

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

Igazgató: UDRÁNSZKY LÁSZLÓ dr. egyet. ny. r. tanár.

## Galvános és chemiai ingerhatások összehason- lítása béka idegizomkészítményén.<sup>1</sup>

Irta: VERESS ELEMÉR dr. az élettan magántanára, az élettani intézet adjunctusa

Az idegizomkészítmény ingerlékenységének jellegeit illetőleg, rendesen az elektromos ingerhatást használjuk föl a tájékoztatásra. Ez az ingerlés, közvetlenül az idegre való alkalmazása esetén tényleg a legtöbbet fölfed, és segítségével az ingerlékenység természetes viszonyaiból a legtöbb kapható meg. Nehány kísérleti sorozatot abból a célból végeztem, hogy lássam, vajjon az idegnek chemiai ingerlése alkalmával azokból a sajátságokból, a melyek az elektromos és pedig főleg a galvános ingerlés nyomán szem elé kerülnek, mennyi nyilvánul meg. Más szóval azt óhajtottam vizsgálni, vajjon a különböző állapotokba kerülő, pl. lehűtött, fáradt, veratrinos stb. idegizomkészítmény idegének chemiai ingerlésére nyert izomgörbék között lehet-e oly különbségeket találni, mint a minők a galvános ingerléskor mutatkoznak. A végből, hogy az ingerlékenység képét a legszokottabb módon tüntethessem föl, az ideg izgalmának kifejezésére a vele összefüggő izom összehúzódását használtam fel. A kétféle szervnek illetően egységesítése csak az oly általánoságban való szemlélődés terén fogadható el, mint pl. e dolgozatban, melyben nem annyira az oknyomozást, mint inkább a jelenségek egyszerű leírását tűztem ki feladatul.

<sup>1</sup> Előadatott az E. M. E. orvostudományi szakosztályának 1910 januárius 29.-én tartott szakülésén.

Kísérleteimhez a *Rana esculenta* idegizomkészítményeit használtam fel és pedig úgy, hogy a béka ingerlékenységét még az állat életében és az állat megsértése előtt, valamely már ismeretes módon megváltoztattam, s aztán a békát megölvén, az idegizomkészítményt mindenek előtt galvános árammal, neurodirekt ingerlés révén vizsgáltam. Egy DANIELL elem áramkörébe áramszakítót, interruptort<sup>1</sup> iktattam, melynek megfelelő beállításával különböző időelosztásokban áramszakításokat lehet végezni. Ezek szolgáltak ingerként. Legtöbbször másodpercenként három ingerlést alkalmaztam, részben azért is, hogy a galvános és chemiai ingerhatás összehasonlításakor a summatio viszonyaira is tekintettel lehessenek.

A kísérleteket lehetőleg azonos berendezéssel és föltételekkel hajtottam végre, hogy az összehasonlítást a kísérleti föltételek lehetőleg ne zavarják. Ezért, bár a galvános ingerléssel sok esetben már ismert viszonyokat vizsgáltam, az összehasonlítás kedvéért, a rendelkezésre álló irodalmi adatok mellőzésével, saját adataimra kell támaszkodnom. Az izomgörbék fölvételére a MAREY-féle myographion-t használtam, a leglassúbb forgással, midőn a henger 1 mp-ben 6 mmnyi útát tesz meg. A galvános és a chemiai ingerlés alkalmával a megölt békát, vagy a kimetszett idegizomkészítményt a myographionhoz tartozó asztalkára vízszintesen helyeztem el. Az író áttétele  $4\frac{1}{2}$ -szeres volt.

Hogy az összehasonlításra vezérfonalként az ingerlékenységnek valamely különleges vonását állíthassam elő, arra kellett törekednem, hogy az idegizomkészítmény ingerlékenységében valamely beavatkozással a galvános ingerléssel fölfedhető, olyan változást hozzak létre, hogy annak nyomát a chemiai ingerhatás görbéin joggal kereshessük. Az ingerlékenységet oly beavatkozásokkal igyekeztem megváltoztatni, a melyek a szabályos periodikával történő galvános ingerlés hatására éles bélyeget nyomnak. E beavatkozások a következők voltak: vízelvonás, fárasztás, veratrinózás, lehűtés és fölmelegítés.

<sup>1</sup> UDRÁNSZKY tanár úr útásításai nyomán LUTZE FERENCZ egyetemi mechanikus készítette.

### 1. Kísérletek vízvesztéséget szenvedett békákon.

DURIG beható vizsgálatai<sup>1</sup> számos adatot szolgáltatnak abban a tekintetben, hogy a vízvesztés a békák mozgásaira, az izomösszehúzódás lappangási idejére, az ideg vezetőképességére stb. mily hatást fejt ki. Ő azonban izomgörbékét nem vett föl. A vízvesztéséget pár tájékoztató kísérlet után magam igen alkalmasnak találtam arra, hogy segítségével az izomgörbéken többféle különleges sajátságot rögzítsek meg. A kísérletek menete a következő volt: A békákat lemérvén, kis nyílású üvegedényben szétszórt világosságú helyen tettem ki a vízvesztéségnék. Ügyeltem, hogy a vesztés legelőleg lassan menjen végbe: Így ugyanis nagyobb vízvesztéséget lehet elérni, a nélkül, hogy az állat tönkremenne. Időről-időre megmérvén a békákat, a kívánt %-nyi súlyvesztés bekövetkezése után a kísérletekre fölhasználtam azokat, mindig föltételezvén, hogy a pár napig tartó előkészítés idején a súlyvesztéségnék csak igen kicsiny, elhanyagolható töredéke volt az, a mely nem az állat szerveinek *résztartalmára* vonatkozott.

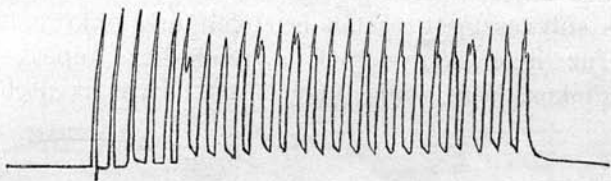
A béka megölése után 15—20'-nyi idő elteltével a baloldali n. ischiadicus útján a m. gastrocnemiust különféle szaporaságban, főkép azonban másodpercenként háromszor megszakított galvános árammal ingereltem. Az egyes fölvételek között természetesen 4—5, esetleg 10 percznyi pihenőt tartottam. E kísérletek közben az ideget és izmot nem emeltem ki a testből, csak a szükséges metszéseket és az idegnek és az izomnak a környezettől való fölszabadítását kellett végeznem. A galvános ingerlékenység jellemvonásai felől tájékozódván, ezután rögtön a pihent jobboldalon csináltam idegizomkészítményt, s ennek idegét telített Na Cl-oldatba mártottam, ügyelve természetesen, hogy az ideg metszési felülete az oldatba ne merüljön, nehogy a demarcatiós áram zárása kísérleti hibát okozzon.

A vízvesztéség hatásának bemutatására a jelzett szempontokból a következő fölvételek szolgálhatnak:

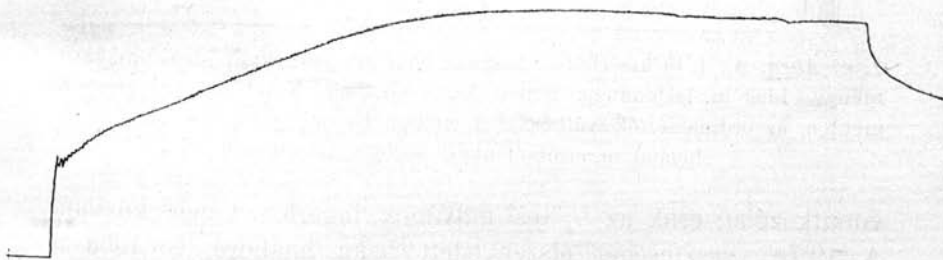
<sup>1</sup> Wassergehalt u. Organfunction. a) Archiv f. d. ges. Physiol. LXXXV., 489. 1. 1901. b) LXXXVII., 42. 1. 1901. c) XCII. 293. 1902.

a) Mérsékelt vízvesztés az ingerlékenységet bizonyos irányban növeli. A vesztés első stádiumaiban a szabadon mozgó állaton is feltűnő izgatottság észlelhető.

Az 1. a) és b) ábrákat 12·5%-nyi vízvesztésű elszenvedett béka idegizomkészítményéről vettem föl. A béka a megfigyelés befejezését megelőzőleg sokat mozgott; bőre nem volt még száraz, különböző reflexeket jól ki lehetett váltani. Az 1. a) fölvételnek megfelelően az interruptor segítségével 1 mp-



1. a) ábra. 12·5%-nyi súlyvesztésű elszenvedett békának baloldali idegizomkészítménye. Az izom (m. gastrocnemius) hosszúsága 26·1 mm. Az ideg ingerlése: 1 DANIELL, mp.-ként 3 áramszakítás.



1. b) ábra. Ugyanaz a készítmény, mp.-ként 10 áramszakítással ingerelve.

ben 3 áramszakítás szolgált a baloldali idegizomkészítmény ingereként. Summatio hiányán kívül a fokozott ingerlékenység jelei az egyes rángásokon is láthatók.

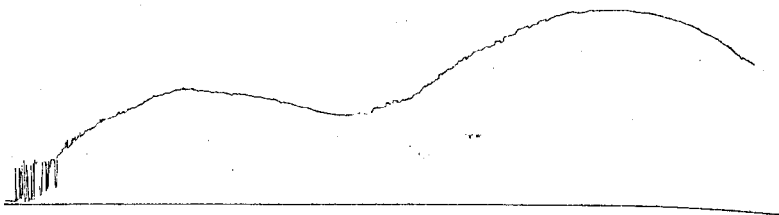
Ugyanezt az idegizomkészítményt a kellő pihentetés után másodpercenként 10 áramszakítással ingereltem. (L. az 1. b) ábrát.) Itt az ingerlékenységet még más körülmény is jellemzi; t. i. azonfelül, hogy a görbe elején az ingerlés szaporasága daczára ingadozások láthatók, a tetanusos tetővonal emelkedik.

Mint hogy az elektromos ingerlés ebben az esetben az ingerlékenység különleges sajátságait tüntette föl, a kérdés az

volt, vajjon ezek közül a chemiai ingerlésnek megfelelő izomgömbén melyek érvényesülnek.

Az 1. c) ábra azt mutatja, hogy a leírt sajátságok itt is érvényesülhetnek. Ugyanannak a békának jobboldali idegizomkészítményéhez tartozó idegét telített *Na Cl* oldatba mártottam. Aránylag rövid lappangási idő múltán a görbe, gyors lefolyású rángások bevezetése után, a tetanusos tetővonal felé épűgy emelkedett, mint az elektromos ingerlés alkalmával.

Ehhez teljesen hasonló chemiai merevedési görbét kaptam 19.7%-os súlyvesztés esetén is; tehát még ekkora fokú veszteség is az ingerlékenységnek a rendeshez képest bizonyos irányban fokozódását vonja maga után. Erre az utóbbi esetre

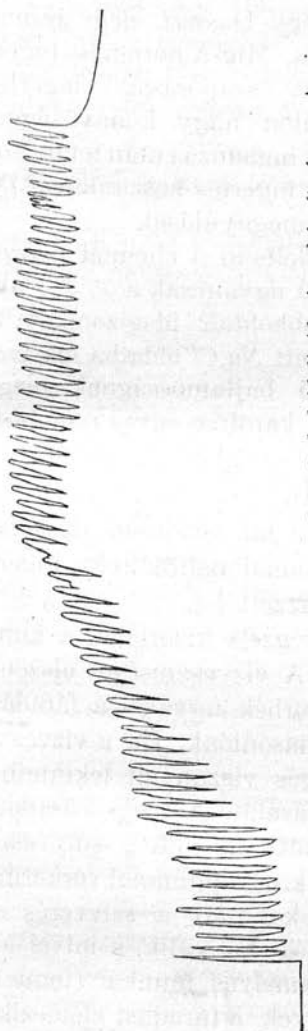


1. c) ábra. Az 1. b) kísérletben használt békának jobboldali idegizomkészítménye. Ideg (n. ischiadicus) telített *Na Cl*-oldatban. Kisebbités az abszcissa mentén, az ordinataérték változtatása nélkül. Ez a kisebbités mindegyik, chemiai ingerléssel nyert görbére vonatkozik.

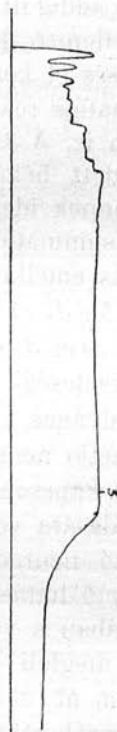
vonatkozólag csak az  $\frac{1}{3}$ -es galvános ingerlés képét közlöm. A 19.7% veszteséget elszenvedett béka hasbőre, továbbá a gyomor és a belek bővérűek voltak, a kitárt izmok gyorsabban száradtak be, mint az előbbi esetben. Ennek az állapotnak meg is felelt a 2. ábrán közölt izomgömb, melyen már az ingerlékenységnek bizonyos megesorbulása tűnik fel. Ezenfelül azonban az ingerlékenységét másodlagosan jellemző körülmény az, hogy a görbe átlagos amplitudója a kísérlet vége felé növekedett. Az elektromos ingerlés tehát az ingerlékenységnek több oly sajátságait föltárja, melyek egymásnak bizonyos mértékig ellentmondani látszanak. Ezeknek megfelelő sajátságokat a chemiai ingerlés nagyjában szintén elénk tár.

b) Nagyobbfokú vízvesztés következtében, neurodirekt galvános ingerlésre summatio áll elő.

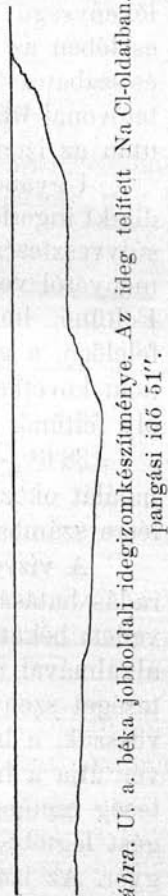
A 3. a) és b) ábrák 33,3%-nyi súlyvesztéséget elszenvedett békától származnak. A még élő béka, ha hátára fektettem,



2. ábra. 19,7% súlyvesztéséget elszenvedett békának baloldali idegizomkészítménye. Az izom hosszúsága 28 mm. Az ideg ingerlése: 1 DANIELL, mp.-ként 3 áramszakítás.



3. a) ábra. 33,3% súlyvesztéséget elszenvedett békának baloldali idegizomkészítménye. Az ideg ingerlése: 1 DANIELL, mp.-ként 3 megszakítás. Az izom hosszúsága 22,5 mm. S = az ingerlés beszüntetése.



3. b) ábra. U. a. béka jobboldali idegizomkészítménye. Az ideg teltett Na Cl-oldatban. Lapangási idő 51'.

még visszafordult és általában elég nyers erő birtokában volt; megölése alkalmával a bőrön át nyalábos rángások nem voltak észlelhetők, ellenben a tetanus, a gerinczvelő zúzása következ-

tében, eléggé kifejezett volt. A sebből vér nem folyt; a bőr a kiálló testrészeken száraz volt, rugalmassága igen szenvedett.

A 3. a) ábrának megfelelő görbét úgy vettem föl, hogy a baloldali idegizomkészítmény idegét egy DANIELL elem áramával,  $\frac{1}{3}$ "-es megszakításokkal ingereltem. Míg a normális ingerlékenységű ideg, illetőleg izom, ilyen szaporaságú ingerlés esetében az egyes rángásokat külön-külön nagy könnyűséggel és szabatosággal végzi, addig itt néhány ingadozás után tetanusos tetővonal íródott le. Jellemző, hogy az ingerlés beszüntetése (s) után az izom nagy késéssel kezdte el megnyúlását.

Ugyanez a summatiós reakció észlelhető a chemiai neurodirekt ingerlés esetében is. A 3. b) ábrát ugyancsak a 33·3%-nyi súlyvesztésűt szenvedett békának jobboldali idegizomkészítményéről vettem föl, ennek idegét telített *Na Cl* oldatba mártva. Feltűnő, hogy itt, a summatióra való hajlamosságnak megfelelően, a görbe lankás emelkedésével karöltve egyes rángások nem következtek be. Az 1. c) ábrával szemben az ellentét ép oly feltűnő, mint az 1. a) és 3. a) között.

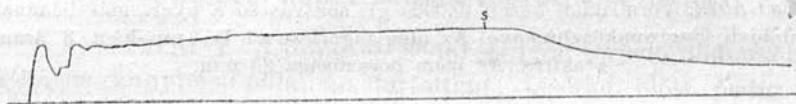
38·6%-nyi súlyvesztésűt esetén, a mi rendesen az állat halálát okozza, sem galvános, sem chemiai neurodirekt ingerlésre számbavehető reactio nem következett be.

A vízvesztéssel kapcsolatban végzett kísérletek a kifáradás hatásának vizsgálására vezettek. A vízvesztésűt elszenvedett békától származó neurodirekt görbék ugyanis a fáradás alkalmával megfigyelhető hatásokhoz hasonlóak. Ha a vízvesztésűt szenvedett békában a vérkeringés viszonyait tekintetbe vesszük, a hasonlóság megleli magyarázatát. A megsűrűsödött vér útja a hajszálereken át akadályozott; 30–35% súlyvesztésűt esetében pl. az úszóhártyákon mikroskopiumpal vérkeringést legtöbbször nem lehet látni. Ilyenkor már a szívverés is gyér. Az izmok kiöblítése tehát fogyatékosná válik, s mivel az izmok az élőben mindig végeznek valamelyes munkát (tonus), bennük azok a bomlástermékek, a melyek a fáradást előidéznek, lassanként felhalmozódnak. Ez lehet legalább részben annak is oka, hogy a vízvesztésűt elszenvedett béka izmaiban a fásztott izomhoz hasonlóan a hullamerevség sokkal hamarabb következik be, mint rendes viszonyok között; sőt, ha az állat víz-

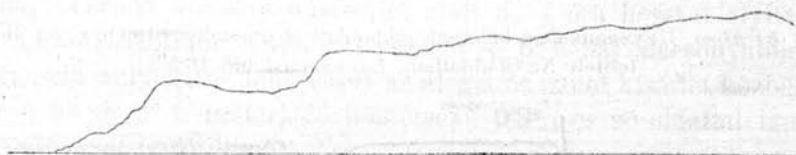
veszteség következtében pusztult el, izmai még az élet idejében bizonyok fokig merevek lévén, a halál utáni merevség bekövetkezése éles határral meg sem jellemezhető, mert ennek csirái még a szervezet életéből származnak. A párhuzamot teljessé teszi az az ismeretes adat, hogy a nagyobb fokú vérvesztéséget elszenvedett szervezetben a hullamerevség korábban áll be, mint rendes viszonyok között.

## 2. Kísérletek fárasztással kapcsolatban.

Ép béka baloldali idegizomkészítményét másodpercenként 15-ször megszakított árammal kb. 7—8 percig izgattam, míg a



4. a) ábra. Ép béka idegizomkészítménye. Az ideg izgatása révén történt fárasztás után mp.-ként 3 áramszakítással izgatva.



4. b) ábra. Ugyanennek a készítménynek idege telített Na Cl-oldatban. Lappangási idő 16'.

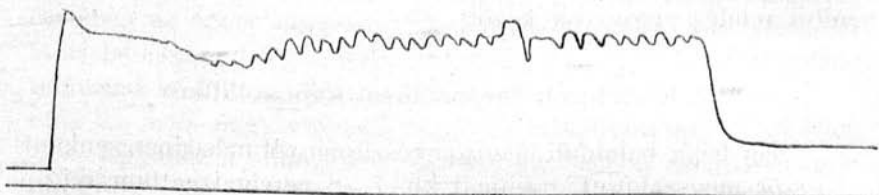
fáradás oly fokot ért el, hogy ugyanez az idegizomkészítmény mp.-enként 3 áramszakításra a 4. a) ábrán feltüntetett summációs görbét adta.

Jellemző, hogy az ingerlés beszüntetése után (s) az izom nagy késéssel kezd megnyúlni, épúgy, mint a 3. a) ábrának megfelelően, a vízelvonásos kísérletben. Rögtön a 4. a) görbe fölvétele után ugyanannak az idegizomkészítménynek idegét telített Na Cl-oldatba mártottam. A 4. b) ábrán feltüntetett izomgörbe alakja, a 4. a) tulajdonságaiból mintegy várható volt, s a fentebb említett analógiának megfelelően, a vízelvonásos görbéhez (3. b) hasonlítható.



## 3. Kísérletek veratrinnal.

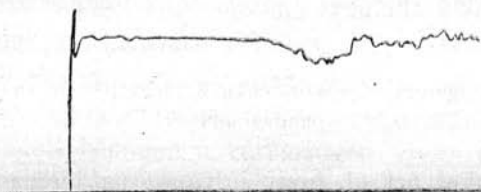
Téli békát veratrinum hydrochloricummal mérgeztem (kb. 0,0005 grm., sósvízben oldva, a nyelv alá); midőn az állat hátára fektetve többé már nem fordult vissza (ezt az ingerlékenységi állapotot vettem vizsgálat alá), megöltem, s a bal idegizom-



5. a) ábra. Veratrinnal kezelt (0 0005 gr. sósavas só a nyelv alá) békának baloldali idegizomkészítménye. Az ideg ingerlése: 1 D., mp.-ként 3 áramszakítás. Az izom hosszúsága 25 mm.



5. b) ábra. Ugyanannak a békának jobboldali idegizomkészítménye. Az ideg telített Na Cl-oldatban. Lappangási idő 16:5".



5. c) ábra. Más, veratrinnal kezelt béka idegizomkészítménye. Az ideg telített Na Cl-oldatban. Lappangási idő 2:5".

készítménnyel az 5. a) ábrát vettem föl (egy DANIELL elem, mp.-ként 3 áramszakítás). Az ingerlés kezdetén a summatióra hajlandóság mutatkozott, 1—2 mp. multán azonban az ingerlékenység megváltozott, s így a rendes veratringörbe képének épen fordítottja állott elő; az ingerlékenység a summatiós állapottól kibontakozott, holott rendes viszonyok között a változás fordított szokott lenni. Itt oly sajátság lépett előtérbe, mint a milyen

a chemiai ingerlésnek megfelelő izomgörbén is nyilvánulhatott. Az 5. b) ábrát a jobboldali pihent idegizomkészítmény idegének chemiai ingerlése szolgáltatta. A chemiai ingerlésre, a 16'5"-nyi lappangási idő multán leírt görbének első fele a galvános ingerlés görbójének első felével összevág. A tetővonal körül végzett ingadozások pedig a galvános ingerlés második feléhez hasonlítanak.

Más esetekben a chemiai ingerlés görbáját hatalmas összehúzóadás vezette be és azután az 5–6 percig tartó fölvétel idején folytonosan ingadozó tetővonal íródott le (5. c). Ez utóbbi a galvános ingerléskor nyert hullámos tetővonallal egyezik.

#### 4. Lehűtéssel kapcsolatban végzett kísérletek.

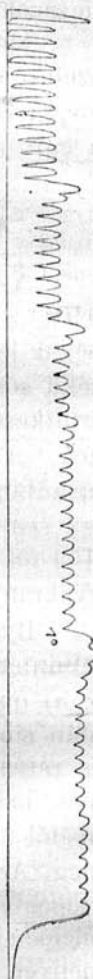
A békákat 2–3 óráig  $+3^{\circ}$ -tól  $+1^{\circ}$ -ig terjedő hőmérsékű 0.9%-os konyhasó-oldatban tartottam; kísérlet előtt pedig a békák legalább 1 óráig hóba sülyesztett edényben  $+1^{\circ}$  C hőmérsékű sósvízben voltak. Hogy az állattal, illetve a készítménnyel érintkező tárgyak mind lehetőleg alacsony hőmérsékűek legyenek, a szoba ablakait a kísérlet előtt 3–4 óra hosszat nyitva tartottam, azonban a szoba levegőjét  $+6^{\circ}$  C-nál alacsonyabba így sem sülyeszthettem. Ezért az ideget és izmot kísérlet közben  $+1^{\circ}$ -tól  $+4^{\circ}$  C-ig terjedő hőmérsékű 0.9%-os só-oldattal igen gyakran nedvesítettem.

Ilyen körülmények között vettem föl a galvános ingerhatást feltüntető, a baloldali gastrocnemiustól származó izomgörbét (1. 6. a) mp-ként 2 áramszakítás alkalmazásával. Néhány rángás után summatio állott be, amivel egybehangzik, hogy a szakítási és zárasi rángás közös rángássá összegeződött. A 6. b) fölvétel más, hasonló módon kezelt békának baloldali idegizomkészítményétől származik és mp-ként 3 áramszakításos ingerlésnek felel meg. Az  $+1^{\circ}$ – $+1^{\circ}$  jeleknek megfelelően  $+1^{\circ}$  C hőmérsékű sósvízet eszepegtettem az idegre és az izomra. A 6. c) fölvételnek megfelelően ugyanannak a békának jobboldali, pihent idegizomkészítményét az ideg felől  $+5^{\circ}$  hőmérsékű, ezen a hőmérséken telített NaCl oldat behatásával ingereltem. Az izomgörbének úgy rész-

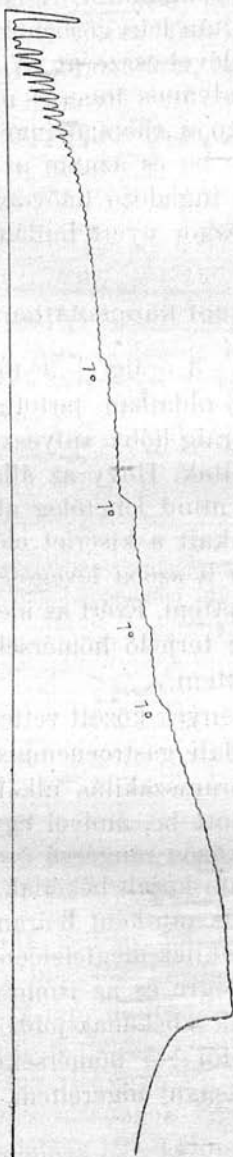
<sup>1</sup> A kísérleteket februáriusban végeztem.

letei, mint alakja általában összevágna a galvános ingerhatásból származó izomgörbével.

6. a) ábra. +1, +2<sup>o</sup>-ra lehűtött békának baloldali idegizomkészítménye. Az ideg ingerlése: 1 D., mp.-ként 2 megszakítás, 1<sup>o</sup> jehek megfelelően 1<sup>o</sup>-os sóvíz az idegre és az izomra.



6. b) ábra. Más, szintén lehűtött békának baloldali idegizomkészítménye; az izom hosszúsága 27.7 mm. Az ideg ingerlése: 1 D., mp.-ként 3 áramszakítás.

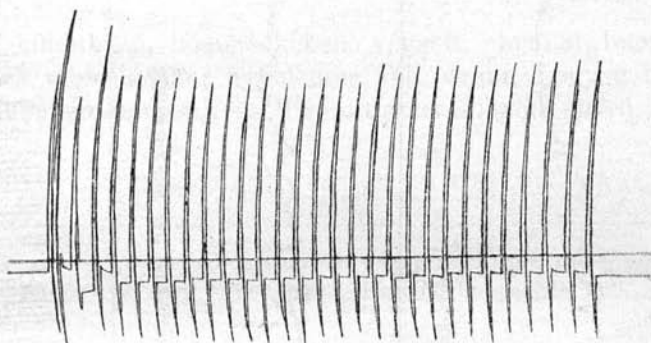


6. c) ábra. Az előbbi lehűtött békának jobboldali idegizomkészítménye. Az ideg +5<sup>o</sup> hőmérsékű felített Na-Cl-oldatban. Lapfangási idő 190<sup>o</sup>.

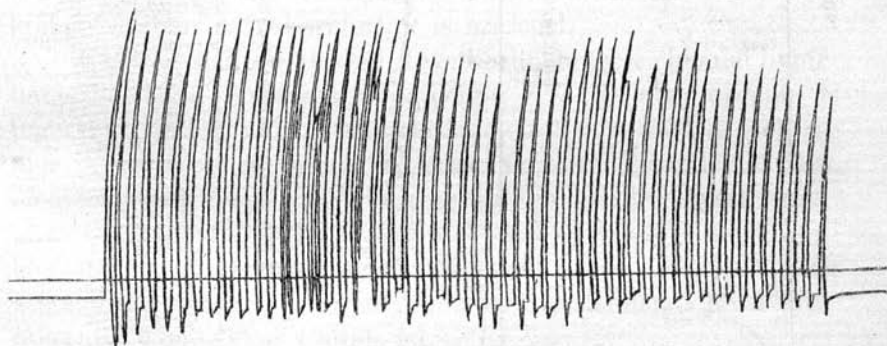


## 5. Kísérletek a hőmérsék emelésével.

A békát a kísérlet előtt kb. 1 óráig  $25^{\circ}$  hőmérsékű vezetői vízben tartottam; kísérlet közben pedig az idegizomkészítményt a lehülés ellen folytonosan  $30-28^{\circ}$  hőmérsékű, 0,9%-os sósvízzel nedvesítettem.



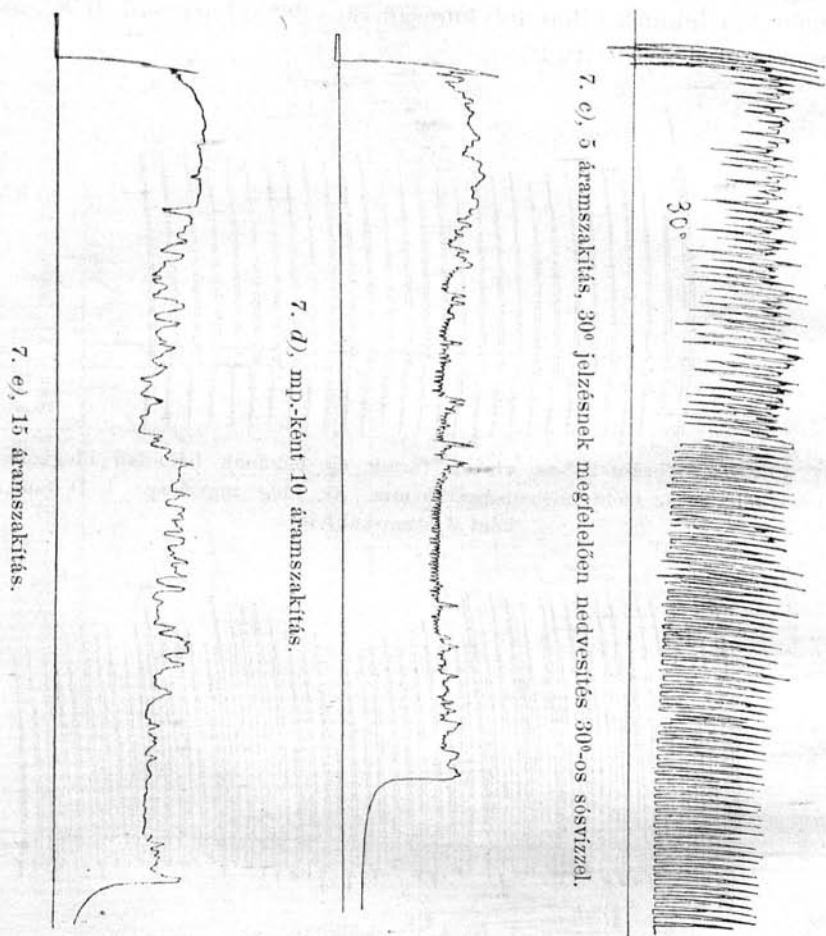
7. a) ábra. 1 óráig  $25^{\circ}$ -os vízben tartott ép békának baloldali idegizomkészítménye, az izom hosszúsága 25 mm. Az ideg ingerlése: 1 D., mp.-ként 3 áramszakítás.



7. b), 4 áramszakítás.

A 7. a)–e) ábrák galvános ingerlés hatását tüntetik fel. A 7. a) ábrának megfelelően az áramszakítások száma másodpercenként 3, 7. b) ben 4, 7. c)-ben 5, 7. d)-ben 10, 7. e)-ben 15 volt. Teljes summatio az utóbbi leghatározottabb ingerlés esetében sem következett be, itt azonban az ingadozások az ingerlés

szaporaságának nem felelhetek meg. Itt csupán bizonyos számú rángásoknak csoportos summatiójáról lehet szó. A 7. c) ábrának megfelelő kísérletben az ingerlés kezdetén a meleg sósvízzel való



nedvesítést rövid időre beszüntettem; a bekövetkezett esékély lehülés elegendő volt arra, hogy a summatio meginduljon, további kialakulását azonban újabb fölmelegítés révén meg lehetett akadályozni. Ennek következtében az izomgörbe balról-jobbra előrehaladva, a summatio feloldódását jelzi.

Az ideg chemiai ingerlésének képén (7. f) ábra) a galvános ingerhatással egyező jellegek azonnal szembetűnnek. Jellemző, hogy a tetővonalakon, sőt a leszálló száraknak megfelelően is mutatkoztak rángások, holott más esetekben a merevedéskor bekövetkező rángások ellenkezőleg tetővonal képződését vezetik be, s ha ez már kialakult, a rángások egyidőre nagyjából szünetelnek.

A különböző hőmérsékeken végzett chemiai ingerlések hatásának elbírálásakor figyelembe kell venni, hogy a hőmérséktől függően nemcsak az ingerelt szerv állapota eltérő, hanem



7. f). A 7. a)–e) kísérletekben használt békának jobboldali idegizomkészítménye. Az ideg telített Na Cl-oldatban. Lappangás 75".

az inger erőssége sem egyforma. A különböző hőmérsékeken a sóoldat telítésének mennyiségi viszonyai eltérők, továbbá az osmosis is különböző gyorsasággal megy végbe. Ezért a behatás meredekségében is különbségek támadhatnak. Az ingerhatás kialakulásában ez a körülmény is szerepel.

Ezekből a kísérletekből következik, hogy a chemiai ingerhatás képe, ha ugyanazt az anyagot (*Na Cl*) alkalmazzuk is ingerként, sokféle módon változtatható, csak úgy, mint az elektromos ingerhatás. A fáradt, a vizet vesztett, a veratrinos stb. idegizomkészítmény idegének chemiai ingerlésére nyert izomgörbék egymástól kellő gyakorlottsággal épen ezért megkülönböztethetők. A chemiai ingerhatás azonban az ingerlékenység különböző változatait az elektromos ingerhatásnál jóval általánosabb vonásokkal tünteti fel.