogy az izomrostokat különféle módon életképtelenekké teszem. Ezt azonban nem értem el minden esetben; egyeseken feltűnően azonnal előállott a közti-csíkolat, míg másokon semmi kezelés mellett sem lett láthatóvá.

Egészen heveny készítményeken tehát, melyek minden kémszer nélkül, vegyes, egyszerű és polarisált fény mellett voltak vizsgálva, azt találtam, hogy: két csíkolat a rendes és minden körülmény közt látható; a szélesebb, szemcsecsoq.ortból álló, kettős fénytörésű és a keskenyebb egynemű egyszerűen törő.¹ Az ez utóbbi közepén némelykor látható sokkal keskenyebb kettős fénytörő egy vagy több csíkolat a részecskék módosult rendeződésének tekinthető.

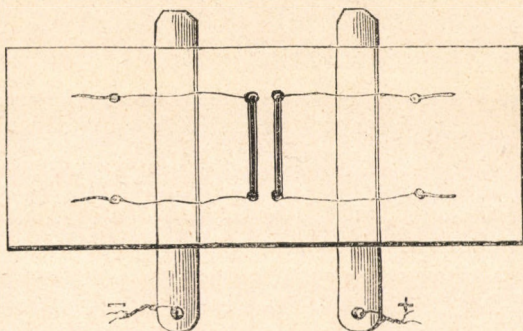
II.

Vizsgálatok állandó villamárammal.

Az állandó villamáram által az izomrost bennékében előidézhető mozgásnak vizsgálatánál következő eljárást követtem: egy tárgylemez közepébe $3\frac{1}{2}$ mm. távolságban két haránt árkot köszörültettem s az árkok végére egy-egy likat fúratam, ezen kívül még a tárgylemez 4 szöglete közelében egy-egy lik fúratott. A likakon két vékony platinhuzalt vezettem át akkép, hogy az az árkokat épen kitöltötte s az alsó felületen szabadon érintkezhetett a görcső asztalára elszigeteltem megrögzített két fémnyelvecskével, melyek a telep sarkai-
val voltak összekötve; a felső felületen az árkokba helyezett huzalokat az izomkészítménnyel hidaltam át.

A vizsgálatra így előkészített tárgyuveget, a mellékelt ábra fölülről nézve tünteti fel.

E tárgyüvegnek használatánál látni lehetett azon változásokat is, melyek a sarkokon kívüli részeken történtek, az áram átvezetése alatt.



Egy második tárgyüveget akkép használtam a fennebbi célra, hogy két platinlemez ragasztottam a felső felületre, egymásközt 1—2 mm.-nyi hézagot hagyva; az alsó felületen az áthajlított platinlemez-végek hasonlólag érintkezhettek a fennebbi fémmyleveszkékkel.

Az állandó áramot kis Grové vagy Smeé vagy a Bunsen-féle chromsavas elemek szolgáltatták. A Du-Bois-féle Rheochord segítségével lehetett ezen áramnak erejét, commutator segítségével pedig irányát változtatni. Beiktatott kulccsal az áram indítható és megszakítható volt.

Az áram által az izomrostokban előidézett változások bizonyos tekintetben különböztek az áram ereje és tömörsége szerint.

Közép erejű, mintegy 6—10 elemből álló telepnek megfelelő áram mellett, kevés élő izomrostból álló készítményen a bekövetkező tünetmények legjobban követhetők. Miért is e tünetmények leírását bocsátom előre.

Az áram megindításakor az izomkészítmény egy egyszeri erős rángást tesz, melyet némely esetekben még 2—3 gyengébb rángás követhet. Az erős rángás pillanatában a haránt csíkok eltűnni látszottak, de utána azonnal ismét felismerhetők lettek, gyengébb rángás alatt a harántcsíkok nem tűntek el, hanem szemmel követhetők maradtak. A rángás után rövid időköz múlva már mindkét sark táján az izom-

rost belsejében az áramlás is megindult, oly módon, hogy mind a sarkokon belől eső, mind az azokon kívül fekvő rostszakaszban a csíkolatok legelőbb is a sarkok közelében, mintegy meglazulva, de folytonosságukban még is meg nem szakadva áramlásba kezdtek jönni, és mialatt a meglazulás így csíkolatról csíkolatra a sarkoktól mind távolabbra kiterjeszkedett, a rostnak mind hosszabb szakaszaiban is beállott az áramlat, haladva az intrapolar szakasz egyik — hosszabb — részében a tevőleges, a másik — rövidebb — részében a nemleges sark felé, míg kisebb-nagyobb kiterjedésében ama szakasznak közbelső része mozdulatlan maradt. Szintugy haladt az áramlat az extrapolar szakaszban is a legközelebbi sark felé. S miután ez áramlat bizonyos út hosszát bejárt, ugyan azon sorrend szerint a mint megindulásuk történt, állott is be a csíkolatoknak megállapodása, de ezzel egyidejűleg azoknak átváltozása is az eredeti szélesebb csíkolatokból az igen finom és igen közel egymáshoz álló csíkolatokra, melyeket némely esetekben csak erős nagyítás mellett volt lehetséges megkülönböztetni.

Többnyire ez áramlat nem szűnik meg azonnal a villamáram megszakitásakor, hanem még egy bizonyos rövid ideig azon túl is eltart.

Ha az áram ugyan azon irányban csak rövid ideig tartott, akkor elégszer tapasztalható, hogy áramirány változásakor ugyan nem tüstént, hanem bizonyos késlekedéssel az előbb képződött finom sűrű csíkolatok mintegy fölfejtve az eredeti szélesebb alaku és nagyobb távközben álló csíkolatokra visszaváltoznak oly sorrend szerint, hogy e visszaváltozás a sarktól legtávolabb álló finom csíkolaton kezdődik és mialatt amaz a sark felé kiterjeszkedik, a csíkolatok most ellenkező irány szerint mint előbb haladnak tova. Azonban ez áramlat megszűnik még mialatt az áram az utóbbi irányban fenn áll, sőt irányát változtatva az áramlat újból a sarkok felé indul meg és a széles csíkolatok megint szintugy átváltoznak a sűrű finom csíkolatokra a villamáram ezen iránya mellett, mint előbb az ellenkező irány mellett.

Hogy a csíkolatoknak ezen át- és visszaváltozása miképp megyen végbe, azt még gyengébb erejű áramok alkalmazása

mellett sem voltam képes tisztán felfogni, jóllehet azoknál még legjobban lehet a csíkolatokat hely- és alakváltozásaik közben szemmel követni. Itt-ott láttam, hogy a csíkolatok átalakulása közben azoknak részecskéi gyors rezgésbe jönnek és ez alatt tömöttebben egy más mellé sorakozódnak.

Gyakran áramlás közben a tovahaladó csíkolatok bizonyos ferde irányba kerülnek, úgy hogy lapjuk iránya nem áll az áramlat irányára merőlegesen, és ily esetekben a csíkolat egyik előbbre haladt végénél az átalakulás korábban áll be, mint a többi kiterjedésében, ilyenkor tehát lehet az átalakulást követni, a mint az egy ugyan azon csíkolat hosszában tovább folytatódik. Minthogy azonban a mégis több rostrétegből álló készítmény vastagsága igen erős nagyítást nem tűr meg, a kis részecskék összeilleszkedéseit a változó rendeződés közben még sem lehet meglátni.

Magok az áram alatt képződő új csíkolatok oly finomak és oly közel rakodnak egymás mellé, hogy már azok is csak erős nagyítás mellett tisztán láthatók, mert míg heveny készítmények villamos átáramoltatása előtt a csíkolatok egymástóli távolsága — értve egy világosabb és egy szélesebb csíkolat összes szélességét — 0.0025—0.0018 mm.-nek felelt meg, addig az a villamáram által előidézett változás helyén leszállott 0.0008—0.0004 mm.-re sőt még ennél is alább.

Erősebb áram behatása alatt a rost bennékének áramlása ugyan hamarabb indul meg, de továbbra is eltart az áram megszakítása után, valamint az áramirány változásakor is a csíkolatoknak visszaváltozása késlekedni látszik. Egyszermind az áramlásba jött csíkolatok erősebb áram mellett elvesztik folytonosságukat, az azokat képező részecskék egymástól szétválva haladnak tova, megállapodásukkor ugyan még többnyire rendeződnek, azonban mind gyakrabban már csak szétszóródva maradnak vissza megállapodásukkor is. Minél erősebb továbbá az áram, annál nagyobb részében az intrapolar szakasznak halad az áramlat a tevőleges sark felé, mind kisebb részben a másik felé. Végre ha a 20 kis Grové-féle elemről álló telep teljes erejű áramának tétetik a még friss izomkészítmény ki, akkor az erős rángás után, mely ez áram indításakor beáll, a csíkolatok gyorsan szétesnek és a rost-

bennék az intrapolar szakasznak majdnem a nemleges sarkig érő egész hosszúságában oly sebes áramlattal halad a tevőleges sark felé, hogy ekkor már nem is lehet a mozgásnak kiterjeszkedését követni, a mint az rétegről rétegre szállva, a mind messzebbre a sarktól álló részeket megragadja. Az áramlatnak a rohamos lefolyása az intrapolar szakasz annyira kiterjedt részében, mely a rostbennéket még messzebbre képes feldőlni, okozza nyilván, hogy ekkor áramlat a nemleges sark felé is vagy épen nem, vagy csak igen kis kiterjedésben látható. De a tevőleges sark felé szétszórtan hordott részecskék nagyobbára szintén nem rendeződnek csikolatokba, hanem szétszórtan maradnak, midőn a gyorsan megalvó bennékek egyútt saját áramlások is korán megszűnik.

Mérsékelt erejű áramnak hosszasabban ugyan azon irány szerint kitett izomkészítmény alakjában akképen változik meg, hogy az mindkét sark közelében a középhez képest meg szélesbül, és pedig a nemleges sarknál rendesen feltünőbbben, mint a tevőlegesnél. A nemleges sarknál a kiszáradó rostok felületén igen számosan képződnek a kreatinin jegecek.

A korán még az áram tartama alatt a rostban beálló megalvadás okozza nyilván, részben legalább, hogy csak ritkán lehet oly készítményt találni, melyből a bennék a sarkok közt fekvő szakasz egész kiterjedésében teljesen elhordatott volna. Azon helyek melyektől a bennék teljesen elhordatott, többé kettős fénytörést sem mutatnak, oly helyeken ellenben, hol az elhordás csak tökéletlen volt, a rostok föllete egyenlőtlen és polarisált fény mellett még gyenge kettős fénytörés mutatkozik.

A közti csikolatok, melyek mint fennebb említém, nem minden harántcsíkolt izomroston láthatók, ott hol még is találhatók valának, az áthordást semmiképen nem akadályozták, hanem megmaradva eredeti sorrendjükben vitettek tova azok is a többi rétegekkel együtt; de midőn a finom csikolatok képződtek, a közti csikolatok eltűntek és többé akkor sem voltak láthatók, ha az áramirány változásakor a csikolatok eredeti szélességükbe visszakerültek.

Főlemlítendőnek vélem továbbá, hogy egyes készítményeken, főleg ha 10—15 percig voltak az áramnak kitéve,

láttam, hogy a nemleges sark felé eső részben még rendes alakú csíkolatok visszamaradtak, melyek azonban polarisált fény alatt a kettős törést még sem mutatták. Valószínű, hogy e visszamaradt részek kettős fénytörésüket azon bomlási termékek behatása folytán veszítették el, melyek a hosszasabban tartott áram által a nemleges sarknál nagyobb mennyiségben kiválasztattak és melyek valószínűleg szintúgy képesek a disdiaklastok kettős törését megsemmisíteni, mint más vegyi szerek : savak, lugok stb.

Vizsgáltam még polarisált fény mellett, quarzlemez közé iktatva vagy a nélkül, más készítményeket is, úgy a villamáram behatása alatt, valamint azután, már teljesen kiszáradt állapotban. Ilyeneken észleltem, hogy míg azok száraz állapotban csak gyenge, helyenkint épen semmi kettős fénytörést nem mutattak, borszeszszel feláztatva azt már jól mutatták. Lehetséges volna ugyan, hogy az izomkészítmény kettős fénytörését az által veszíti el, hogy az áram által szétválasztott részecskék fő tengelye párhuzamos irányából a rost-hossztengelyével kimozdított, de nem valószínű, hogy feláztatva azok ismét a rendes irányba visszakerüljenek és így a rost is kettős fénytörését visszanyerje. Inkább lehetséges, hogy az elhordás folytán csak kevés ily részecske maradt vissza és elszórt állásuk miatt csak gyenge kettős fénytörést bírnak előidézni, de midőn a borszesz a készítményt összetöri, a közelebb egymáshoz jutott részecskék a kettős fénytörést már erősebben feltüntethetik. Vagy talán maga a borszesz visszaadja e részecskéknek a kettős fénytörést, melyet azok az áram folytán támadt electrolytok behatása alatt elveszítettek.

Noha már mások is vizsgálták a göröcső alatt az izomrostokat, mialatt azok a villamáram hatásának kitéve voltak, az általam leirt áramlatot a rost belsejében még sem észlelték.

Brücke ¹⁾ tárgyüveg-lemezre ragasztott electrodokat alkalmazott, melyek által állandó vagy bevezetett áramot vezetett a fölfektetett rovarizmokhoz vagy a béka m. mylohyoi-

¹⁾ F. i. h. 8. l.

deus-ához. Ilyetén kísérleteinek eredményei azonban nemlegesek voltak, a mennyiben azok alapján csak azt jelenté ki, hogy midőn az utóbb nevezett izmon keresztül 2—6 Bunsen-féle elemből álló villamtelepnek áramát vezette, az izmon semmi olyast nem észlelt, miből a kettősen törő izomrészeccék fénytani tulajdonságainak változására következtetést vonni lehetne. Csupán az élő rovar-izmokon észlelt összehúzódásokból, melyek már magoktól állottak be, valamint a különféle vegyszereknek a kettőstörő izomállományra gyakorolt befolyásából következteti *Brücke*, hogy azon állomány apró kettősen törő részekből — disdiaklastákból — áll, melyek képesek helyviszonyaikat egymáshoz megváltoztatni.

Kühne ¹⁾ a *Porret*-féle tünemény elnevezése alatt azon hullámzatos mozgást írja le, mely a békának párhuzamos rostokból álló vékony m. sartoriusán már szabad szemmel látható, mialatt azon hossziránya szerint állandó áram átvezetetik. Az ekkor a tevőleges sark felől a nemleges felé előhaladó hullámszerű áramlatot *Kühne* azonosnak tartja a *Porret*-féle tüneménnyel és felteszi, hogy azon áramlattal összehúzó izomállomány hordatik át a tevőleges sark felől a nemleges sark felé; de sehol nem említi, hogy a villamosan átáramoltatott izmot górcső alatt vizsgálta, és a rostok belsejében ekkor netalán mutatkozó változásokat megfigyelte volna. Hogy azonban a rost belsejében csak a górcső alatt látható áramlat nem azonos ama *Porret*-féle izomtüneménnyel elnevezett áramlással, azt már ez áramlatok különböző iránya tanúsítja.

Du-Bois-Reymond ²⁾ ugyanezen *Porret*-féle tüneményt vizsgálván, hogy annak lényegét felderítse, el nem mulasztotta az izmot a górcső alatt is — 15—500-ros nagyítás mellett, megfigyelni, mi alatt azon át 5—20 kis Grove-féle villam-elemnek árama folyt. Ő azonban ez áramot az egész m. platisma — myoides-en át vezette, még pedig úgy, hogy az egyik sarknál az izommal összefüggő nyakbőr, a másiknál egy darab az egyenes hasizomból volt az electrode és az előbb

¹⁾ Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1860. 542. l.

²⁾ Gesammelte Abhandlungen stb. 1. k. 120—130. l.

nevezett izom közzé iktatva. Ily eljárásnál nem volt képes a hullámzások közben egyebet látni, mint a láttéren át gyorsan elfutó árnyékokat, maga az izomállomány a rostok belsejében teljesen nyugton maradt. Miért is az izom irányában más kaptaphorikus hatást *Du-Bois* az áramnak nem tulajdonít, mint csak olyant, mely által vízrészecskék szállíttatnak láthatlanúl az egyik sarktól a másik felé; magát a *Porret*-féle tüneménynél szabad szemmel látható áramlást pedig mint az izomrostoknak tovaáhaladó helybeli összehúzóadásait tekinti.

Körülményeim nem engedik, hogy eme, az állandó áram behatása alatt az izomban beálló tünemények közti viszonyt magam is kutassam és hogy az izomrost belsejében látható áramlatnak okát lehetőleg földerítsem. Kiemelendőnek vélem azonban még is azon következtetést, melyet ez utóbbi áramlat az izomrost belső szerkezetére nézve vonni enged és a mire nézve az igen nyomatékos érveket szolgáltat a még nagyobbára divatban álló szövettani nézetek ellenében.

Habár a *Krause* által felállított cellás szerkezet most már nagyobbára elejtetett, bizonyos rétegek még is, majd a kettős fénytörésű csikolat közepette, majd az egyszerűen törő állományban, különféle elnevezések alatt, — mint a *Krause*-féle »Querlinie,« a *Hensen*-féle »Mittelscheibe,« a *Merkel*-féle »Endscheibe,« az *Engelmann*-féle »Grundmembran« — még mindig olyanoknak tekintetnek, melyek mint állandó, szilárd hárttyák, az izomburokkal összenöve rekeszeket képeznek, azokban az izom kétféle fénytörő bennékét befoglalva.

E nézet az izomrost belsejében látható áramlással semmiképen össze nem egyeztethető.

Ha ugyan is az izomrost belseje hárttyák által rekeszekre volna beosztva; úgy szükségképen a szilárdabb állományú részecskéknél tovaáhaladása vagy egészen lehetetlen, vagy csak tetemes ellenállás legyőzése és a hárttyás rétegeknek átszakadása mellett fogna lehetséges lenni. Ámde mindezeknek nyoma sem mutatkozik; sem akkor midőn a villamosan átáramlott rostszakasz egész hosszában, csak egyes magcsás képletek kivételével, de különben teljesen üresen és sértetlenül marad az ép burok vissza; sem pedig akkor, midőn az áthordás úgy történik, hogy a részecskék a csikolatot képező

sorrendjükből ki sem lépve, hanem abban megmaradva, a csíkolatok egész szélességében haladnak tova a sarkok felé, hogy itt az említett finom sűrű csíkolatokba rendeződjenek, melyekből azonban az áramirány változásakor visszafelé haladva előbbi alakjukat visszanyerhetik. Mindekkor az út hossza, melyet a csíkolatok, vagy a csíkolatos sorrendjükből kibontakozott, egymástól szétváltott részecskék ez áthordás alatt azon helyig bejárnak, hol azok a sűrű csíkolatokba rendeződve megállapodnak, habár az egyes esetekben az igen különböző lehet, még is az állítólagos rekeszek által határolt egyes osztályok hosszát 50—100-szorosan még akkor is fölül mulja, midőn az áthordás a legkisebb mértékre van leszállítva.

E tünemény határozottan tanúsítja egyfelől azt, hogy a rost belsejében a burokkal összenőtt hártvás rekeszek nem léteznek, mert különben nem csak ezeknek kellene az áthordás alatt átszakadniok, hanem még a csíkolatoknak is folytonosságukban megszakadniok; másfelől pedig a csíkolatoknak az áthordás utáni új rendeződése, meg a visszavándorlás esetében a csíkolatok eredeti alakjának visszaállása azt is bizonyítja, miszerint arra, hogy az izomrost bennéke rétegzetes legyen, szabályosan váltakozó csíkolatok szerint elrendezve, hártvaszerű rekeszek egyáltalában meg sem kívántatnak, hanem már magok a csíkolatokat képező részecskék képesítve vannak mindaddig, míg a rost el nem halt, a kölcsönösen egymásra gyakorolt behatások folytán azon feltűnő szabályszerűséggel sorakozni és rendeződni.

A harántcsíkolatoknak illetően helyváltozása és sűrű csíkolatokra való átváltozása azonban nemcsak a villam-áram behatása által eszközölhető, hanem mikép azt már *Bowman*¹⁾ igen tüzetesen leírta és utána *E. Weber* ismertette,²⁾ előáll már a tiszta víznek behatására is; csak hogy ekkor az új csíkolatok az eredetiekre többé vissza nem változnak, mert időközben a rostbennék megalvad, úgy hogy a megrövidült rost egyszersmind meredten megmarad.

¹⁾ *Bowman*. Philosophical Transaction 1840. Part. I. 457. I. On the minute structure and movements of voluntary muscles.

²⁾ *Rud. Wagner*. Handwörterbuch d. Physiologie. Artiki Muskelbewegung. III. k. 57. és k. 1.

Ezen a csíkolatokban vízzel előidézhető változás szintén nem áll be az izomrost egész hosszában egyidejűleg, hanem vagy a megszakadt rost végéből, vagy onnan indul meg, hol a rost folytonosságában esetlegesen megszakadt burok helyén a bennék közvetlenül a vízzel érintkezhet. Az eredeti csíkolatok ekkor is előbb szétfoszlanak és az egész bennék mintegy szétfolyva és szemcsékre oszolva áramlásba jő, mielőtt ezek bizonyos távolságban előbbi helyükből az új csíkolatokba összecsoportosulnak. Ez áramlás folytán a rostbennék, ha megalvadása késlekedik, a rost végénél vagy a megszakadt burok más helyén a rost rövidebb, hosszabb szakaszából teljesen ki is nyomulhat, csak az üres burkot hagyva maga után vissza.

És e tünetmények szintén erősítik, miszerint hárttyás rekeszek a roston belől nincsenek. Mert sem fel nem tehető, hogy a víz által megindított áramlat képes legyen a rekeszek által szükségképen okozandott annyiszoros akadályokat legyőzni, sem pedig hogy ama rekeszeket a víz maga oldhatná fel oly gyorsan és minden visszamaradó nyom nélkül.

Vége még fölemlítendőnek vélem itten *Kühne* ¹⁾ azon észleletét is, mely szerint trichinák az izomrost belsejében akadálytalanul mozoghatnak a csíkolatok közt, melyek ugyan az állat átvonulása helyén megzavarodnak, utána azonban ismét visszaállanak. Részemről ugyan nem voltam oly szerencsés, hogy trichinás békákon ily észleletet tehettem volna; de azon tünetmények után, miket az izomroston más körülmények közt észleltem, legkevesebb sem vonom *Kühne* észleletét kétségbe és olyannak tekintem azt, mely szintén az izomrostnak állítólagos belső hárttyás szerkezetét kizárja.

¹⁾ *Virchow*. Archiv f. pathologische Anatomie. XXVI. k.

III.

A VILLAMÁRAM ÁLTAL AZ IZOMBAN ELŐIDÉZETT ÁRAMLATOK OKAIRÓL.

JENDRÁSSIK JENŐ r. tanártól.

Minthogy dr. Mezei ur az élettani intézetben végrehajtott vizsgálatát, melynek eredménye az elébb közölt értekezésében foglaltatik, ki nem terjeszthette arra is, hogy kiderítse a villamáram befolyása alatt az izomrost belsejében az általa kijelölt irány szerint beálló áramlatnak és az azzal összeszövetkezett változásoknak legközelebbi okát és a viszonyt, mely nétalán azok közt egyfelől és másfelől azon hullámzatos mozgás közt fennáll, mely szintén villamos átáramoltatáskor az izmon látható és legelőbb *Kühne* ¹⁾ által ismertette, általa Porret-féle tűneménynek elneveztetett, — kívánatos volt ezen viszonyok felderítése céljából e vizsgálatokat kiegészíteni. Az ez iránt nyert eredményeket és azoknak jelentőségét szándékom a következő közleményben előadni.

Hogy a már szabad szemmel látható, u. n. Porret-féle tűnemény az izomrostnak azon változásaival, melyek villamos átáramoltatáskor belsejében, de csak görcső alatt láthatólag beállanak, nem azonos, egyszersmind hogy azon nézet is téves volna, mely szerint ama tűneménynél a tevőleges sark felől a nemleges felé előhaladó hullámok magának az összehúzó izom-állománynak ez irány szerinti áthordása által eszközöltetnek, az már abból is kitetszik, hogy a rost bennének elhordódása, dr. Mezei ur kimutatása szerint vagy éppen ellenkező irányban mint a Porret-féle tűneménynél a hullámok haladnak, t. i. a nemleges sark felől a tevőleges felé, vagy egyidejűleg mindkét sark felé úgy a két extrapolar, valamint az intropolar szakaszban történik, úgy azonban, hogy ekkor is az utóbbinak hosszabb részében halad az áramlat a tevőleges és csak rövidebb részében a nemleges sark felé. Nem

¹⁾ Archiv f. Anat. u. Physiol, 1860. 542. 1.

különben szól a két tünemény azonosságára ellen még az is, hogy míg a Porret-féle tünemény hullámai gyorsan haladnak tova, addig ellenben a bennéknék villamos tovahordása a rost belsejében igen lassan és csak tömörebb áram mellett megyen végbe, mint a minő a másik tünemény előidézésére már elégséges és hogy ez utóbbinak tartama alatt a görcső tanúsága szerint az izomállomány egészben el sem hordatik.

A két áramlat azért egymástól külön választva tárgyalandó. De a Porret-féle tüneménynél is, melyet legelőbb veszünk vizsgálat alá, szükséges, hogy az abban, mint összetett csoportban foglalt egyes tüneményeket egymástól megkülönböztessük, egyszersmind, hogy egyidejűleg az izomnak a sarkokon kívül fekvő, tehát át nem áramolt szakaszán mutatkozó tüneményekre is fordítsuk figyelmünket.

A) A Porret-féle izomtünemény.

A vizsgálat ennél az épen kijelölt czéltől a következő két kísérleti berendezés szerint ejtetett meg :

Az egyiknél az izom szélessége irányában egyik végével tüálaku, mozgékony vagy teljesen meg is rögzíthető electrodra felszuratván, másik végével a Du-Bois-féle telegraph jelzővel lett horog által összekötve, közepe táján pedig egy elefántcsontos fogóba oly kimélettel beszorítva, hogy ez a vongálásnak átterjedését az izom egyik szakaszától a másikra teljesen megakadályozta, a nélkül hogy az izom állománya is szenvedett volna. A mintegy 6 mm. széles fogólapok egyike az izommal érintkező felületén 4 mm. távolságban két egymással párhuzamos, az izom hosszával keresztezve fektetett platinhuzallal volt ellátva, melyek közül a másik electrodtól távolabb álló az áram útjával állandó, a másik ezzel kulcs által megszakítható összeköttetésben állott úgy, hogy tetszés szerint vagy csak az egyik vagy mindkét társhuzal együtt képezte a második electrodot. Irányváltoztató segítségével eszközöltetett, hogy az áram az izom közép táján fekvő electrodtól az annak végén álló electrod felé, vagy ellenkező irányban haladt. A 20 kis Grove-féle elem által szolgáltatott és kulcs által megindítható vagy megszakítható áram ereje egy melékág gyanánt beiktatott Du-Bois-féle Rheochord által volt sza-

bályozható; a netalán az izmon átvezetett áramág erejében beálló változások felismerhetése végett ez ágban még egy tangenstájoló is volt beiktatva.

A másik berendezés az előbbitől csak abban különbözött, hogy az izom lefolyásában sehol összeszorítva nem volt és hogy a sarkuló electrodok helyett nem polarisálódó electrodok oly szerkezettel alkalmaztattak, mely egyszersmind képes volt a másodlagos vezetési akadályokat is lehetőleg kizárni vagy legalább jelentékenyen korlátozni. Ez electrodok könyökbe hajtott kis üvegsövek által képezettek, melyeknek vízszintes ága kúp alakba összetekert és konyhasó oldattal beitatott papirszeletke által volt eltömeszelve, míg a másik, felfelé álló vége felől a csőbe öntött tömör kénsavas horganyéleg oldatba horgonyhuzalok merültek be. A csőből kiálló papirkúpokra tojásfehérnyébe mártott vékony hártya borítatván, azok egyikére közepével, a másikára végével lett a megint a jelző telegraph és egy szilárd pont közt gyengén kifeszített izom vízszintesen fölfektetve.

A kísérletek curarával mérgezett békák különféle, de párhuzamos rostokból álló izmain, kiválóan pedig a m. sartorius-on hajtattak végre, minthogy ez utóbbi az állandó áram alatti tüneteményeket legfeltünőbbben mutatja.

Hogy e tünetemények fölött jobb tájékozást nyerhessünk, különválasztva, a következő három pont alatt soroljuk fel azokat:

1. Az áram indításakor azonnal beáll egy rángásszerű összehuzódás, mely az áram mindkét irányánál kiterjed az izomnak egész hosszára, ugy a sarkok között, valamint az azokon kívül fekvő szakaszára, még akkor is, ha az izom közepén fogóval össze van szorítva. Ez összehuzódás azonban az egyszerű rángástól különböző abban, hogy nem szűnik megint meg azonnal, hanem eleinte erőlyesen, azután lassan alábbhagyva, az áram további tartama alatt is eltart, föltéve, hogy ennek túlságos hossza nem okoz az izomban teljes kimerülést. De e tartama alatt az összehuzódás foka, kivált eleinte, ingadozó, a rendetlenül egymásután, eleinte gyorsan ismétlődő és valamennyi rostra egyidejűleg kiterjeszkedő, később mindinkább ritkuló és különböző pillanatokban csak egyes rostokon fel-

lépő rángások folytán, melyek szintén az izom mindkét szakaszában láthatók. Mig miután már ezen rángatódzások is megszűntek, megtartja az izom rövidültségét bizonyos fokban még továbbra is, és eredeti hosszára csak az áram szakításával beálló rángás után tér vissza, mely megint rögzített izomközépnél is fellép mindkét szakaszában.

2. Ugy mint a rángásszerű összehuzódás, szintúgy az annak felelkező megvastagodás beáll még rögzített izomközépnél is, mindkét szakaszban; ez utóbbi esetben az intrapolar szakaszon belől láthatólag oly módon, mintha az izom egész tömegével a nemleges sarkfelé lökgetnék, és ha ez a rögzített középre esik, míg az izom végébe szúrt másik — tevéleges — electrode szintén meg van rögzítve, úgy hogy az nem közelíthető a másikhoz, akkor kiválóan a nemleges sarknál vastagszik meg az izom és karcsúbb marad a tevéleges sark felé, megfordítva változik a sarkok ellenkező viszonyánál. Mozgékony végsarknál e helybeli különbség a vastagságban természetesen ép úgy nem mutatkozhatik, valamint a mozgékony jelző készülékkel összekötött extrapolar szakaszban sem; de ha a végelectrod nem nagyon mozgékony, hanem bizonyos gyenge fokban ellenálló, akkor a lökészerű hányódás azon sark felé az izom felismerhető, még ha az a feléje irányuló lökés esetében ellenkező irányban a másik sarkhoz közeledik is.

A helybeli megvastagodás szintén kiterjed az áram egész tartamára, ez alatt azonban némileg változik. E változás, valamint a vastagodás jellege azonban jobban felismerhető a második kísérleti berendezésnél, melynél az egyik végén rögzített izom az electrodeokra csak egyszerűen fel van fektetve, a nélkül hogy középső részében is meg volna rögzítve. Látható ekkor, hogy a nemleges sark táján az indítási rángással együtt hirtelen, mintegy az izomállomány oda vetődésével, képződő megvastagodás, ha éppen a nemleges sark fekszik az izom közepe alatt, kiterjed e tájon bizonyos egyenlő hosszúságban úgy az intrapolar — valamint az extrapolar szakaszra, és látható egyszersmind, kivált ha az izomnak a jelzővel összekötött végét is megakasztjuk és így meggátoljuk a sarkkal érintkező hely eltolódását, hogy a megvastago-

dás táján az izom felülete haránt redőkbe van szedve, egyenlőtlen, szakadatlanul ide-oda hullámzó és a már említett szabálytalan rángatózások is itten legerősebbek. Előbb utóbb azonban e mozgalom szünni kezd, az izom felülete kisimul, a megvastagodás az intrapolár szakaszban mindazáltal, habár kisebb fokban, még tovább eltartva, de egyenletesebb feloszlással kiebb a tevőleges sark felé terjeszkedik, és e kiterjedésben az izom szürkés tejszerű szinezettel mindinkább elhomályosodik. Az extrapolár szakaszban ellenben az arra is kiterjeszkedett mozgalom csillapodásával, a megduzzadás egyszerűen lelohad és elhomályosodás azon fel nem tűnik.

Az áram megszakításakor beálló rángással az izomállomány a nemleges sarktól visszalöketik és ha az áram nagyon hosszú ideig nem tartott, a megvastagodás is eltűnik. Feltünőbbben mutatkozik még ama visszalökés, ha az áram, miután egyik irányban bizonyos ideig tartott, hirtelen az ellenkező irányba csap át.

3. A harmadik tünetényt a tevőleges sark felől a nemleges felé hullámszerűen haladó áramlat képezi, mely kizárólag csak a sarkok közt fekvő izomszakaszra szorítkozik és kísérleti eljárásaim egyikénél sem terjedt ki az extrapolár szakaszra is. Az időnkint fellépő szabálytalan rángatózásoktól ez áramlat mindenkor megkülönböztethető. Látható az, ha még az izom teljesen ép, mindjárt az indítási rángás után az intrapolár szakasz egész kiterjedésében a nemleges sark fölötti megvastagodásig, melynél az eltűnik; kezdetben kiterjed valamennyi rostkötegre, habár előhaladása az egyesekben nem tart egyenlő lépést; később, midőn az áramlat már csendesebben, kevesbbé rohamosan mint eleinte halad, egyidejűleg mind kevesebb kötegre szorítkozik, egyesekben szünetel, másokban megújul, inkább lehetséges egy ugyanazon köteg hosszában az áramlat hullámait szemmel követni; látható ekkor, hogy a rostkötegek épen a hullámba bejutott szakasza elődudorodik vagy meggömbül és mialatt ez alakváltozás előhalad, mögötte a köteg mintegy megfeszülve megint kiegyenesedik. E hullámok ugyan mind a tevőleges sark felől indulnak meg, de nem — legalább nem valamennyien — magától e sarktól, hanem attól kisebb nagyobb, egyáltalában igen

különböző és változó távolságban, valamint nem is jutnak el valamennyien egészen a nemleges sarkig, hanem már különböző távolságban attól oly módon elenyésznek, hogy a hullámszerűen meggörbült vagy elődudorodott szakasz hátsó fele felé kiegyenlődik és e kiegyengetés bizonyos hosszúságban a tevéleges sark felé visszaterjeszkedik. Midőn a tova áramló hullám még gyorsan halad, az általa a rostkötegen előidézett meghajlás is elég feltűnő, mert a rövid szakaszhoz képest, melyre a görbület egyidejűleg ki van terjedve, az még elég jelentékeny; de a mint az áramlás lassubbodik, a kigörbülés is mindinkább sekélyebb lesz, kiterjedésének hossza ellenben mind növekedettebb, úgy hogy ilyképen a hullámzatos mozgalom mindinkább átalakúl egyenletes ömlésszerű áramlatra. Azonban még mialatt a hullámzatos áramlat erélyesen fenn is áll, azonnal meg lehet azt szüntetni az izomnak erősebb kifeszítése által, sőt gyengébb hullámzásnál már csekély feszítés is képes azt elnyomni; de mihelyt az izom meglazított, a hullámak azonnal újból előtűnnek. Túlságos meglazítás vagy épen az izomnak összehajtása szintugy képes mint a kifeszítés a hullámzást megszüntetni; úgy hogy lehetséges váltakozó kifeszítés, gyengébb és erősebb meglazítás által a hullámzó áramlatot is váltakozva elnyomni, előidézni, meg újból megszüntetni. Miből nyilván kitetszik, hogy e hullámzás az izomnak ép egy bizonyos gyenge fokú feszültségét igényli, melynél az legfeltűnőbbben kifejlődhetik. Ha az áram ugyanazon irányban még tovább fentartatik, megszűnik minden áramlat az izomban teljesen, hogy újból előálljon, mihelyt a villamáram ellenkező irányban megindult. Így lehet ez áramlatot, miután az már megszűnt volt, a villamáram irányának változtatása által többször egymás után újból, de mindinkább gyengülő fokban, mind kevesebb rostkötegekben, azoknak mind rövidebb szakaszára szorítókozó kiterjedésben és mind rövidebb időre felélesztetni; míg végre az többé elő nem idézhető, még ha az áram képes is indításkor, szakításkor rángást az izomban kiváltani.

A második és harmadik pont alatt fölemlített tünetnyek azok, melyekre a Porret-féle izomtűnémény elnevezését szokás közönségesen alkalmazni.

E tünetmények természetét illetőleg Kühne ¹⁾ úgy vélekedett, hogy az izomnak helybeli megvastagodása azon hullámszerű áramlásnak következménye, mely által összehúzó-kony izomállomány szállítatik a tevőleges sark felől a nemleges felé. *Du-Bois-Reymond* ²⁾ ellenben eleinte hajlandó volt azt mint a nemleges sark táján fellépő helybeli tetanust tekinteni, melynél fogva a két vége közt kifeszített izomnak nyugton maradt szakasza, a megrövidült szakasz által megnyugtatva, e felé tolódik, valósággal azonban oda vonatik. Minek megfelelőleg elvárta, hogy midőn a nemleges sark az izom közepére, a másik pedig egyik végére van illesztve, akkor az izom az áram megindításakor a nemleges sark felé fog előtolódni, az áram szakításakor ellenben úgy az extrapolar valamint az intrapolar szakaszban attól visszavonulni. De habár első kísérleteinél úgy látszott, hogy indításkor az izom a nemleges sark mindkét oldala felől egyenlőképen mozgott volna e sark felé, szakításakor pedig attól visszafelé, később még is kénytelen volt *Du-Bois* elismerni, hogy az izomtömeg az áram indításakor a tevőleges sark felől a nemleges felé és még ezentúl tova hullámszott, áramszakításakor pedig az extrapolarizom-tömeg a nemleges sark felé szenvedett el ellenlökést.

Azon tünetmények után, miket a 2-dik pontban leirtam, kénytelen vagyok *Du-Bois*-nak későbbi észleletei ellenére első felfogásához járulni oly értelemben, hogy a nemleges sark táján képződő megvastagodást mint az e helyen folyton ismétlődő ingerlés által föltételezett összehúzódást tekintem, mi mellett az izomnak redőzetes, ide-oda hullámszó felülete nyíltan tanúskodik. Hogy az itten keltett összehúzódás az izomnak mindkét vége felé, habár nyilván gyengébb erőlyességgel tovább is hasonlóan kiterjed, mint a szintén innen meginduló indítási rángás, az igen valószínű, de erősebben és tartósabban nyilvánul az épen a közvetlen ingerlés helyén ép úgy, mint helybeli erőművi vagy közel egymáshoz állí-

¹⁾ Az i. h.

²⁾ Gesammelte Abhandl. zur allg. Muskel- und Nervenphysik. Leipzig, 1875. I. Bd. 126. s. k. l.

tott sarkok felől bevezetett villamáram által eszközölt ingerlésnél is látható, kivált a már elhalni kezdő izmokon, hogy míg az ingerlés helyétől a *Schiff* által tévesen elnevezett neuromuscular rángási hullám a rost hosszában tovahalad, addig az u. n. idiomuscularis összehuzódás az ingerlés helyén erősen kifejlik és tartósabban megmarad. Ellenben még ha egyelőre egyebektől el is tekintek, nem tarthatom e megvastagodást, mint az e sark felé vonuló hullámszerű áramlat által oda szállított izomállomány folytán létrejöttet, mert e megvastagodás nagyobbára már nyomban az áram indításakor és így a későbbi áramlatot megelőzve képződik, még pedig nem csak az intrapolar szakasz felől, melyre azon áramlat egyedül szorítkozik, hanem az extrapolar szakasz felől is, melyre amaz ki nem terjed; és a helyett, hogy e megvastagodás az áram további tartama alatt növekednék, inkább lelohad, a mint a sark feletti részben a mozgalom csendesedik. Vajjon azonban nincsen-e a megvastagodás az intrapolar szakaszban az áram tartamának későbbi szakaszában legalább részben valamely, a hullámzatos áramlat által a nemleges sark felé szállított anyag által — még, ha ez nem is volna összehuzékony izomállomány — feltételezve, arról csak még alább fog szó lehetni.

Valamint ez értelmezésem nem áll ellentétben vagy legalább összeegyeztethető *Du-Bois* azon észleletével, hogy áram-indításakor az izomtömeg a nemleges sarkon túl terjedő hullámzásban van, szintugy az extrapolar izomtömegnek látszólagos visszalökődése a nemleges sark felé áram szakításakor magyarázatát találja abban, hogy az ekkor a tevőleges sarknál meginduló rángási összehuzódás az ugyanakkor a nemleges sarknál elernyedő izomtömeget ugy az extrapolar valamint az intrapolar szakasz felől a tevőleges sark felé rántja; ép ugy, mint másfelől az áramindításakor a nemleges sarknál meginduló összehuzódás, mely a tevőleges sarknál még elernyedten álló izomszakaszt maga felé húzza, okozza, hogy *Du-Bois* kísérleteinél, midőn a sarkok közelében, a köztük fekvő izomszakaszon egyik végükön göbbel ellátott fonalak voltak átvezetve, melyeknek másik vége a jelző telegraphhoz volt kötve, az áramirány változásakor min-

dig azon jelző emelkedik, mely az esetleges új tevőleges sark felé álló fonallal van összekötve, vagy hogy mint az izmon átvezetett sörték vagy arra felhintett porszemek mutatták, áramindításkor az izom a nemleges sark felé tolódik, áramszakításkor pedig onnan visszaszökik.

Magát a hullámszerű áramlatot, mely fennebb mint harmadik tünemény fölemlítettett, *Köhne* ellenében *Du-Bois* nem tekinti mint az összehuzékony izomállomány tova mozdulását az áram behatása folytán, mert ugymond be nem látható, hogy miért támadná meg ennek kataphorikus hatása az egész intrapolar izomtömeg helyett csak az egyes rostnyalábok egyes szakaszait, és miért szünik az ingerlékenységgel együtt e mozgás is meg, jóllehet a természettani viszonyok, melyek e tovaszállításnál tekintetbe vehetők, ugyanazok maradnak? Szerinte azon hatás az izomban egyébre ki nem terjed, mint a vízrészeknek, minden a megkülönböztetésre szükségelt határkülönbség hiánya miatt, láthatatlan maradó áthordására. az áram irányában; maga a látszólagos áramlat pedig szerinte nem egyéb, mint az egyes izomrostok vagy rostnyalábok helybeli összehuzódásai, melyek a tevőleges sark felől a nemleges felé haladnak.

Ez értelmezés szerint tehát ama tünemény, mint az izom szerves alkatától függő, phisologikus működés volna tekintendő.

E fölvetel azonban össze nem egyeztethető azon ismert tényálladékkal, mely szerint az állandó áram által előidézett összehuzódás mindig a sarkok egyikétől indul ki, hullámszerűen haladva előre a másik sark felé, még pedig kiindulását véve áramindításkor a nemleges sarktól, szakításkor ellenben a tevőlegestől; mert így ama fölvetel értelmében kellene, hogy a Porret-féle hullámok áramindításkor a nemleges sarktól induljanak ki, melynek táján mint már említettett, a tartós tetanikus összehuzódás oly feltűnően látható is, és onnan ellenkező irányban, mint a melyet az áram egész tartama alatt tényleg követnek, a tevőleges sark felé vonuljanak tova.

De bármelyik sarktól indulnának is ki ama fölvétele- sen összehuzódásnak tekintett Porret-féle hullámok, semmi esetre sem fognának csak a másik sarkig haladni, vagy mint

láttuk már előbb, kisebb-nagyobb távolságban megszűnni, hanem kellene, hogy azok is ép úgy még azon sarkon is túl, az extrapolar szakaszban elterjedjenek, mint elterjednek szabálytalanul az állandó áram tartama alatt itt-ott egyes rostok vagy rostnyalábokban beálló rángatózások, melyek egész jellegükben az itt szóban álló áramlattól oly feltűnően különböznek.

Ugyan ez oknál fogva nem azonosíthatók eme Porret-féle hullámok azon tovahaladásukban szemmel követhető rövid hullámokkal sem, melyek mint az u. n. Schiff-féle neuromuskular rángási hullámok már elhaló és a miatt összehuzódásukban tetemesen hanyatló izmokon az ingerlés helyétől kiindulnak; mert míg ezek is azon helytől mindkét irány felé haladnak, addig ellenkezőleg a még teljesen életképes izmokon épen legélénkebben beálló Porret-féle hullámok mindig csak egyetlen irányt követnek és egyedül a sarkközi szakaszra szorítkozva az ellenkező sarkon túl soha nem terjeszkednek.

Minél inkább hanyatlik tovább az izom épségében, annál inkább meglassúbbodnak előhaladásukban a Schiff-féle hullámok, egyszersmind annál sekélyebbek, de rövidebbek is lesznek; a Porret-féle hullámoknak sebessége ugyan szintén meglassúbbodik az áram tartama alatt, sekélyebbek is lesznek, de az egyes hullám mindinkább meghosszabbodik.

Mind ez okok nem engedik, hogy a Porret-féle tünetmény hullámait összehuzódási hullámoknak tekintsük. De ha ezekkel nem, tehát minő más folyamattal lehet amazokat párhuzamba állítani?

Du-Bois szerint a Porret-féle tünetmény és az electrotransfusio közt összefüggés nem gondolható, mert ez utóbbi nincsen az élő állapothoz kötve, függetlenül az áram indításától és szakításától, egyenlően tart az áram egész tartama alatt, a kataphorikus erő hatása is eddig csak hajszálcsoves halmazokon tapasztaltatott, electrolytokat tolva magával, melyeknek megnedvesült fal szolgál támpontúl; mind ez azonban nem szolgáltat alapot azon föltevésre, hogy a villamáram képes az izom állományát labdakép tömegesen vetni a tevőleges sarktól a nemleges felé; sőt ha az áram valóban képes volna ilyféle indítást az izomállománynak adni, akkor azon

áramlat a Jürgensen által fölfedezett villamos áthordások módjára talán inkább épen a nemleges sarktól fogva a tevőleges felé haladni.

Ha teljesen méltányolom is ez érvek nyomatékosságát, legalább azon általam sem helyeselt nézet irányában, mintha a Porret-féle tüneménynél, különösen azon rohamosan fellépő hánykódásnál, melyet az izom az áram indításakor a nemleges sark felé elszenved, összehuzékony izomállomány vitetnék tova; nem vélem még sem kizárhatónak legalább, hogy azon tünemény oka a villamos eudosmosisban rejlik. Mielőtt azonban ebben keresnők a rejtélyes tünemény kulcsát, nem lesz fölösleges még előbb a Jürgensen-féle tüneményre is kiterjeszteni figyelmünket, nem csak mert a nevezett alapos buvár arra is útal, hanem mert ugyanazon tünemény fejtegetésünk másik kérdésével szintén bizonyos összefüggésben látszik állani.

Jürgensen ¹⁾ vizsgálatára *Heidenhain*-nak ²⁾ azon észlelete adott alkalmat, mely szerint a *Valisneria* levelének sejtjeiben a chlorophyllal és másféle szemcsékkal telt protoplasma az állandó áram behatása alatt a nemleges sark felé eső sejtfaletől elválva és azzal a sejt életét is megszüntetve, az ellenkező sejtfalet felé visszavonul, tehát a nemleges sark felől a tevőleges felé eltolódást szenved, az áram megszakításakor pedig ellenkező irányban visszalöketik, a nélkül azonban, hogy ez által a falig visszajutna. Az áramirány változásakor az eltolódás is megfelelőleg megváltoztatja irányát, mindig a nemleges sark felől a tevőleges felé maradván irányulva. Ilyen irányban haladnak vízben vagy más rosszul vezető folyadékban felosztaltott szilárd részek is az áram alatt; ellenben nem mutatkozik e mozgás az áramot jól vezető folyadékban. Egyenlő irányban ismétlődő bevezetett áram szintén nem volt képes mozgást kelteni.

Ez észleleteket, melyekhez hasonlókat már korábban *Reuss* ³⁾ és *Faraday* ⁴⁾ tettek, később még kiegészítette *Quin-*

¹⁾ Archiv f. Anat. und Physiol. 1860. 673. és k. l.

²⁾ Ugyan ott.

³⁾ Reuss, Mém. de la soc. imp. des natural à Moscou, 1807. T. II. 332. l.

⁴⁾ Faraday, Exq. Rer. Ser. XIII. §. 1572. 1065.

cke⁵⁾, a ki kimutatta, hogy az elhordás csak szük csövekben vagy rekesz alkalmazása mellett áll be és többnyire egyidejűleg két ellenkező irány szerint történik, gyenge áram mellett a fal rétegben a tevőleges, a tengely-fonalban a nemleges áram irányában; erősebb áram mellett a közép áramlat gyorsul, a fal mellettiben csak még a kisebb részecskék követik a tevőleges áram irányát, a nagyobbak már az ellenkezőt; még erősebb áramnál végre valamennyien a nemleges áram irányában haladnak. Terpentin olajban a legtöbb anyag ellenkező irányban vitetik.

A felsorolt tünetényekből eléggé kitűnik, hogy a Porret-féle izomáramlat, mely állandóan csak egy irányt és pedig a tevőleges áram irányát követi, a Jürgensen-féle tünetény-nyel nem felelkező.

Ha tovább az izom a Jürgensen-féle tüneténynek volna székhelye, ugy csak a disdiaklasták, mint a rostbennék szilárdabb részei fognának a tovamozdításnak alávetve lenni és így kellene, hogy az általuk képezett csikolatokban lépjen fel valami változás. Ez iránt felvilágosítást keresve, vizsgáltam a m. sartorius-t, meg vékony bőrizmokat, mialatt azokon a Porret-féle tünetény szabad szemmel látható volt, a görcső alatt oly nagyítás mellett, hogy nyugvó rostokon a haránt csikolatok elég jól voltak felismerhetők, az utóbbi izmok egész kiterjedésében, a sartorius-on legalább az izom szélén a kevesebb rétegben egymás fölött fekvő rostokon. A rostok rángásait ekkor is lehet az áramlatos hullámoktól megkülönböztetni; ez utóbbiak helyén nem mutatkozik a rostokon kiszélesbülés, mint midőn rángási hullám vonul el azokon. De még ha ezek már teljesen meg is szüntek és csak az áramlatnak hullámai maradnak vissza, sőt már ezek is tetemesen lassúbbodnak lefolyásukban, még sem lehet egy tova futó és közelebről meg nem határozható árnyékon kívül egyebet látni, a csikolatokat pedig épen nem lehet a rostok gyors elmozdulása miatt szemmel tartani és így el sem lehet dönteni, vajjon azok ily hullám alatt egyáltalában megváltoznak-e? Miután azonban hosszasan tartott villamos átáramoltatás után is a

⁵⁾ Quincke, Poggendorf Ann. CXIII. k. 513. l.

már teljesen megnyugodott rostok csíkolatain semmiféle utóváltozás nem található, mint a kérdéses elhordás esetében várható volna, azért ez utóbbi magára az áramlás idejére sem vehető fel.

Miután így kitűnt, hogy a Porret-féle tüneméuy áramlata nem tekinthető, mint az összehuzódás tovahaladó hullámzata és hogy az nem lehet az összehuzékony izomállomány-nak sem az utóbbi hullámok, sem a Jürgensen-féle tünemény-nyel felelkező áthordás által eszközölve, kénytelenek vagyunk *Du-Bois*-nak fennebb elősorolt ellenérvei daczára, mégis tovább kutatni, vajjon egyáltalában nem forog-e fenn legalább a lehetőség, hogy a kérdéses áramlat oka a villamos endosmosisban fekszik, mely azonban az izom sajátlagos szerkezete folytán eltérő alakban, mint más testeken jelentkezik.

Ha a villamáram kataphorikus erőhatása csak hajszálcsöves halmazokon nyilvánulhat, electrolytokat tolvá maga elől, melyeknek megnedvesült fal szolgál támpontul, ugy e hatás nem lehet kizárva az izmokon sem, melyek rostjaikban, a rostoknak összefoglalásában kötszövet által első és mind magasabb rendű rostkötegekbe, az ezekkel párhuzamosan futó számos véredényekben és a szövetközi nyirkürök csatornáiban, végre a mindezen szövetelemeket egy egészbe összefoglaló takaró polyvában egy oly vízoldatokkal telt hajszálcsöves testet képez, melyben állandó áram endosmotikus hatást kell, hogy kifejtсен.

Ezt a vízrészek elhordására nézve *Du-Bois* is elfogadja. A további kérdés tehát csak az, hogy a víznek ez endosmotikus tovahordása az összetett izomtest mely részeiben, mely csatornáiban történik és mely körülmények okozhatják, hogy az a Porret-féle tünemény sajátlagos alakjában megyen végbe?

Képzeljük egyelőre, hogy az izomban a különféle nedvekkel telt különféle rendű csatornák egymással párhuzamosan, de valamennyien egyenes irányban volnának a két electrod közt kifeszítve. Ez esetben az áram hatása a nedvekben áramlást egyáltalában csak addig volna képes fentartani, mig az erősebben telt csatornaszakaszok falai kifeszülésük folytán az áram hajtó erejét nem ellensúlyoznák; azontúl az áramlat meg fogna szünni — úgy mint a Porret-féle tüneménynél is,

mihelyt az izom erősebben kifeszítettik, még ha az által rán-
gásos összehuzódásai nincsenek is teljesen megakadályozva —
és az áram hajtó ereje csak még mint nyomás fogna nyilvá-
nolni, úgy mint pl. azon kísérleteknél, melyek által *Wiede-
mann*¹⁾ az áram által emelt folyadék nyomásmagasságát ha-
tározta meg.

Ha azonban felteszszük, hogy azon csatornák nem egye-
nesek és kifeszültek, hanem bizonyos fokban meglazultan kü-
lönféle görbületeket képeznek és részben egymással oldal-
ágakkal közlekedve, tágasságukat is helyenkint különböző,
mint a nyirkcsatornák és véredények, kivált midőn az izom
összehuzott állapotban van és izomrostjai, ha akkor egyenesek
is, ama csövekben csak annál inkább görbületeket, hajlásokat
és helyenkint szűkületeket okoznak, — úgy már kikerülhetlen
lesz, hogy ezen hártyás falú, a helyviszonyokhoz fölötté könny-
nyen alkalmazkodó csövek egyes szakaszaikban helyváltozó-
sokat ne szenvedjenek, mihelyt folyékony bennük az áram
által az egyik sark felől, a másik felé hajtatva, előre és oda
nyomatik, hol még az ellennyomás kisebb; és míg így a fo-
lyadéknak előnyomulása folytán egy előzetesebb csőszakasz
teltsége csökken, az áram hatásának szakadatlan tartama
alatt fog az egy még előzetesebben fekvő csőszakasz felől új-
ból telődhetni és egyáltalában a folyadéknak tova mozdítása
szakasról szakaszra csak szakadatosan és azon arányban fog
végbemehetni a mint az előbbre fekvő szakaszok felőli visz-
szanyomás épen engedi. S ha még tekintetbe vesszük, hogy
valamely csőnek bizonyos szakaszában a nyomás nem csak az
ugyan azon csőhöz tartozó két határszakasztól, hanem még
valamennyi körülötte lévő szomszéd csövek nyomásától is lesz
függő; akkor már inkább belátható, hogy a villamáram sza-
kadatlan hajtó ereje mellett is, a folyadék csak bizonyos hul-
lámzatos szakadatossággal fog a csövekben előbbre juthatni,
kisebb-nagyobb távolságra a további útját megakasztó aka-
dály helyéig, honnan a csőfalak ruganyossága mellett részben
vissza is fog ömleni és hogy ilyképen az áramlat mindig ugyan-
azon irány felől ismételve meg fog újulhatni, nem együttes

¹⁾ Wiedemann : Die Lehre von Galvanismus und Electromagneti-
mus. 1861. I. k. 380. l.

egyformasággal az egész izom valamennyi csatornáiban, hanem a különböző időszakokban az egyes nyalábokban különbözően, az egyesek különböző tulajdon viszonyaihoz képest épen egy ugyanazon pillanatban; hogy tovább részint az egymásután következő egyes csatornaszakaszok kiürülése, részint a nyomás kiegyengetése folytán az áramlat mindinkább gyengülni és végre egyik csatorna-nyalábban korábban, másikban későbbben teljesen meg fog szünni, midőn az összes ellennyomás az áram hajtó hatását ellensúlyozza, noha az izom ekkor is még bizonyos fokú összehúzódásban megmarad.

Ha a villamáram megszakításával a nyomás a tevőleges sark felől megszűnik, a túlfeszített csatornafalaknak lassu, ruganyos összevonulása képes lesz részben legalább az erősebben telt szakaszokból a beszorult nedveket, föltéve hogy még folyékony halmaz állapotban vannak, a tevőleges sark felé eső, kevesebbé telt szakaszokba visszatolni, nem rohamosan mint azt az áram erélyes hajtó ereje teheti, hanem lassan, csekélyebb fokának megfelelőleg. Ellenben ha az áram azonnal ellenkező irányban indul meg, annál élénkebben is fog a még teltelődött szakaszok felől a hullámzatos áramlat, ellenkező irányban, újból megindulni.

Igy magyarázható, hogy még, ha az áram endosmotikus hatásának egyedül csak a vízrészecskék — vagy jobban szólva a vízoldatok, mert *Wiedemann* ¹⁾ kimutatása szerint az áram ezeket is egészben képes tova szállítani — volnának alávétve, az adott sajátlagos viszonyok közt, melyek folytán folyékony tartalmuk nyomásának engedve, a csatornák szakaszonként helyükből kimozdulnak, még sem kell, hogy azon határkülönbség hiányozzék, mely szükséges, hogy ez áramlat szabad szemmel, mely egyszerre nagyobb tért képes áttekinteni, mint tova haladó hullám, a górcső nagyítva mutató szűk látterében csak mint elfutó árnyék legyen meglátható.

Megérthető tovább, hogy valamint megszűnik az áramlatnak ily hullámos előhaladása, ha a csatornák erősebb kifeszítés által kiegyenesítettnek, szintugy megszűnik az, ha az izom még jobban meglazítottván vagy épen összehajtat-

¹⁾ Az i. h. 383. l.

ván, benne a csatornák egész hosszúságukban minden támpontjuktól teljesen megfosztatnak; és valószínű, hogy valamint éppen egy bizonyos foku feszülés, nemkülönbén éppen egy bizonyos elrendezés az izom összes csatornáiban legalkalmasabb ama hullámos tünemény előtűntetésére, miből tovább magyarázható volna, hogy valamennyi más, szintén párhuzamosan rendezett rostokból álló izmok közül éppen a m. Sartorius az, mely e tüneményt, ha nem is kizárólag, de oly annyira kiválóan mutatja.

Szintügy belátható, hogy miért marad ez áramlat mindig csak az intrapolar szakaszra megszorítva, sőt hogy miért támadja meg látszólag az áram további tartama alatt csak az egyes rostkötegeket és nem az egész intrapolar izomszakaszt; miért nyilvánul az áramlat közvetlenül a villamáram indítása után legerélyesebben, csökken mindinkább azontul és megszűnik, a nélkül, hogy az izom megszűnt volna ingerlékeny lenni vagy elvesztette volna képességét az áramirányváltoztatáskor újból ama tüneményt ismételni.

De végre is az izom összes csatorna-nedveiben az áram tartama alatt, egyenlő irány mellett leginkább a tevőleges sark felé eső szakaszban, többször váltakozott irányú áram mellett mindkét sark felől előhaladó megalvadások következővén be, nem lesz többé lehetséges, hogy a csatornák bennéke helyéből tömegesen mozdítottassék ki és így magok e csatornák hely- és alakváltozásokat szenvedjenek, hanem csak még a megalvadt tömeg likacsain át és már csak láthatlanul végbe menő vízathordás lesz lehetséges. Ekkor az izom, valamint ingerlékenységét úgy képességét is a Porret-féle tüneményre el fogta veszteni. S így megérthető az is, hogy noha e tünemény nincsen az izomnak valamely életműködése által feltételezve, mindazáltal kötve van a még ép, életképes és így még ingerlékeny izom alkatához.

Ez értelmezés helyességének bizonyítéka főleg csak azon alapszik, hogy az minden más kiegészítő fölvétel nélkül képes a tünemények összeségét következetességgel okodatosni, de kísérletileg, a feltételes tényezőknél mesterséges csoportosítása által azt bebizonyítani nem vagyok képes. Egyik másik tényező hatásának utánzására irányított kísérleteim is siker-

telenek valának; nyilván azért, mert a főtényezőt, magát az izomnak sajátlagos csöves szerkezetét lehetetlen utánozni.

Csak egy pontra nézve nyújtottak még kísérleteim felvilágosítást, miről épen e helyen szólhatok.

Ugyan is lehetséges volna, hogy a Porret-féle áramlatnak kora megszűnését a villamáramnak változatlan irányu tartama alatt, még mielőtt az izomnak ingerlékenysége észrevehetőleg csökkent volna és midőn az áramirány változásakor az áramlat igen élénken újból elő áll, nem okozza valami változás magának] az izomnak e tüneményre való képességében, hanem az abban fellépő áramvezetési akadályoknak gyors felfokozódása, mint nevezetesen a külső és belső sarkulás, kiválóan pedig a másodlagos akadályok. E körülmény tekintetbe vételt igényelt különösen az egyszerű sarkuló electrodeok alkalmazásakor.

E kérdés eldöntése végett és különösen tekintettel a másodlagos vezetési akadályokra, melyek *Du-Bois*¹⁾ kimutatása szerint átnedvesült likacsos testekben kiváló fokban gyengítik az áramot, a fennebb leírt első kísérleti berendezésnél az izom közepét érintő electrode két ágból állott, úgy hogy lehetett az áramot vagy csak az egyik, az intrapolar szakasz irányában a külsőbbiket képező ág felől, vagy egyszerre mindkettő felől az izomhoz vezetni. Ha a külsőbbik ág a nemleges sarkot képezte, a belső pedig még meg volt szakítva, akkor tapasztaltatott, hogy mialatt a Porret-féle tünemény csökkent, az áram ereje is a beiktatott tájoló tanúsága szerint szintén gyorsan gyengült és ha ama tünemény teljes megszűnte után a másik társág is bekapcsoltatott, sem az áram nem növekedett, sem a tünemény vissza nem került; ha ellenben a kettős ág a tevőleges sarkot képezte, akkor az áram, mely a külsőbbik ágnak egyedüli használata közben már tetemesen alábbszállott volt, a másik ágnak bekapcsolásakor eredeti erejére hirtelen felszökött és a már teljesen megszűnt Porret-féle tünemény az áram ugyan azon irányára mellett megint élénken beállott.

Ez eredmény megfelelővén a *Du-Bois*²⁾ által felmutatott

¹⁾ Az idézett helyen 81. s. k. 1.

²⁾ Az idéz. hely.

törvénynek, mely szerint a másodlagos akadályok kis kiterjedésben a tevőleges sark tájára szorítkoznak, bizonyítja, hogy ez esetben a Porret-féle tünetény kora eltűnésének oka az áramnak tetemes gyengülése, a másodlagos akadályok folytán.

De hogy az áram gyengülése még sem képezi a tünetény megszűnésének egyedüli okát, azt a második kísérleti berendezés bizonyította, melynél az izom nem sarkuló electrodokra oly rétegek közbeiktatása mellett lett fölfektetve, hogy a másodlagos akadályok vagy éppen nem vagy csak csekély fokban támadhattak. Mindazáltal daczára, hogy ez esetben az áram egész tartama alatt vagy teljesen egyenlő maradt vagy csak egy pár fokkal szállott alább, a Porret-féle tünetény habár későbbre mint előbb, de mégis megszűnt, noha az izom megtartotta továbbra is ingerlékenységét, valamint képességét ellenkező irányú áram mellett ama tünetényt újból felmutatni.

Ezekből tehát következik, hogy a tünetény megszűnésének oka nagyjából az izomnak oly változásaiban fekszik, melyek azt nem a villamáram vezetésére, hanem a Porret-féle tünetényre, nem is állandóan, hanem csak ugyanazon irányú áram mellett teszik képtelenné, tehát arra, hogy azon áramlatot még tovább is ugyan azon irány szerint folytathassa. Hogy miben akad fenn e folytatás további lehetősége, azt már fennebbi fejtegetéseimben törekedtem kideríteni.

A Porret-féle izombeli áramlat eddigi fejtegetésénél az izomtestnek összes csatornarendszerét, mint az áramlat lehetséges színhelyét csak egész általánosságban vettük tekintetbe, hátra van most még azon kérdés megoldása, vajjon kiterjed-e azon áramlat az izom valamennyi csatornáira, a véreredényekre, nyirkürcsatornákra és az izomcsövekre avagy csak bizonyos csatornákra szorítkozik?

Hogy a véreredények és nyirkcsatornák, mihelyt azok folyékony nedveket tartalmaznak, azon áramlatból kizárva nem lehetnek, melynek áthordó hatása *Du-Bois* kimutatása szerint izmokon úgy mint más összetett szöveteken vagy egyáltalában szerves vagy nem szerves anyagokból álló átnedvesült likacsos halmazokon nyilvánul — bebizonyítást alig szükséges, és elégséges ellenérvül azon körülmény sem szolgál-

hat, hogy e csövekben áramlat a görcső alatt nem észlelhető, minthogy az ily áramlatnak hullámos lefolyása már aránylagos gyorsaságánál fogva sem lehet a görcső útján nyerhető szemlélet tárgya. Mindazáltal felemlítendőnek vélem, hogy alkalmam volt egyes esetekben a villamáramnak alávettét vékony izmokon vagy több rostnyalábból álló készítményeken nedvelőmlést a rostok közt a görcső alatt észlelni; szintugy hogy egyes vérrel telt edényekben áramlatot láttam, melylyel a vérsejtek azokban a nemleges áram irányában haladtak, saját irányukat változtatva valahányszor a villamáram iránya változott. Vajjon azonban a sejteknek ezen tovahaladása a Jürgensen-féle tüneménynyel azonosítható-e s így felvehető-e, hogy ugyanakkor ellenkező irány szerint, mint a sejtek a nedv is áramlott, avagy csak az izomnak erősebb összehuzódása a nemleges sark táján okozta-e, hogy e hely felől a rostok közt fekvő véredények bennéke visszaszorítottatott, azt eldönteni nem voltam képes.

De ha valamely biztos tény fel sem mutatható, mely közvetlenül tanúsítaná, hogy az izombeli vér- és nyirkedényekben villamos nedváramlás beáll, nincs is ez utóbbi másfelől semmiféle ellenmondó tény által megczáfolva. Így pedig csak az forog még kérdés alatt, vajjon az ezen edényekbeli áramlat elégséges-e már magában a Porret-féle áramlat előtűntetésére, avagy valószínű és szükséges-e hogy ennél még az izomcsövek is saját bennük mozgása által résztvegyenek? Az esetre, ha ez utóbbi biztosan kizárható volna, akkor egyszersmind kénytelenek is lennénk föltenni, hogy már az edények magok elégségesek a tüneményt előidézni. S e föltevést támogathatná még azon körülmény, hogy az izom nem csak elég dúsan el van látva véredényekkel, de még inkább nyirkürsatornákkal is, melyek, midőn azok nedvet tartalmaznak, minden egyes rostot majdnem tokszerüen körül burkolni látszanak és széleik felől a rostok közt fekvő kettős határvonalaiakon fölismerhetők.

A mennyiben az izomrostok szintén nedvet tartalmazó csövek, irányukban sem lehet tagadni, hogy az áram azokon is áthordó hatását gyakorolhatja. Tekintettel azonban e csövek sájátszerű szerkezetére, úgy látszik, hogy az át-

hordásnak azokban sokkal nagyobb akadályok szegülnek ellen, mint a véredényekben és nyirkcsatornáknakban. Mert még ha az eddigi szövettani vizsgálatok alapján, elfogulatlan bírálat mellett és kivált azon elváltozások után, miket tömörebb villamáram egyes rostok belsejében dr. Mezei leírása szerint előidézt, nem is lehetünk hajlandók a rostok belsejében hártvány rekeszeket elfogadni, kénytelenek vagyunk még is elismerni, miszerint a rostbennék bizonyos váltakozással egymás után következő, fénytörésre úgy mint összeállásra nézve különböző rétegekből áll, melyek nedvtartalmukra és így az áthordásra alkalmas részekre nézve is egymástól különböznek. Minthogy pedig a rostok e rétegeinek felelkező haránt csíkolatokon sem a Porret-féle tünemény tartama alatt, sem utána semmiféle változás nem mutatkozik, következik hogy azon az áthordásra nem vagy kevesebbé képesített rétegek összetartásukat folyton fentartják. De ha így, akkor valószínű is, hogy azok az áthordásra képesültebb rétegek irányában, mint akadályok fognak hatni, azoknak áthordódását nehezítve. Arányban e megnehezítéssel fog az áram hajtóereje is csak mint nyomás nyilvánulhatni, melynek következtében a folyékony részek a helyett, hogy egyáltalában vagy csak előhaladnának, inkább fognak a rostburkon át kifelé a rostok közti ürcsatornákba szoríttatni, növelve ekképen ezekben a folyadékot, melynek tovahordása itt kevesebb akadálylyal kénytelen megküzdni.

Hogy ily nedvkiszorulás a rostok belsejéből villamos átáramoltatásukkor valóban előfordul, az tanúsíttatik részint a közvetlen szemlélet által, a kinyomult nedvnek a rostok közt és fölött kiterjeszkedő határai, a görcsö alatt láthatók lévén, részint az e nedv elpárolgásakor a rostok külső felületén a nemleges sark felé eső szakaszon számosan képződő kreatinin jegeczek által.

Habár tehát mindezek után nem vagyunk képesek teljesen kizárni azt, hogy magában az izomrostok belsejében a folyékony részeknek villamos áthordása bizonyos fokban létesülhet, azt még is valószínűnek nem tartjuk, hogy a hullám alakban mutatkozó áramlatnál az izomrostok szintén tevékenyen részt vennének ; de nem is tagadva másfelől, hogy könnyű

hajlékonyságuknál fogva szenvedőlegesen azok is járulhatnak a hullámos áramlat feltünőbb kifejléséhez.

De ez utóbbinak főtényezőjekép, kénytelenek vagyunk azon hely- és alak-változásokat tekinteni, miket az egész izom vagy több rostkötegből álló részeinek vért és nyirknedvet tartalmazó csatornáit a villamáram által bennük előidézett endosmotikus nedvtovahordás folytán elszenvednek.

Miből egyszersmind következik, hogy a Porret-féle áramlat egyes rostokon nem is nyilvánulhat, hanem csak oly rostkötegeken, melyek sűrűbb kötszövetes rétegek által kifelé határolva, belsejükben véredényekkel és nyirkcsatornákkal elégségesen el vannak látva.

Igy tehát különböző is e tünetény azon áramlattól, mely erősebb villamáram alatt az egyes rostok belsejében beáll, melyet, midőn most lehetséges okait felkeressük, megkülönböztetésül az előbbi *izomáramlattól, belső izom rostbeli áramlatnak* elnevezünk.

B) A belső izomrostbeli áramlat.

A mennyiben ez áramlatnál szilárd vagy legalább a rost többi bennékehez képest szilárdabb összeállású részek jönnek mozgásba, azon közelfekvő sejtelelem támadhatna bennünk, hogy azon áramlat azonos netalán a Jürgensen-féle tüneténynyel vagy még inkább azzal, mely a Valisneria levelein, de más növényi részeken is, kiválóan pedig *Du-Bois* ¹⁾ szerint a burgonya-sejtek kemnye szemcséin a villamáram alkalmazásakor látható — minthogy itten a tünetény épen szerves szöveteken lép föl.

Azonban már *Jürgensen* és *Heidenhain* sem tekintették az általuk észlelt tünetényt, mint a növénysejt életműködésének nyilvánulatát az áram befolyása alatt, azon helyes oknál fogva, mert az által, hogy a protoplasma a sejtfaltól elvált, az a működés is már megszűnt. S minthogy így a sejteken nyilvánuló tünetény teljesen azonosnak tekinthető, a felelkező körülmények közt nem élő testeken is nyilvánuló tüneténynyel, elégséges lesz, ha az izomrostbeli áramlatot közvetlenül a Jürgensen-féle tüneténynyel hasonlítjuk össze.

Mindkettő egyező abban, hogy egy folyékony közegben

¹⁾ Du-Bois-Reymund. Id. h. 120. l.

mozgékony, szilárd vagy szilárdabb összeállású részek az átvezetett villamáram által bizonyos irányban mozgásba hozatnak, mely mindkettőnél vagy csak egyetlen irány szerint és pedig ez esetben az izomrostban mindig a nemleges sark felől a tevőleges felé, a Jürgensen-féle tűneménynél szintén a testek nagyobb számánál ugyanazon irányban, de kevésnél ellenkező irány szerint, vagy mindkettőnél egyidejűleg két irány szerint megyen végbe. Sőt egyező a kettő még abban is, hogy a két irány szerinti mozgás csak gyengébb áramnál mutatkozik, míg erős áram csak egy irányú mozgást kelt. De már a többi körülményekre nézve lényeges különbség áll fenn a kettő közt; mert míg a Jürgensen-féle tűneménynél a kettős irányú áramlat kiterjeszkedik az intrapolar szakasz egész hosszára és jelen van annak minden haránt rétegében, de különböző irány szerint haladva egy ugyanazon réteg különböző helyein, addig az izom rostbeli áramlat egyidejűleg két irányt csak az intrapolar szakasz hosszának különböző osztály részeiben követ, egy ugyanazon osztályrész haránt átmetszetének egész kiterjedésében azonban mindig csak egyet. A Jürgensen-féle tűneménynél tehát kétirányú áramlatnál mindenik sarknál egy közeledő és távozó áramlat van jelen, az izomrostbeli áramlatnál ellenben mindenik sarknál csak egy közeledő áramlat található, mely maga ugyanazon sark közelében vette kiindulását akképen, hogy közvetlenül a villamáram megindítása után az áramlat csak a sarkhoz legközelebb eső haránt rétegekben áll be és amannak további tartama alatt kiterjed a sarkoktól ming távolabb álló rétegekre, melyek előhaladva mintegy az előttük elhaladt rétegek nyomaiba belépnek; mi mellett azonban a legtöbb esetben az intrapolar szakasznak rövidebb, hosszabb osztálya az áramlatból végkép kizárva marad; míg ellenben a Jürgensen-féle áramlat egyidejűleg az intrapolar szakasznak egész kiterjedésében lépve fel, sehol nyugalomnak helyet nem enged.

A Jürgensen-féle áramlat továbbá megindul a villamáram indításakor azonnal és azzal együtt meg is szűnik, nemkülönben nyomban követi a villamáram irányváltozásait; ellenben az izomrostbeli áramlat nem kezdődik azonnal a mint a villamáram megindul, hanem észrevehetőleg, sőt sokszor

jelentékenyen későbbre, annál inkább minél gyengébb az alkalmazott áram és míg ilyennek kora megszakításakor azon áramlat is még elég gyorsan megszűnik, addig erős vagy tartósabb villamáramnál a megszakítás után is a rostbeli áramlat annál tovább eltart még, minél nagyobb volt amannak ereje és tartama.

Ezzel egyezőleg a rostbeli áramlat eltérve ebben is a Jürgensenféle áramlattól, nem követi nyomban a villamáram irányváltozásait sem, hanem miután már ez utóbbinak iránya megváltozott, még egy ideig megmaradhat előbbi irányában és csak utólag csap maga is át az ellenkezőbe. Ez új irányt azonban, melynél az illető sarkhoz közelített rétegei attól megint eltávoznak, csak rövid ideig és csak kis kiterjedésben követi, majd megállapodik, hogy úgy mint a villamáram előbbi irányánál, most az ellenkezőnél útját megint ugyanazon sarkfelé vegye.

Végre lényeges különbség fekszik még abban is, hogy a Jürgensen-féle áramlat a sarkok közt fekvő szakaszon túl nem terjeszkedik, ellenben az izomrostban mindazon tünemények, melyek a két sark közelében az intrapolár szakaszon belől mutatkoznak, láthatók egyszersmind a sarkokon kívül fekvő szakaszokban is, habár jóval korlátozottabb kiterjedésben.

Még ha tehát el is tekintünk attól, hogy az izomrostban a tovahordott részecskék] egyszersmind újból rendeződnek, már a felsorolt különbségek kétségen kívül helyezik, miszerint a Jürgensen-féle és az izomrostbeli áramlat egymással semmiképen nem azonosítható folyamat.

De azon összes tüneménycsoportnál, melyet az izomrost belseje villamos átáramoltatásakor mutat, nem vonhatjuk el figyelmünket azon körülménytől, hogy a sark felé tovahordott részecskék — disdiaklasta-csoportok — akár az azok által képezett csíkolatok, tovahaladásuk közben megtartották összefüggésüket, akár pedig ezeknek szétfoszlása mellett azok szétszóródtak, midőn megállapodnak, egyszersmind igen finom, sűrű egymásután következő rétegekbe csíkolatos váltakozással rendeződnek; valamint hogy midőn a villamáram fordultával ama sűrű csíkolatok mintegy felbontakozva visszafelé áramlanak, megállapodva megint az eredeti szélesebb csíkolatok alakját is visszanyerik. Kedvező esetekben — de elég gyakran — sikerül

a csíkolatoknak ilyenén átváltozásait és visszaváltozásait egy ugyanazon rostszakaszban többször egymás után ismételni.

A megállapodó részecskéknek ezen rendeződése arra kényszerít, hogy ezen az áram behatása alatt a rostban beálló változásokat, mint a még élő rost nyilvánulatait tekintsük. Mindazáltal még sem vagyunk azért feljogosítva, hogy azon változásokat akár az egyszerű rángás hullámmozgásával, akár az ilyenek felrakódásából keletkező tetanikus összehuzódással azonosítsuk. Mert amazt ellenzi nem csak a helyek közti különbség, melyekből ott az áramlat, itt a rángási hullám kiindul, hanem még a tetemes különbség a két tünetnyilvánulás időbeli lefolyásában és térbeli kiterjesztésében is; szintugy ellenzi emezt azon körülmény, hogy míg az ingerlő áram megszűntével a tetanus is azonnal megszűnik, addig a szóban álló rostbeli áramlat még a villamáram megszakítása után is eléggé feltűnő hosszú ideig eltarthat; azonkívül ez utóbbinak tartama jóval túlhaladja azon időt, mely alatt még az ingerlő áram megszakítása előtt a bekövetkező kimerülésig, a tetanus eltarthat.

Miután azért az eddig taglalt hatások közt, miket a villamáram akár mint inger az izmokra, akár más, nem szerves testekre gyakorolni képes, egy sem található, melyből a rostbeli áramlat a vele szövetkező tünetnyilvánulásokkal együtt magyarázható volna, szükséges hogy körültekintsünk, vajjon nem képesek-e a villamáramon kívül még más hatányok is hasonló tünetnyilvánulásokat az izomrostban előidézni.

E tekintetben mindenek előtt magára vonja figyelmünket a lepárlott tiszta víz. Ennek hatását az élő izomrostra tüzetesen leírta már Bowman ¹⁾. Ha néhány élő békaizomrostot a tárgylemezre fektetve, azon kiméletesen szétválasztunk, azután fedlemezzel betakarva, a rostok végszakaszait a görcső láterrébe beállítjuk, és csak most engedünk egy csep vizet a fedlemez széle felől a rostokhoz eljutni, könnyen fog sikerülni meggyőződünk Bowman-nak mindeddig kellő figye-

¹⁾ Philosophical Transactions 1840. Part. I. p. 457. On the minute structure and movements of voluntary muscle.

R. Wagner. Handwörterbuch d. Physiol. III. k. 57. Ed. Weber Muskelbewegung.

emre nem méltatott leírásának tüzetességéről, valamint arról, hogy mennyire hasonló az ekkor a rostokban bekövetkező áramlat és a vele járó új csíkolatos rendeződés azzal, melyet a villamáram maga előidézni képes

Ismeretes továbbá azon derme, mely az izmokban bekövetkezik, ha egy épen leölt állatnak véredényeibe tiszta vizet befecskendünk. Sőt észleltem a béka m. sartorius-án két ízben, tél idején, hogy az fris metszslappal ellátott végével tiszta vízbe bemártatván, bizonyos lassusággal, de igen erősen összehúzódott; ezután feltűnő hosszú időköz mulva megint elernyedve, midőn másodszer a víz felületére leért, az előbbi módon másodszer is összehúzódott, újból elernyedve ugyan megnyúlt, a nélkül azonban, hogy eredeti hosszát vissza nyerte volna; és a víznek további érintése sem keltette többé összehúzódását. Fölötte sajnálom, hogy ugy ezen, valamint még egy másik hasonló esetben elmulasztottam az izmot utólag a görcső alatt megvizsgálni. Más alkalommal többször ismételt ily kísérleteim mindig sikertelenek maradtak.

A víznek ezen a villam áramához oly annyira hasonló hatása arra indít, hogy még más oly vegyszereknek hatását is vizsgáljuk, melyek már különben, mint izomingerek ismeretesek. Tekintettel pedig a villamáram vegybontó hatására, melyet az kimutathatólag az izmokban is gyakorol, mert a tevőleges sark táján hosszasabb áram után a szabad sav jelenléte kémszerek útján felismerhető, a nemleges sark táján pedig a képződő kreatinin jegeczek nagy halmaza tanúskodik legalább is ez egy aljnak a kifejlődéséről: kiválóan az igényel vizsgálatot, vajjon bir-e valamely sav vagy alj az izom-, rostra hasonló hatást gyakorolni, mint az állandó villam áram meg a víz?

E czélból a tárgylemezre fektetett, néhány élőrostból álló izomdarabka egyik vége alá egy szeletke itatós papir illesztetett, mely a borító fedlemez alól kiálló vége felől egy csep savval, — hígított eczetsav vagy 1^o/_o-os sóssavval, illetőleg egy csep 1^o/_o-kos natron vagy kali lúggal — lett megnedvesítve. Miután az így a papirban tova szívárgott kémszer egészen a rostokig eljutott, akkor azokban valóban oly tünetények következtek be, melyek a víz és villamáram által előidézhető,

előttünk már ismeretes tünetényekhez lényegükre nézve teljesen hasonlók.

Ismeretes továbbá az is, hogy a vegyi ingerekre az izomban bekövetkező összehúzódás távol sem indul meg, sem nem foly le azon gyorsassággal és szabályszerűséggel, mint a villamos inger által keltett rángás, és hogy az izom azon helye, melyre a vegyi szer közvetlenül behatott, dermedten marad vissza.

Ez adatok már képesek azon tüneténycsoport magyarázatának kulcsát nyujtani, melyet állandó villamáram az izomrostban előidéz.

Nyilvánvaló, hogy az azon szemlélhető tünetények az áram hatásának nem közvetlen, hanem csak közvetett eredményei; melyek csak az általa eszközölt vegybontás folytán, egyik sarknál a kiválasztott szabad sav által, a másik sarknál a kiválasztott alj által képesek azon tünetényeket létrehozni. Innen van, hogy a rost belsejében meginduló áramlat úgy az egyik, mint a másik sarknál, habár a felszabadított bomlási termékek hatásképességének különböző fokához képest, különböző kiterjedésben létrejöhet, még pedig e sarkok felé vonulva nem csak az intrapolár szakaszban, hanem legalább kis kiterjedésben még az extrapolár szakaszok felől is.

Ugyanazért be is látható, hogy miért nem áll be az izomrostbeli áramlat azonnal, a mint a villamáram megindul, hanem annál továbbra késik, minél gyengébb ez utóbbinak ereje, annál csekélyebb lévén az electrolysis, annál lassabban választatván ki hatásképes mennyiségben a bomlási termékek. Minél csekélyebb pedig gyengébb áram mellett ezeknek mennyisége, annál csekélyebb lesz ezeknek utóhatása is, annál hamarabb fog a villamárammal együtt megszakasztott electrolysis után maga az izomáramlat is megszűnni; ellenben az erősebb áramnak felelkező erősebb vegybontás, annyi terméket fog felhalmozni, hogy ez utóbbi képes lesz, még a villamáram megszakítása után is az izomáramlatot egy ideig fentartani.

Szintúgy nem fogja ez áramlat a villamáram irányváltozásait sem nyomba követhetni, hanem csak akkor, midőn

már az előzetesebb irányú áram után visszamaradt bomlási termékek az ellenkező irányú áram bomlási termékei által közömbösítve lettek. Mi annál későbbre fog történni, minél nagyobb mennyiségben lettek az előzetesebb erősebb vagy tömörebb áram folytán az előbbi termékek lerakva, s tehát minél több új termékek kívántatnak meg közömbösítésükre. De ha a közömbösítés megtörténvén, a későbbi irányú áram további tartama alatt ennek termékei halmozódnak fel és hatásukat most már szabadon kifejthetik, akkor az izomáramlat megint a sarkok felé fog megindulni, mind azon helyek felé, melyek felől az electrolyt hatását kifejti, legyen az akár sav, akár lúg vagy másféle alj.

Ez értelmezés helyességét tanúsította később a következő kísérlet. Nehány párhuzamos rostból álló izomkészítmény úgy volt a tárgyüvegre fektetve, hogy az egy közepe táján alája vezetett keskeny itatóspapír szeletkével kereszteződött. Ez utóbbi egyik szabad vége felől hígított sával megnedvesítettén, midőn a sav egészen az izomrostokig eljutott, akkor ezekben beállott a papír felé haladó áramlat mindkét oldalon és ennek folytán a papír közelében finom, sűrű csíkolatok képződtek. S ha ezután — idejekorán még mielőtt további elváltozások bekövetkeztek volna — az előbbi sav közömbösítése végett, lúg bocsátatott a papirszeletke felől az izomrostokhoz, akkor ezekben az előbbi képződött finom csíkolatok, legalább több réteg kiterjedésében, visszafelé haladó áramlattal felbontakozva, megint az eredeti szélességű csíkolatokra visszaváltoztak.

E kísérletek egyszersmind kiegészítik tehát a már előbb leírt, szintén a vegyszerek hatására vonatkozó kísérleteket. Azok mutatták, hogy oly szer, mely a még élő izomnak, mint ismeretes közömbös vagy legfőlebb gyenge ali hatását megmásítani, akár savi akár határozottabban ali hatásúvá tenni képes, a rostok bennékében oly áramlatot hoz létre, mely mellett a tágasabb közökben váltakozó széles csíkolatok átváltoznak sűrűen sorakozott, igen keskeny, egyszersmind a rost haránt irányában meghosszabbodott csíkolatokra, úgy hogy ezeknek helyén velök arányban a rost megszélesbül. A későbbi kísérletekből pedig kitűnt, hogy a rost bennék

eredeti kémhatásának visszaállítása folytán a sűrű csikolatok felbontódnak és az eredeti széles csikolatok megint visszaállhatnak; miből egyszersmind következik, hogy a sűrű csikolatok jelenlétekor a rostbennék még nincsen meg-alvadva. Mindkét rendbeli kísérletek együtt végre tanúsítják, hogy a rostbennéknek mikénti elrendezése ugyan, annak vegyi alkatától függő vagy legalább egyéb tényezőkön kívül az által is megváltoztatható.

Teljes összhangzásban ezzel áll azon tény, hogy a különféle vegyszereken, a villamáram vegybontó hatásán kívül, képes még más oly hatány is, mely az izombennék kémhatását szintén megváltoztatja, abban telyesen azonos áramlatokat és változásokat a csikolatokon létrehozni.

Már *Pickford* ¹⁾ észlelte, hogy 65. R. fokra felmelegített vízben 25 m. p.-en át, vagy 30 C.foku meleg vízben több perczen át tartott békaizom megdermed. Ily dermét észleltek később *Schiff* ²⁾ és *Wundt* ³⁾. De kiválóan tüzetesen vizsgálta ezen a meleg által előidézhető dermét *Kühne*. Szerinte az izom egyszeri érintkezéskor 100 C. 0-on alól, de legalább is 45—50 C. 0-ra felmelegített olajjal vagy higanynyal fris haránt metszlapja felől, némelykor ingerlést mutatott. ⁴⁾ De minden erősebb fölmelegítés azonnal dermét idézett elő, mely mellett az izom ingerlékenységét teljesen elvesztette. Tartósabb fölmelegítés már 37. 5 C. 0 mellett is elégséges volt, hogy az izmot ingerlékenységétől mindenkorra teljesen megfoszssa, még ha ez teljes dermét nem is mutat, eléggé átlátszó és puha marad, és a vörös és ibolyás lakmus papírt megkékíti. Minél inkább emelkedik a meleg, annál rövidebb idő múlva, egy bizonyos hőmérsék mellett — békaizomnál 40 C. foknál — pedig azonnal be áll a derme és az izom ugy mint a halálos meredésnél savi hatást mutat. ⁵⁾ Vizzel vagy Rhodankaliummal mesterségesen megdermesztett izomban a 40 C. fokra érő me-

¹⁾ Pickford. Henle u. Pfeuffer, Zeitschrift f. rat. Medic. Neue folge I. 110. l.

²⁾ Schiff. Lehrb. d. Physiol. 44. l.

³⁾ Wundt. Die Lehre v. d. Muskelbewegung. 66. l.

⁴⁾ Kühne. Myologische Unters. 176. l

⁵⁾ Kühne. i. h. 179 és 184. l.

legítés már semmi változást nem idéz elő, ellenben növekszik még a derme ha a meleg felszál 45 C. 0-ra. ¹⁾ E tanulmányai alapján *Kühne* a halálos dermat és a 40 fokú meleg által előidézett dermatet azonosnak tekinti és ettől a 45 C. fokú melegre beálló megalvadást mint meleg dermatet különbözteti meg ¹⁾.

Minthogy *Kühne* vizsgálatait ki nem terjesztette azon változásokra is, melyek az ilyféle fölmelegítés következtében netalán magában a rostban a görcső alatt meglátható módon, beállanak, késztetve voltam a vizsgálatokat ez irányban magam megejteni.

E célból még élő, néhány párhuzamosan futó rostból álló izomkészítményt, üveglemezre fektetve a Schulze-féle fűthető görcsőasztalka fölött vizsgáltam. A rostbennék 40 C. foknál még teljesen nyugton maradt, sőt tovább még mind addig míg a meleg 45 C. 0-ra fel nem emelkedett. Ekkor a rostok kiterjedt szakaszában az egész bennék hirtelen áramlásba jött. Minthogy azonban, a lassan előhaladó fölmelegedés alatt elpárolgás következtében az izom kiszáradni kezd és így elhalása siettetik, eljárásomat akképen módosítottam, hogy mielőtt a készítményt az asztalkára tettem volna, bevértam előbb, hogy a meleg 43—44 C. 0-ra fölemelkedjék. Az ekkor az asztalkára állított izomkészítményben a rostbennék áramlása nagy kiterjedésben megindult mindenkor azonnal, a mint a meleg a 45 C. 0-t elérte. Az áramlás iránya az egyes rostokban, mint előre látható volt, különbözött, sőt még némelykor egy ugyanazon rostban is egyidejűleg annak két ellenkező vége felé haladt; de ha a meleg még tovább növekedett, akkor már az áramlat oly rohamos lett, hogy a bennék mintegy szétfolyva, a csíkokatok szemcsékre teljesen szétoszolva, ellenkező irány szerint egy ugyan azon szakasz hosszában szétáradozott, ugy mint midőn valamely erősebb vegyszer, pl. tömörebb lúgoldat hat be egyszerre nagyobb kiterjedésben az izomra. Hogy ha azonban a melegítő láng azonnal eltávolított, a mint 45 C. 0-nál az áramlat megin-

¹⁾ *Kühne*. i. h. 187. s. k. l.

²⁾ *Kühne*. i. h. 193. l.

dulni kezdett, akkor ez utóbbi lassabban haladva előre, bizonyos távolságban megállapodott és e hely felől az áramlás közben vagy fel sem bomlott vagy akár szemcsékre szétoszlott csíkolatok újból sűrűen rendeződtek finom csíkolatokba akképen, mint a fennebb említett vegyszerek behatásakor vagy a villamáram alatt.

Habár e tüneteményeket csak akkor láttam bekövetkezni, midőn a melegítő asztalka hőmérséke 45 C. 0-n állott, felelkezőknek tekintem azokat még is azon dermével, melyet Kühne a bemártott egész izmon már 40 C. 0-nál észlelt, miután kétséget nem szenved, hogy maga az izomkészítmény nem volt még azon fokra felmelegedve, melyen a rossz melegvezető üveglap által attól elválasztott asztalkának hőmérséke állott.¹⁾

De hogy ezen áramlatot és ennek útján a csíkolatoknak megváltozását a rostokban a meleg nem közvetlenül, hanem csak közvetőleg idézi az által elő, hogy a meleg behatása alatt a rost bennékében sav szabadul fel, azt azon savi hatás tanúsítja, melyet Kühne észlelete szerint az egész izom mutat, midőn azon 40 C. 0-ku fölmelegítéskor a derme beáll.

Ez utóbbi és a fölmelegített rost belsejében látható tünetemények közti azonosság mellett szól továbbá még azon észleletem, hogy midőn az egész m. sartorius egy pár perczig 40 C. 0-ra fölmelegített higanyban tartatott és benne a derme így előidézett, valamennyi rost a szokott szélesebb csíkolatok helyett csak a sűrű és fölötte finom csíkolatokat mutatta.

Mig így fölmelegítéskor a szabad sav idézi elő a rostbennékben látható változásokat, addig a villamáram létrehozza azokat a sarkoknál kiváló electrolytok által, melyek szintugy mint általában valamely szabad sav vagy lúg képesek ily hatást gyakorolni.

Mint hogy mérsékeltebb áram mellett a vegybontás lassabban halad elő, azért a rostbeli áramlat valamint a csíkolatoknak megváltozása szintén csak lassabban foly le, az egyes

¹⁾ *Jegyzet.* Időközben valóban meggyőződtem arról, hogy a melegítő asztalkára fektetett tárgyüveglemez felületén, akkor még csak 40 C. fok meleg van jelen, midőn már az asztalka hőmérője 45. C. fokot mutat.

csíkolatok folytonossága nem szakad meg, átváltozása mindkét sarknál szemmel követhető marad; de az áram erősödésével kiterjed az áramlat is mind nagyobb gyorsasággal a rostnak mind hosszabb szakaszára, a csíkolatok többnyire már nem tartják meg folytonosságukat, hanem szétfoszlanak szemcsékre, melyek azonban még ekkor is — legalább egyik másik rostban, — sűrű csíkolatokba rendeződhetnek. E gyorsabb áramlat is még mindkét sark felé vonul tovább, azonban észrevehetőleg hosszabb kiterjedésben a tevőleges sark felé, semmint a nemleges felé és arányban az áram erősítésével mindjobban fölülmulja kiterjedésében a tevőleges sark felé vonuló áramlat a nemleges sark felé haladó áramlatot. Erős áramnál végre a tevőleges sark felé haladó áramlat beáll majdnem egyidejűleg az egész intrapolar rostszakasz kiterjedésében, úgy hogy ekkor már alig lehet még itt-ott a nemleges sark közelében e felé vonuló áramlást látni. Az áramlat egyszersmind oly rohamos, hogy a rostbennék teljes feloszlása mellett a sűrű csíkolatok sem képződnek többé.

A két sark felé egyidejűleg irányult áramlatoknak ezen egyenlőtlen kiterjedése az intrapolar rostszakaszban erősebb villamáram mellett, arra látszik mutatni, hogy a tevőleges sarknál kiváló electrolytok erősebben hatnak a rostbennékre mint azok, melyek a nemleges sarknál szabadulnak fel; mi azon körülménnyel, hogy a savak és lúgok közvetlen alkalmazásakor észlelhető tünetekben fokozatos különbség nem tűnik fel, ellentétben még akkor sem fogna állani, ha különben a savak és lúgok egyenlő hígítás mellett teljesen egyenlő fokú hatást gyakorolnának is, mert biztos tudomásunk csak arról van, hogy a tevőleges sarknál valóban sav szabadul fel az izomban, ellenben a nemleges sarknál kiváló termékeket, — a kreatinin kivételével — még alig ismerünk és lehetséges, hogy ezek valósággal gyengébb hatással bírnak, mint amott a szabad sav vagy akár mint valamely lúg.

Hogy az áramlat azon egész kiterjedésben, melyben föllép, a kiválasztott electrolytoknak volna közvetlen — helybeli — eredménye, az épen nem valószínű. Ellene szól ugyan is azon körülmény, hogy midőn óvatos eljárás mellett hosszú papírcsíkon át egyedül tovaszivárgás által engedjük a savat

vagy lúgot a rostok egyik végéhez eljutni, az áramlat azonnal a rostnak oly hosszú szakaszára és oly nagy gyorsasággal terjed el, hogy semmiképen föl nem tehető, miszerint a vegyszer maga szivárgott volna a rost belsejében azon gyorsasággal tova. De az sem tehető fel, hogy a sav szabad állapotban mint vándorló *Jon* vitetnék a rost hosszabb szakaszában tova; mert áramlat villamáram által csak akkor idézhető az izomrostokban elő, ha azok közvetlenül fém electrodokra vannak fektetve, tehát akkor a rostbennék közvetlen folytonosságban áll a vegybontás székhelyével, ellenben teljesen elmarad az áramlat, ha a rostok és a sarkok közzé más izomdarabka, bőr vagy máj darab van közbeiktatva, még ha különben e részeknek megfelelő összeállítása mellett, a villamáram ereje legalább jelentékenyen nem is gyengült volna. Mi kétségen kívül tanúsítja, hogy ekkor a közbül álló izomrostokban electrolytok nincsenek jelen, ugy azért, mert e rostok nem képezik ekkor az electrolysis színhelyét, valamint azért, mert a sarkoknál más részekben kiválasztott electrolytok sem szivárgás útján, sem mint vándorló jonok azon rostokhoz legalább addig el nem jutottak, míg ezeknek élő állapota tart. Ebben találja megfejtését az is, hogy *Du-Bois* erős áram mellett sem volt képes az izomrostokban áramlatot előidézni, nyilván azért, mert az izmot nem fektette közvetlenül az electrodokra, hanem közbe más szerves részeket iktatott.

De ha ezek szerint az electrolytoknak úgy mint más egyéb vegyszereknek hatása az izomrostokban csak a legközelebbi rétegekre szorítkozik, akkor a sokkal messzebb határokra kiterjedő áramlat más magyarázatot alig enged, mint azt, hogy mihelyt az izomrostban egy vagy több haránt réteg kiterjedésében a megváltozott vegyhatás folytán azon kapocs meglazult, mely addig a részecskéket az izom nyugalmi állapotának megfelelő széles csíkokatokba rendezve összetartotta, akkor már a tovább következő rétegek összetartása nem elégséges arra, hogy tovább azon nyomást ellensúlyozza, mely az élő és így még folyékony bennékre részint közvetlenül a kifeszült ruganyos rostburok által, részint közvetve ez utóbbinak összes környezete felől gyakoroltatik, és így kell hogy a bennék azon kiterjedésben, melyben a rost hosszában az egyen-

súly megzavarva lett és azon irány felé előnyomuljon, a merre annak az előbbre álló rétegek, mialatt azok az új vegyhatás alatt egyszersmind vékonyabb rétegekbe rendeződnek, helyt engednek.

Ily körülmények közt a rostbennék épen úgy kénytelen helyéből kimozdulni, mint az mindaddig míg meg nem alvadt, előnyomul a rostburok erőszakos megsértésekor a támadt nyílásan keresztül, vagy a rost végéből, midőn azon alvadék, mely itt a megszakítás folytán képződött és dugasztképen a rostot elzárva tartja, valamely vegyszer által föloldatott.

E szerint magok a kiválasztott electrolytok is az áramlatnak csak közvetett okai gyanánt tekinthetők, közvetlen hatásuk abban állván, hogy a velők érintkező rétegekben a széles csíkolatokban egymást rendezve tartó részecskék oly megváltozott csere hatásba lépnek egymáshoz, melynél fogva azok — föltéve, hogy kölcsönös hatáskörük határai közt megmaradtak és bár mikép okozott áramlat által azokon túl nem sodortattak — megváltozott rendben sűrű finom csíkolatokképen összesorokoznak, megtartva mindaddig míg az izomnedv meg nem alvadt, egyszersmind azon képességet, hogy az élő izom nyugvó állapotának megfelelő vegyhatás visszaállításakor, eredeti hatás-viszonyaikba visszalépve, az ennek felelkező sorakozással a széles csíkolatokat is visszaállítsák. De belátható, hogy e visszarendeződés csak azon határig terjedhet ki, a melyig az egymást különbösítő electrolytok elterjednek. Hogy pedig a visszarendeződés épen a legutóljára képződött, tehát a sarktól legtávolabb álló keskeny csíkolatnál veszi kezdetét és nem a sarkhoz legközelebbi rétegben, noha a különbösítés kétségen kívül itten előbb áll be mint amott, az abból látszik magyarázhatónak, hogy a szélesebb csíkolatokhoz a rost hosszában megkívántatott nagyobb tér, a visszarendezendő réteg mögötti rétegeknek visszatolását teszi szükségessé, mi kisebb ellenállással van összekötve, a legújabb csíkolat mögött közvetlenül következő meglazult rétegek felé, semmint valamely más a sarkhoz közelebb álló réteg felől a mögötte következő sűrűn egymás után sorakozott többi finom rétegek felé.

E visszarendezési képesség, mely úgy a vegyszerek va-

lamint a villamáram behatása alatt az izomrostokon mutatkozott, bizonyítja tovább, hogy azok azon szakaszban sem haltak még el, melyen a finom csíkolatok kiképződtek. Inkább tekinthető e szakasz azon helybeli összehuzódással felelkezőnek, mely eróművi ingerlésre, mint az u. n. idiomuskular dagály képződik és a melynek megszűnte után azon helyen az izom ingerlékenységét még továbbra megtartja. S így nem is fogná e dagály, mely különbözően a tetanustól, mint szakadatlanul, állandóan maradó izomösszehuzódás jelenkezik, azon a maga nemében egyetlen összehuzódást képezni, melynek azt *Kühne* tekintette. ¹⁾

Kühne szerint ugyan az idiomuscular dagály metszlapján soha nem mutat savi hatást, hanem a vörös lakmus papírt megkékíti, míg ellenben a hevítés által előidézett derménél és így az ezzel együtt járó finom csíkolatok helyén az izom savi hatást mutat. Ennek folytán úgy látszik, mintha a két tünetmény egymástól még is különböző volna.

Ámde miután a dermeszerü összehuzódásnak felelkező finom csíkolatok, mint tudjuk, minden különbség nélkül ép úgy képződnek valamely savnak, mint lúgnak közvetlen behatására, ép úgy a tevőleges, mint a nemleges sarknál kiváló villamos vegy bomlási termékek folytán, azért az idiomuscular dagály helyén mutatkozó ali hatás annál kevesbbé szolgálhat ellenérvül a két tünetmény közti azonosság ellenében, minthogy semmiképen kimutatva nincsen, hogy az ali hatás ama dagály helyén netalán még is nem erősebb-e, mint a nyugvó izomnak kémhatása, mely *Kühne* szerint, ²⁾ a vörös papírt erősebben megkékíti, semmint megfordítva a kék papírt megvörösíti.

De még eltekintve a kémhatás mikénti megváltozásától, a két tünetménynek azonossága nem csekély támogatást talál abban, hogy mint épen legújában egy esetben észleltem a fedlemezei elborított élő izomrostokban a széles csíkolat helyenkint átváltozott keskenyre, meg lassan visszaváltozott, midőn tüvel a fedlemezt nyomogatva, az alatta fekvő rostokra szakadatosan nyomást gyakoroltam.

Vajjon ez elbánás mellett savi hatás az izomrostokban

¹⁾ *Kühne*. i. h. 111. l.

²⁾ *Kühne*. i. h. 273. l.

beállott-e, vagy egyáltalában az izomnedv kémhatása megváltozott-e? erre választ adni ugyan nem vagyok képes; de másfelől ép ugy fölvethető volna azon szintoly jogosult kérdés is, vajjon nem lehetséges-e, hogy a rendváltozás az egy mást sorakoztató izomrészececskék közt, nem csak a kémhatás megváltozása folytán, hanem akkor is létre jöjjön, ha azok valamely erőszakos módon, mint ép 'az izom erőművi bántalmazásakor, lettek eredeti helyzetükből kimozdítva?

Felvilágosító adatok hiányában nem bocsátkozhatom sem e kérdések taglalásába, sem abba, vajjon az izomben-nék kémhatásának megváltozása — melylyel együtt úgy a hevítés által előidézett derménél, valamint a különféle vegyszerek közvetlen behatására, mint nemkülönben, midőn olyanok villamos vegybontáskor szabadulnak föl az izomban, a csikolatoknak olyszerü megváltozása mutatkozik, hogy ennek folytán az izomnak megrövidülnie kell — mennyiben tekinthető azon kapcsok egyikének legalább, melyek a rendes életviszonyok közt is, egyfelől az izom alakváltozásához kötött erőműszerü munkaképessége közt és másfelől a kifejített munkájával, mint tudva van arányban álló anyagfogyasztása közt, a közvetítő szerepet viselik.

E kérdésnek csak megközelítő megoldására is az eddig ismert adatok még teljesen elégtelenek. Mert ha kétséget sem szenved, hogy az izomnak a munkaerő kifejtésére alkalmas alakváltozása a váltakozó különmemü haránt rétegeit képező részecskéknek megfelelő sorakozása által eszközöltetik, s ha tovább a közlött vizsgálati eredmények határozottan arra is mutatnak, hogy azon részecskék képesek kölcsönösen egymásra irányítólag behatni és pedig két különböző, a széles és a keskeny csikolatoknak felelkező módozat szerint, mely utóbbiak akképen látszanak az izomállomány vegyi alkotától függni, hogy ennek megváltozása egyszersmind azon hatások módozatát is, az egyikéről a másikára átváltoztatja; ugy még is nincsen egyelőre kizárva azon lehetőség, hogy ama kölcsönös hatásoknak módozatára a vegyi alkaton kívül még más tényezők szintoly határozó befolyást gyakorolhatnak és a vegyi változás és ama irányulási módozatok megmásítása közzé még közvetlenebb közvetítőkép lépnek. Míg ama kettőnek köz-

vetlenebb összefüggése mellett azon körülmény látszik szólani, hogy az izomban tetanikus megerőltetésével arányban szabad sav halmozódik föl, és így azt engedi következtetni, hogy szintugy az izomnak minden egyszerű összehuzódásakor, hosszán minden harántosztályában sav szabadul föl, melynek befolyása alatt ez osztályokban az új rendeződés be áll; addig másfelől, -- sok egyébtől eltekintve — ez ellenében nem épen jelentéktelen ellenérvet képez azon tetemes különbség, mely egyfelől az izom rendes összehuzódásának oly fölötte gyors lefolyása, a rövidülési hullám oly sebes elhaladása és másfelől azon fölötte lassú, mintegy csak mászva tova haladó mozgalom közt fönnáll, melylyel pl. valamely vegyszer behatásakor a csíkolatoknak megváltozása rétegről rétegre átterjed.

De mig így azon tényezőkre nézve, melyek a rendes életviszonyok közt az izomrostnak belső rendjét megváltoztatják e vizsgálatok sem nyújtanak bővebb fölvilágosítást, addig még is képesek az izom dermének jelentőségét némi irányban jobban földeríteni.

Nem szándékom itten a bár mely okból beállott dermének részletes taglalásába bocsátkozni, sem nem vonom kétségbe, hogy midőn a megdermedt izom már átlátszatlan, kemény, szakadékony és ruganyosságát elvesztette, akkor az teljesen el van halva. Csak azon megrövidülésre vonatkoznak észrevételeim, mely a derme kiséretében föllép.

Sokan e megrövidülésnek is okát az izomállomány meg-alvadásának tulajdonítják; azonban ha ez utóbbi teljesen elégséges is az izom tulajdonságainak előbb említett megváltozását magyarázni, nem elégséges egyszersmind magát a derme alatti megrövidülést is megfejtteni.

E megrövidülésnél ugyanis a csíkolatok ép úgy vannak megváltozva, a mint azok valamely vegyszer vagy a villam-áram behatásakor megváltoznak, és annál sűrűbb és finomabb csíkolatok képződnek ekkor is, minél nagyobb fokot ért el a megrövidülés. Ámde tudjuk, hogy az azon behatásokra képződött finom csíkolatok bizonyos ideig még az eredeti széles csíkolatokra visszaváltoztathatók, és azért ama csíkolatok képződésekor az izomrost elhaltak még nem tekint-

hető, mert az izomrészecskéknek e felelkező új sorakozása a dermében föllépő szabad sav befolyása alatt nem jön más-kép létre, mint ép az élő állapothoz kötött tulajdonságaiknál fogva.

Az idő, mely alatt a derménél az izombennék megtartja képességét a csikolatok visszaváltoztatására, nyilván a megindult vegyi változások gyorsabb vagy lassúbb lefolyásától függ; de hogy azon képesség nem szűnik meg azonnal, a mint a dermével rövidülés áll be, arról tanúságot tesznek azon ismert kísérletek, melyeknél Brown-Séquard-nak valamint Schiff-nek sikerült a már dermedésbe jutott izmokat életképes állapotba visszahelyezni. Magától értetődik, hogy e visszahelyezés csak bizonyos idő határán belől lesz lehetséges, valamint hogy a csikolatoknak visszaváltozása nem fog a megdermedt izomban létrejöhetni, minthogy azon sav, melynek befolyása alatt a csikolatok első megváltozása támadt, a derme további tartama alatt nem csak el nem távolíttatik, hanem a tovább haladó vegyi elváltozások alatt még inkább felhalmozódik, sőt maga az izombennék megalvad és ilykép a részecskék mozgását, még ha ez különben lehetséges is volna, teljesen megakadályozza.

E szerint azon folyamat, mely a derme összes tüneteit egymás után létre hozza, ugyan elhalási folyamat, mindazáltal az izomnak megrövidülése, mely e folyamat alatt a csikolatoknak megváltozása által van föltételezve, az izomrészecskéknek ugyanazon kölcsönös irányító képességében találja okát, melylyel azok egyáltalában élettulajdonságaiknál fogva birnak, melylyel azok bármely más körülmények közt is az izom megrövidülését eszközlik, és mely azokban a derme első időszakában azonnal legalább még meg nem szűnt.

Könnyen belátható végre, hogy valamint az életben az erősen kifeszített izom, összehuzódásában meggátolva lévén, tetanikus ingerlés mellett sem képes finom csikolatokba rendeződni, ép úgy nem fog ilyeneket felmutathatni a megdermedt izom sem, ha az kifeszített helyzete miatt meg nem rövidülhetett, mert az izomrészecskék irányító ereje elégtelen volt a kifeszített rostburok ellenszegülését az alakváltozás irányában legyőzni.

Nem hagyhatom végre még teljesen említés nélkül azon változásokat, miket az izomrost váltakozó irányú bevezetett áram behatása alatt elszenved. Gyengébb erejű ilyféle áramütések mellett gyakran sikerül legalább helyenkint a békaizomrostokban is a rovarizmokban maguktól beálló hullámokhoz hasonló, tovahaladó vagy egy helyen maradó és ideoda hajlongó hullámszerű összevonulásokat látni. Erősebb áram behatása azonban a rostbennéket gyorsan feldulja szakaszonkint vagy egész hosszában is; a teljesen feloszlott csíkolatokból kibontakozott szemcsék semmiféle rendbe nem sorakoznak, hanem részint szétváltan maradnak, részint kisebb-nagyobb, sokszor feltűnően fénylő göröngyökbe összecsoportosúluak, és már néhány másodperc múlva az egész rost akképen elváltozva mutatkozik, mint a zsirosan elváltozott izmok az ismert leírások szerint lenni szoktak.

Hogy ez esetben zsiros elváltozásról nem lehet szó, az kétséget nem szenved; de épen, mert az izomrost a nélkül is ilyképen elváltozva látszhatik és másfelől semmiképen ki nem zárható, hogy az ép így nem csak egyedül a bevezetett áram, hanem más befolyások következtében is elváltozhat, helyén volna a zsiros elváltozást nem csak a pusztá látszat után, nem egyedül a rostbennékek szemcsés szétesése alapján állítani, hanem minden előforduló esetben, egyelőre legalább, a zsir túlságos mennyiségének valódi jelenlétét vegyi úton felmutatni. A hagyományos hittől való eltérés és nem restelkedő bizalmatlankodás, talán nem volna e téren időszerűtlen, mert remélhető, hogy a nem kimélt munkát eredmény fogná jutalmazni.

módja. Szabó. 16 kr. — IX. A gombák jelleme. Haszlinuszky. 10 kr. — X. Adatok a zsírfelszívódáshoz. Thanhoffer. 60 kr. — XI. Adatok a madárszem fésűjének szerkezetéhez és fejlődéséhez. Mihálkovich. 25 kr. — XII. A vese vérkeringési viszonyairól. Högyes. 50 kr. — XIII. Rhizidium Englenae Alex. Braun. Adalék a Chytridium félék ismeretéhez. Dr. Entz. 30 kr. — XIV. Vizsgálatok az emlősök fülszigájáról. Dr. Klug. 40 kr. — XV. A pesti egyetem ásványtárában levő földpátok jegecsorozatai. A. B. t. 60 kr.

Negyedik kötet. 1873.

I. A magyar gombászat fejlődéséről és jelen állapotáról. Kalchbrenner. 25 kr. — II. Az Aethyloxalátnak hatásáról a Naphtylaminra. Balló. 10 kr. — III. A salvinia natans spóráinak kifejlődéséről. Jurányi. 20 kr. — IV. Hyrtl Corrosio-anatómiája. Lenhossek. 10 kr. — V. Egy új módszer a földpátok meghatározására kőzetekben. Szabó. 80 kr. — VI. A beocsini márga földtani kora. Hantken. 10 kr.

Ötödik kötet. 1874.

I. Emlékbeszéd Kovács Gyula fölött. Gönczy. 10 kr. — II. Magyarország téhelyröpiinek futoncziéléi. Fivaldszky. 40 kr. — III. Beryllium és aluminium kettős sók. Welkov. 10 kr. — IV. Jelentés a Capronamid előállításának egy módjáról. Fabinyi. 10 kr. — V. Időjárás viszonyok Magyarországon 1871. évben; különös tekintettel a hőmérsékre és csapadéokra. 7 táblával. Schenzl. 50 kr. — VI. A Nummulitok rétegzeti (stratigraphiai) jelentősége a délnyugati közpennmagyarországi hegység ó-harmadkori képződményeiben. Hantken. 20 kr. — VII. A vízből való élet- és vagyonmentés és eszközei. Kenessey. 20 kr. — Adatok a látahártya-maradvány kórodai ismeretéhez. VIII. Hirschler. 15 kr. — IX. Tanulmány a régi zsidók orvostanáról. Dr. Bózsay. 25 kr. — X. Emlékbeszéd Agassiz Lajos k. tag fölött. Margó. 15 kr. — XI. A rakovaci sanidintrachyt (?) és földpátjainak vegyelemzése. Koch. 10 kr.

Hatodik kötet. 1875.

I. Emlékbeszéd gr. Lázár Kálmán felett. Xántus. 10 kr. — II. Dorner József emléke. Kalchbrenner. 12 kr. — III. Emlékbeszéd Török János l. t. felett. Érkövy. 12 kr. — IV. A suly- és a hő állítólagos összefüggéséről. Schuller. 10 kr. — V. Vizsgálatok a kolozsvári m. k. tud. egyetem vegytani intézetéből. Dr. Fleischer. 20 kr. — VI. A knyahinai meteorokó mennyileges vegyelemzése. Dr. Than. 10 kr. — VII. A színérzéről indirect látás mellett. Dr. Klug. 30 kr. — VIII. Egy felszíni Hypogaeus. Haszlinuszky. 10 kr. — IX. A margitszigeti hévforrás vegyi elemzése. Than. 10 kr. — X. Öt közlemény a m. k. Egyet. vegytani intézetéből. Előterjeszti Than. 20 kr. — XI. A kőzetek tanulmányozásának módszerei stb. Dr. Koch. 30 kr. — XII. Nyolcz közlemény a m. k. egyetem vegytani intézetéből. Előterjeszti Than. 30 kr.

Hetedik kötet. 1876.

I. Vizsgálatok a kolozsvári m. k. tud. egyetem vegytani intézetéből. Közli Dr. Fleischer	20 kr.
II. Bárány Prónay Gábor emléke. Haberern	12 kr.
III. A légnomás változásainak pontos meghatározásáról. Schuller	10 kr.
IV. Négy közlemény a m. kir. orvosi tanintézetből. Bemutatja Dr. Thanhoffer	50 kr.
V. Pólya József emléke. Dr. Török	10 kr.

VI. Tanulmányok a talajabszortiója fölött. Dr. Pillitz . . .	20 kr.
VII. A szőlő öbolye. Hazslinszky	10 kr.
VIII. Az agy féltékéinek és a kis agynak működéséről. Balogh .	40 kr.
IX. Krystálytani vizsgálatok a betléri wolnyon. 3 képtáblával. Szécskay.	30 kr.
X. Az agy befolyásáról a szívmozgásokra. Balogh . . .	10 kr.
XI. Két isomér Monobromitronaphthalinról. Dr. Fabinyi	10 kr.
XII. Kubinyi Ferencz és Ágoston életrajzuk. Nendtvich . .	10 kr.
XIII. Jelentés Görögországba tett geologiai utazásairól. Dr. Szabó	10 kr.
XIV. A felsőbányai trachit wolframitja. 1 táblával. Dr. Kren- ner	10 kr.
XV. Vizsgálatok a kolozsvári m. k. tud. egyetem vegytanin- tézetéből. 6) A cyansav vegyületek szöveti alkatáról. Dr. Fleischer	10 kr.
XVI. A villányosság kiegyenlődése a szikrában és a szigetelőlk oldalinfuentiája. Kont.	10 kr.

Nyolczadik kötet. 1877.

I. Az isogonok rendhagyó menetéről Magyarországon erdélyi részeiben. Schenzl	40 kr.
II. A hortobágyi keserűvíz elemzése. Dr. Schvarcz	10 kr.
III. Adatok a járulékos gyökerek fejlődéséhez. Schuch . . .	10 kr.
IV. Vizsgálatok a fulminátok (dursavvegyek) vegyalkata fe- lett. Dr. Steiner	20 kr.
V. Az emberi vese Malpighi-féle lobrai. Lenhossék József.	20 kr.
VI. Adalékok a kárpátok földtani ismeretéhez. Hantken Miksa.	10 kr.
VII. Tanulmányok az aldehidek vegyületeiről phenollokkal. (Első értekezés.) Di-hydroxyphenyl-aethan és vegyületei. Dr. Fabinyi Rudolf.	10 kr.
VIII. Magyarhoni Anglesitek. Székfoglaló értekezés Dr. Kren- ner József Sándortól. (9 táblával.)	20 kr.
IX. A vas chemiai alkata és keménysége közötti vonatkozások. Kerpely Antaltól. Két táblával és több rajzzal a szöveg között	20 kr.
X. Ásvány és közettani közlemények Erdélyből. Dr. Koch Antal lev. tagtól.	20 kr.
XI. Emlékezés Dr. Entz Ferencz a m. tud. akadémia levelező tagja fölött. Galgóczy Károly, lev. tagtól	10 kr.
XII. Hőmennyiség-mérések. Schuller Alajos és dr. War- tha Vincze tanároktól. Egy táblával.	20 kr.
XIII. Folyékony cyansó vas-nagyolvasztóból. Közli Kerpely Antal l. tagtól	10 kr.