

## NÉHÁNY EGYSZERŰ SEGÉDESZKŐZ AZ ÁLLATÉLETTANI KÍSÉRLETBEMUTATÁS TÖKÉLETESÍTÉSÉRE

VÁGÁS ENDRE — TÓTH GÉZA

Közlésre érkezett: 1968. nov. 15.

Az állatélettani kísérletek korszerű szintű bemutatását napjainkban több körülmény gátolja. Részint hiányzanak (nem szerezhetők be) egyes segédeszközök; másrészt számos eszköz ma ismert típusa nem, vagy csak kevésbé felel meg a demonstratív bemutató kísérletek modern követelményeinek. Különösen a *frontális kísérleteztetés* megvalósításának, a *demonstrációs tömegmunka* eszközeiben van hiány. A főiskolai oktatásban az előírt állatélettani kísérletek sorának bemutatása, ill. tanulságos elvégeztetése — a megszabott időkereten belül — ugyanis csak abban az esetben lehetséges, ha nem kell feleslegesen bajlódni az eszközökkel.

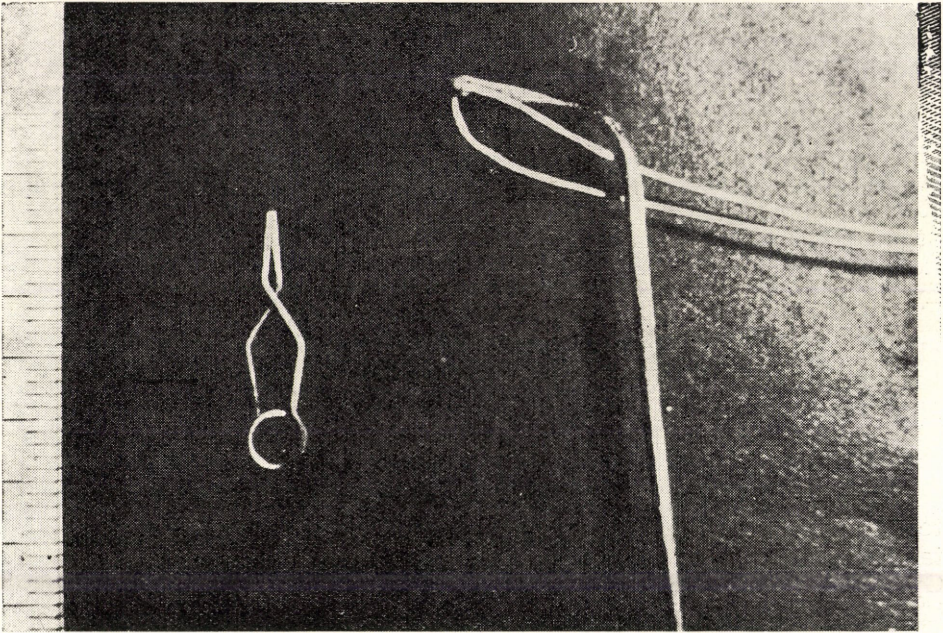
Igen fontos az is, hogy a bemutatásra kerülő kísérleteinknek ne a *technikája* (esetleg túltengő technikai részletei) domináljon, hanem azok *élettani lényege*. Emelett követelmény a technikai fölénytel (tökéletesen), hiba nélkül bemutatott kísérlet; hiszen nemcsak az élettant — mint tantárgyat, hanem a kísérletbemutató módszertanát is oktatjuk egyben. Gyakorlati munkánk eredményességének feltétele a kísérletek világos, könnyen érthető művelettervezése, valamint az, hogy az egyes műveletek során felhasznált eszközeink működése jól követhető legyen.

A vázolt feladatok megoldására számos segédeszközt készítettünk, melyek közül jelenleg az *izommozgás* és a *szívműködés* élettana (biofizikája) demonstrálására készülteket ismertetjük. Tervezőmunkánk során követelményül tűztük magunk elé, hogy eszközeink lehetőség szerint azokat a kísérleti részleteket (esetleg teljes kísérleteket) oldják meg — a hibátlan demonstráció szempontjából — melyek során a jelenlegi instrumentárium rendszerint cserbenhagyja az oktatót. Tekintettel voltunk arra is, hogy eszközeink ne csak egyetlen, hanem — az *építőszekrény elve* alapján — többféle kísérlet céljára legyenek felhasználhatók, átalakíthatók, variálhatók. Egyszerűségüknél fogva a hallgatók *egyéni* élettani munkafelkészítésének elemeit képezhessék.

Anyagunkat két évi sikeres gyakorlati kipróbálás után mutatjuk be.

A biofizikai kísérletek, állatműtétek leggyakrabban használt kísérleti állatához — a kecskebékához — a megfelelő *kézi műszereknek* csupán egy része áll rendelkezésre. A kereskedelmi forgalomban levő sebészeti eszközök ugyanis az ember méreteit veszik alapul. Az így kialakult (human) mű-

tőfelszerelésnek egyes speciális (legkisebb méretű) darabjai pl. *irisz* kések, *Gräfe*-kések, kis ollók (*irisz* olló, *Harrison* olló), fogászati és szemészeti csipeszek stb., alkalmasak csupán a finomabb beavatkozások elvégzésére. Gyakran azonban még az egészen rutinjellegű kísérleteknél is, mint pl. a szív működés *in situ* vizsgálata, *Stannius* I. ligatúrájának kivitelezése vagy a békaszív izolálása során (*Straub*-kanülös kísérlet), részint a megfelelő sebészeti eszközök erősen kicsinyített másának elkészítésére, részint speciális eszközök konstruálására van szükségünk. Az 1. ábra a békaszív-kísér-



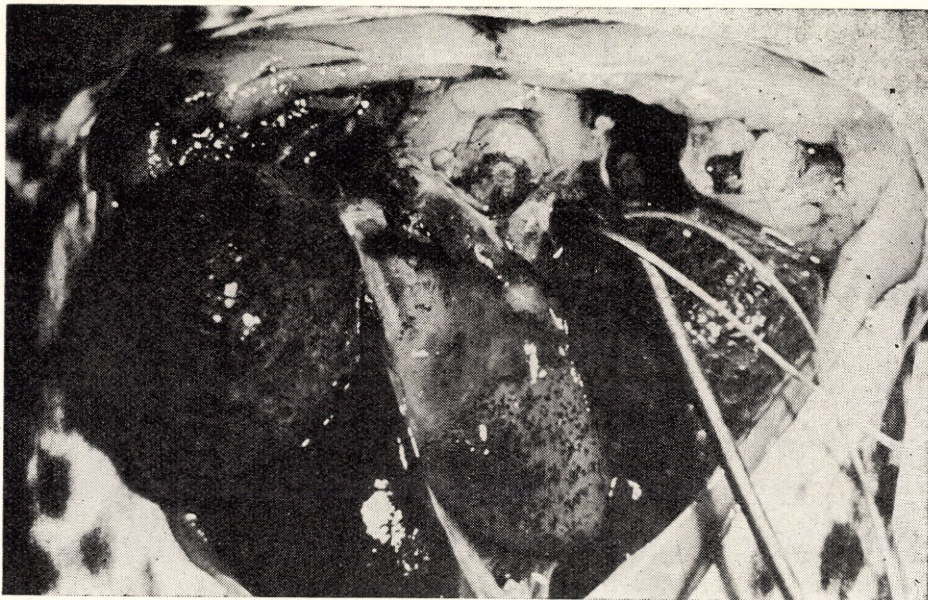
1. ábra  
Szívcsipesz (*serafin*) és békaméretű aláöltő tű.

letek egyik fontos eszközét a szívcsipeszt (*serafin*) valamint egy „béka méretű” aláöltő tűt tüntet fel.

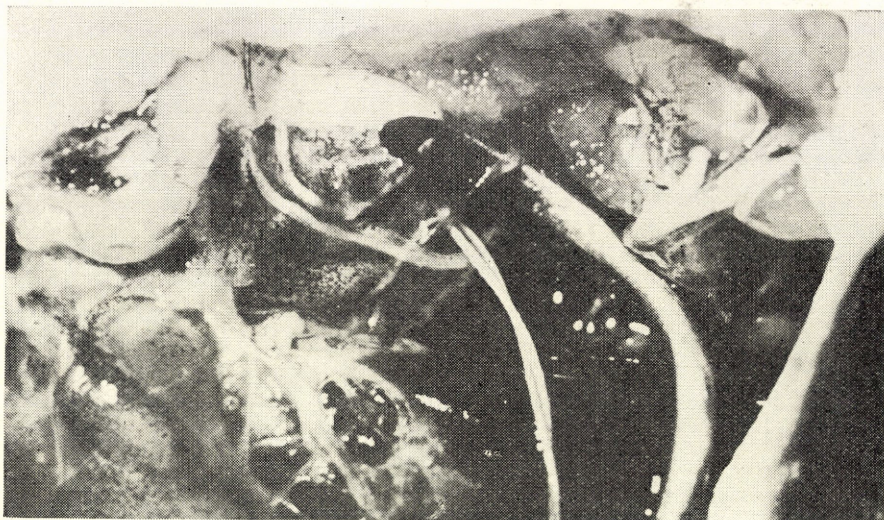
1. A szívcsipesznek (*serafin*) — mely a kísérleti állatműtétek régóta alkalmazott, közismert eszköze — házi elkészítését — beszerezhetetlensége tette szükségessé. A szívcsipeszt az 1. ábra szerinti módosított formában kb. 0,3—0,5 mm vastagságú acéldrótból készítjük, mintegy 12—17 mm hosszúságban, 8—10 cg. súllyal. Szívcsipeszként és a békán végzett nagyobb és hosszabb lefolyású kísérletek esetén érfogóként (cserebogár, budogcsipesz) alkalmazzuk.

2. Erek lekötése esetén (pl. a *Straub*-kanülös kísérletben) vagy idegek fonálra vétele céljára (pl. a vagus izolálása során, a szív működés idegi szabályozásának bemutatásakor) a béka (szintúgy a kisméretűek) méreteihez teljesen alkalmatlan méretű humán sebészeti aláöltő tű, erősen kicsinyí-





2. ábra  
A kecskebéka aortaiveinek aláöltése, a békaszív izolálása során



3. ábra  
A *n. vagus* és az *a. caudate* fonálra vétele, a szív idegi szabályozásának demonstrálása céljára, békán.



tett másának megtervezésére és elkészítésére volt szükség. Megfelelő méretű más műszerkonstrukcióról nincs tudomásunk.

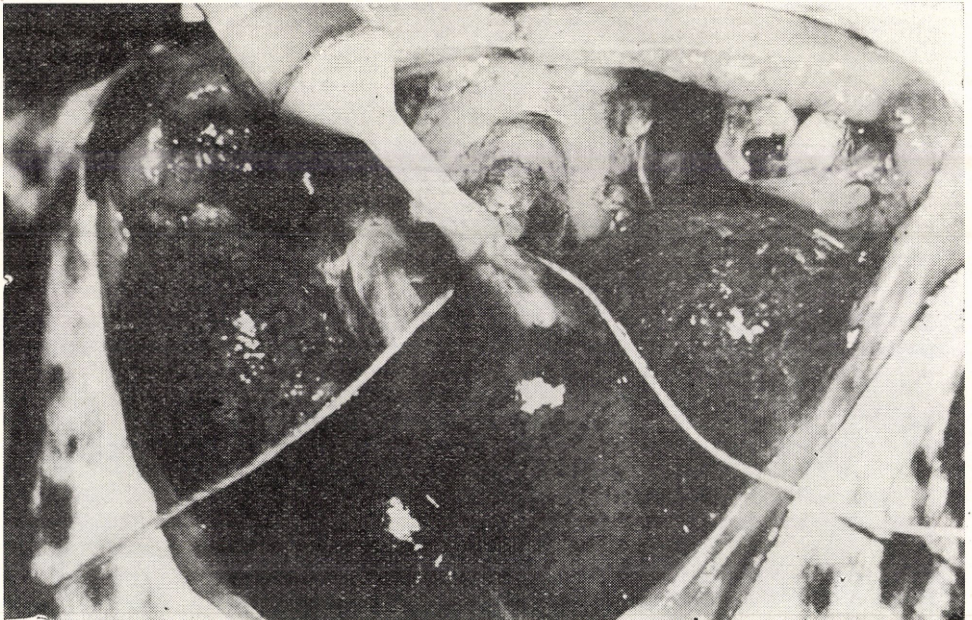
A békakísérletek céljára általunk alkalmasnak talált aláöltő tű hajlának átmérője 8—12 mm. Laboratóriumunkban több méretben 1,5—1,8 mm vastagságú acéldrótból készítjük.

A 2. ábra az aláöltő tűnk használatát ábrázolja a béka aortaíveinek aláöltése közben. A 3. ábrán a n. vagusnak és az a. cutaneanak fonálra vétele során látható az aláöltő tű.

3. Az izolált békaszívvel végzett (*Straub*-kanülös) kísérlet sikerét — különösen a kezdők kezében — több momentum veszélyezteteti:

- A) A megfelelő alakú és méretű üvegkanül kiképzésének nehézsége.
- B) A kanül szabály szerinti bevezetésének és bekötésének problémája. (Az üvegkanül hegyének helyzete ugyanis a szívben kívülről többnyire csak sejtethető.)
- C) A békaszív, üvegkanülre való felerősíthetőségének labilitása.

Megoldásként félkeményre polymerizált, fehér színű polyetilencsőből (vastagsága: 1,5—1,8 mm) képeztük ki a kanül bekötésére szolgáló csúcsát (amint azt a 4. és 5. ábra mutatja). A kanül vége az injekciós tűk végződéséhez hasonlóan ferdén lementszett. A kanül hengeres része üvegcsőből készül. A két részt oldott polystyrol segítségével ragasztjuk össze. A mű-



4. ábra  
A műanyag és üveg kombinációja útján készült *Straub*-kanül bekötése a békaszívbe.



anyag végződés mérete, alakja könnyen változtatható, a szívben elfoglalt helyzete munka közben könnyen ellenőrizhető, ugyanis az aortán és a pitvar falán a kanülvég fehér színe jól áttűnik — amint ezt a 4. ábra rögzíti is.

Miután a bekötésre szolgáló fonál a megcsomózáskor az aorta roncsolása (átvágása) nélkül *bemélyedhet* (egy kissé) a kanül félkemény (porckeménységű) falába, a készítménynek — a korábbi üvegkanül esetében gyakori leválása (lecsúszása) — (a kísérletnek a munka érdemi része közbeni meghiusulása) nem következik be.

4. A béka testméreteinek megfelelő *műtőpad* — mely egyben a szemléltetési szempontokat is jól szolgálja — kialakítását főként az tette szükségessé, hogy készen semmiféle kisállat-műtőpad nem szerezhető be.

Gyakorlatainkon, részint keményfa alapra szerelt fémlemezről, részint alumínium lemezből (a 6. ábra szerint) hajlítással készült (faalkatrész nélküli) béka-műtőpadokat alkalmazunk, 20x13 cm lapmérettel. Az asztal lapján ill. oldal felületein az állat rögzítésére szolgáló alkatrészek, valamint a különféle segédberendezések variálható felszerelésére, *furatok* (lyuksorok) szolgálnak.

A demonstrációk jobb követhetősége érdekében a békapad oldal felületére (6. ábra) dióba-fogható nyél is felszerelhető, mely mentén — mint tengely mentén — a műtőpad megdönthető. A műtőpad lapja a nézőkkel szemben a kívánt szögben rögzíthető.

A békapadok kiképzését a 6. ábra, alkalmazásuknak legegyszerűbb módját a 7. fénykép mutatja be.

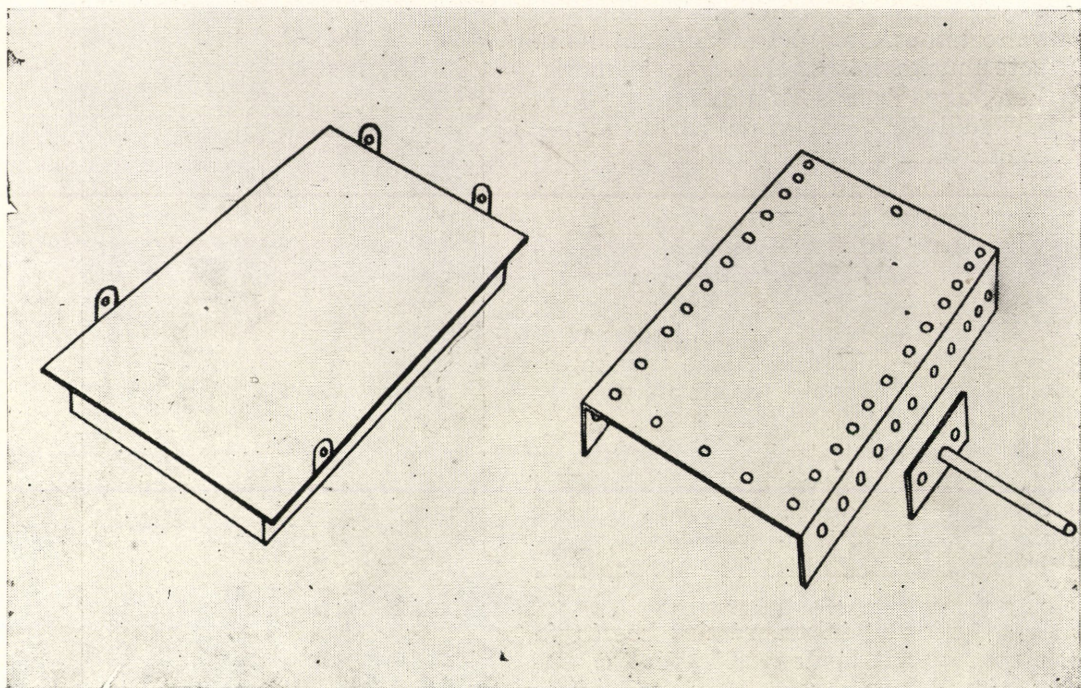
5. A kísérletek menetének, az eszközök működésének jobb követhetősége érdekében az elektromos ill. elektronikus berendezések (ingerlő, mérő, regisztráló berendezések, de az egyszerűbbek így az ellenállások, potenciométerek, telepek, áramkulcsok stb.) fedőlapján elhelyezzük azok *kapcsolási vázlatát* (az igen komplikáltak esetben a lényegre redukált *kapcsolási sémát*) azaz a szerkezeti elemek *kapcsolási jelét*. (Ezt részben a 7.



5. ábra

Műanyag-üveg Straub-kanül és szívcsipesz alkalmazása az izolált békaszíval végzett kísérlet során.





6. ábra  
Fa-fém, ill. teljesen fémből készült békapad

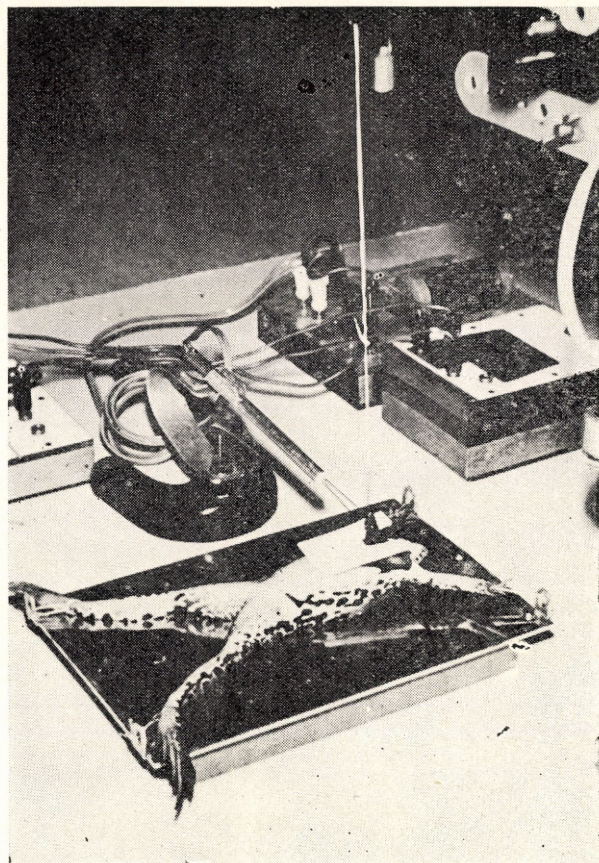
ábra is szemlélteti). Ezen az úton a kapcsolási vázlatok, a készülékek ill. a több tagból álló kísérleti berendezés összeszerelése, működése világosabbá tehető.

6. Az élettani gyakorlatok szemléletessége, hatékonysága; valamint a frontális kísérleteztetés megvalósítása érdekében feltétlenül szükség van — egyszerű megoldású — a kimográfós regisztrálás precizitását biztosító, tintairásra berendezett írófejre. A korábbi koromírás ugyanis, a kormozás nehézkessége és a kimogrammok bonyolult rögzítési módja miatt nem teszi lehetővé a folyamatos munkát, a gyakorlatok munkarendjét, időbeosztását felborítja. Különösen a demonstrációs munka tömegkövetelményeinek nem felel meg. Tanszékünk az állatélettani gyakorlatok céljaira — a mechanikus regisztrálás műszereként — a Zimmermann (Leipzig)-féle (20870 típusszámú) kis elektrokymográfot rendszeresítette. Ez a készülék — számos előnye és folyamatos beszerezhetősége mellett — gyárilag nincs felszerelve tintairásos írófejjel (*Druckschrift* S. 48, 1965).

A tintairásos regisztrálás megoldására kimográfjaink írószerkezetét 3 mm (külső) átmérőjű üvegcsőből húzott, kapilláris írófejjel láttuk el (8. ábra). Az üresen átlag 15 centigramm (megtöltve kb. 20 cg.) súlyú írófejet, oxylin lakk ragasztás rögzíti az írókarhoz.

A regisztrálás céljára sima felszínű fehér csomagolópapírt alkalmazunk a gyakorlatokon, 125 cm hosszúságú és kb. 15 cm szélességű csikokra





7. ábra  
 A békapad kísérleti alkalmazása. A műszerekhez való csatlakoztatásának legegyszerűbb módja. Elektródatartó tüelektródokkal

vágva, melyre az írófej a következő összetételű, fekete színű *regisztráló tintát* viszi fel:

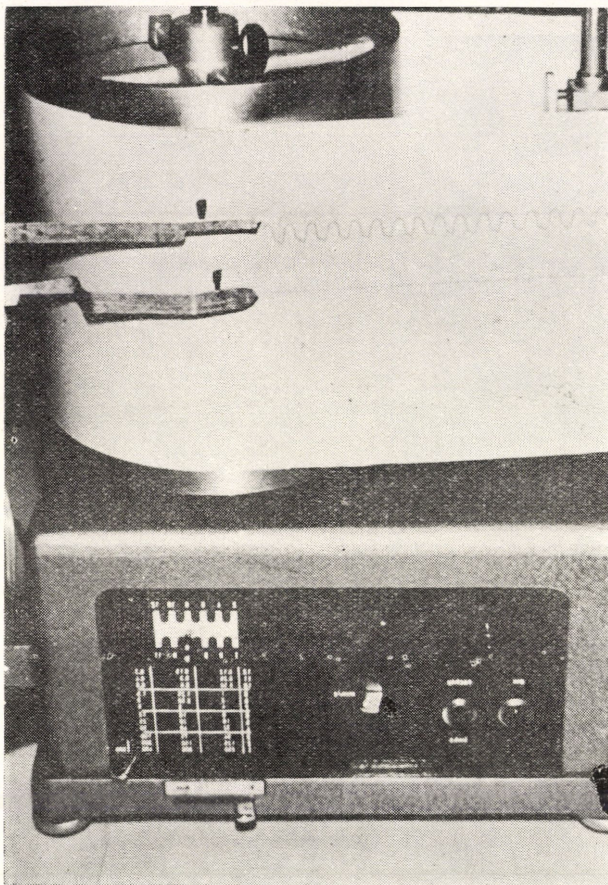
Nigrosin (vagy Tintenschwarz)	5 g
Sacharum uvae	3 g
Gummi arabicum	4 g
Víz	100 ml
Karbolsav	0,10 g

Az ingerjelző írófejében piros színű töltőtolltintát alkalmazunk. Ha a kimogrammok utólagos lefényképezésére nincs szükség, a regisztráláshoz megfelel a kék színű töltőtolltinta is.

Módszerünk lehetővé teszi:

- A) A hallgatók frontális élettani kísérleteztetését; korlátlan számú kimogram egyszerű elkészítését.
- B) A kimogrammok könnyű — elmosódásmentes — kezelhetőségét, azonnali szétoszthatóságát és munkafüzetbe ragasztását.



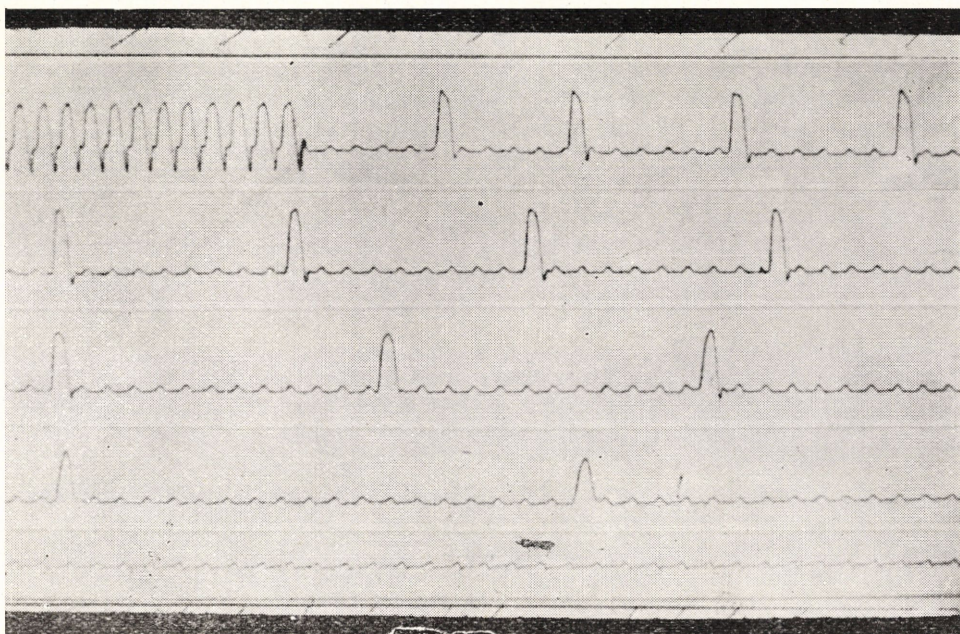


8. ábra  
Tintairásra beállított kymográf,  
ingerjelző berendezéssel

- C) A fekete színű regisztráló tinta a kymogrammok jó fényképezhetőségét is biztosítja.
- D) Az írófej elkészítése egyszerű, jól bírja a gyakorlatok igénybevételét. Sérülés, törés esetén könnyen pótolható. Papírellátása olcsó és fennakadásmentes.
- E) Az írófej teljesítménye a koromírással szinte egyenértékű (9. ábra).

A felsorolt szempontoknak az irodalomban ismertetett (*Kísérletes orvostud. vizsg. módszer. I. 612.*) írófejek nem felelnek meg, részint sérülékenyséjük, részint nehézkes elkészíthetőségük miatt. Készen ugyanis nálunk írófej jelenleg nem szerezhető be. Az élettani kísérletek céljára megfelelő — tintairásra berendezett — írófejek hazánkban nem készülnek, a *meteorológiai* és *ipari* regisztráló műszerek írófejei — nagy súlyuk és alkalmatlan méreteik, gyenge teljesítményük miatt — biofizikai céljainkra használhatatlanok.





9. ábra  
Tintairással regisztrált szívgörbe — Stannius II. ligatúrájának kymogrammja

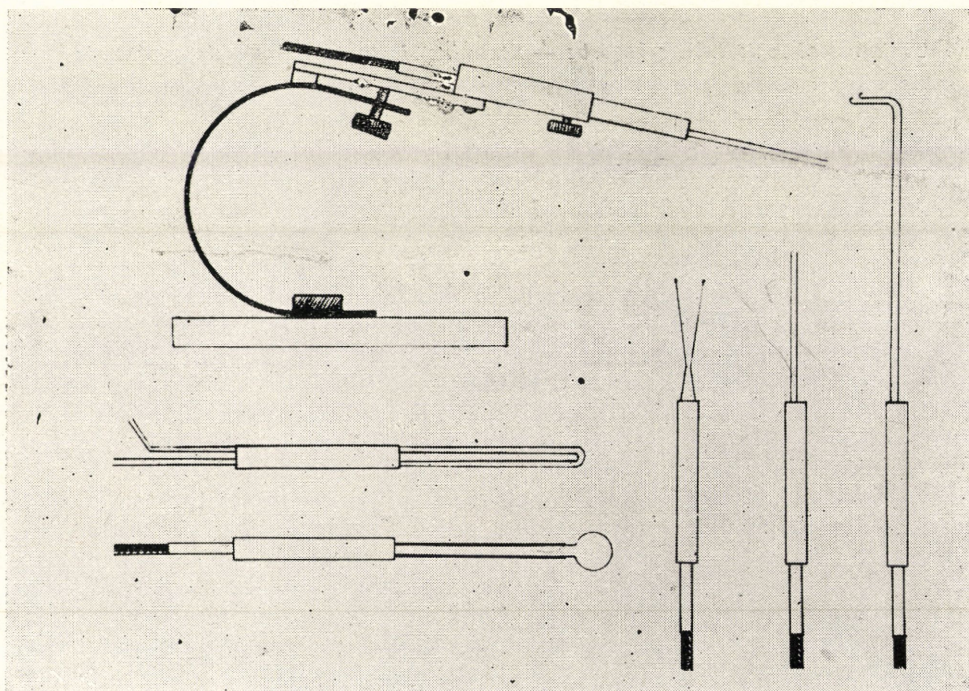
7. Új segédeszköz szerkesztését kívánta az a hiányosság is, hogy nincs megfelelő eszközünk a különféle ingerlő érzékelő elektródok, thermodok stb. kísérlet közbeni rögzítésére, a kívánt helyen, ill. helyzetben való tartására. Kézben tartott elektródokkal azonban nagyon nehéz eredményesen dolgozni, egyes feladatok pedig, így meg sem oldhatók. Kézben tartott elektródok segítségével ugyanis pl. *extrasystolét* kiváltani (többször egymás után, következetesen) vagy a béka n. vagusát ingerelni, esetleg a békaszívről akciós áramot elvezetni igen nehéz dolog, és többnyire egy sor torz, zavart, értékelhetetlen görbét (kymogrammot), félresikerült próbálkozást eredményez. Szükségszerűen van ez így, hiszen ennél a munkánál mindkét kezünk foglalt és figyelmünk megoszlik az ingerlő berendezés kezelése (bal kéz munkája), az elektródák rögzítése (jobb kezünk végzi), a kymográfion jelentkező görbe megfigyelése (a beavatkozás pillanatának megválasztása), és esetleg az állat viselkedésének szemmel tartása között. Miután munka közben magyaráznunk is kell, ez is külön feladatként jelentkezik, (foglalkozás a hallgatósággal). Az eközben kapott tökéletlen, zavart, félsikerű, kísérleti eredmények azonban szinte hozzászoktatják a hallgatóságot a technikai hibákkal tüzdelt, pontatlan, nem egyértelmű és ezért csekély bizonyító erejű szemléltető munkához. A bemutató kísérletek gyakorlóságai természetesen nem ösztönözhetik a hallgatót, sem a gyakorlatokon, sem később a tanári szemléltető, kísérletező munkában kifogástalan teljesítményre.



A vázolt hiányosságon egyszerű elektród-tartó szerkezettel segítünk. A készülék, amint az a 7. ábra fényképe és a 10. ábra rajza mutatja, masszív talpból és ezen vízszintes síkban forgathatóan elhelyezett (rögzíthető) tartórészből áll. A tartórész, lemezzugó ellenében működő csavarja segítségével, vertikális irányban mozdítható el. A tartórész csöves eleme fogadja magába a különféle (variálható) elektródokat, melyek mindegyike házilag szabványosított, 7 mm átmérőjű alumínium csődarabba van beépítve. Az elektródokat a tartórész csöves elemének rögzítőcsavarjával fixáljuk, miután az elektród hosszát (szükséges kinyúlását) felmértük.

Az elektród-tartóba a következő végződések illeszthetők be:

- A) Túelektródok.
- B) Elektród a kecskebéka n. vagusának elektromos ingerléséhez.
- C) Elektromosan fűthető drót, egyes szívrészek izolált melegítésére.
- D) Hydrathermod, egyes békaszív részek izolált hűtésére, ill. melegítésére.
- E) Elvezetés (közvetlenül a békaszívről) a szív akciós áramának kardovizoros regisztrálásához.
- F) Nem polározó (ecset) elektródok.
- G) Bármiféle meghatározott helyen rögzítendő tű, cső, kanül, pipetta, esetleg kisméretű fényforrás.



10. ábra  
Elektródatartó állvány és tartozékainak rajza





11. ábra  
Váguselektrodunk alkalmazás-  
módja (közele felvétel)

Az A—E alkatrészek szerkezeti vázlatát a 10. ábra rajzai tartalmazzák.

A tűelektrodjainkat különféle hosszúságban és vastagságban platina, ezüst, legtöbnyire azonban krómnikkel drótból készítjük. A tartószerkezetben erősített tűelektrodok alkalmazását a 7. ábra tünteti fel. A kísérleti összeállítás béka szívkamrájának ingerlésére — extrasystole kiváltására — szolgál.

A kecskebéka n. vagusának elektromos ingerléséhez (az idegrendszer a szív működésre gyakorolt hatása szemléltetéséhez) különleges elektrodát kellett készítenünk, valamint ennek megfelelően részben módosítottuk a műtéti eljárást is. A n. vagus elektromos ingerlésére a 10/B ábra szerint kiképzett elektródot alkalmazunk. A 11. képen az elektród bekötési

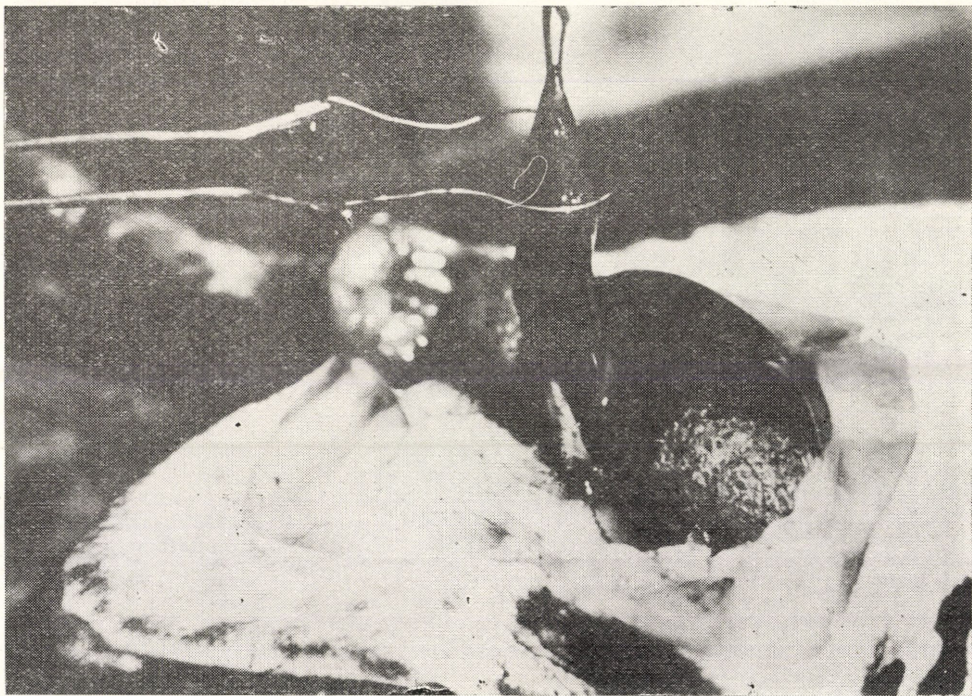


módja (a n. vagusnak az elektród horgaira való felhelyezésmódja) látható — közeli felvételen.

Magát a műtéti eljárást főként abban módosították, hogy az izolált n. vagust a kísérlet közbeni kiszáradástól való megóvása érdekében az a. cutaneával együtt helyezük a horog alakban kiképzett elektródvégződésekre, melyeket ezután a tartószerkezet csavarja segítségével óvatosan addig emelünk, amíg az elektródvégék — a horgaikban fekvő — idegen és artérián kívül már más testrésszel nem érintkeznek.

Az egyes szívrészek izolált melegítésére olyan elektromosan fűthető vékony krómnikkel drótot alkalmazunk (megfelelő csatlakozással), mely 4,5 V-os telepről táplálva izzásba jön.

*Elektrothermodunk* szerkezeti rajzát a 10. ábra tartalmazza, a kísérleti felhasználást — a békaszív kamrájának izolált melegítése során a 12. ábra szemlélteti.



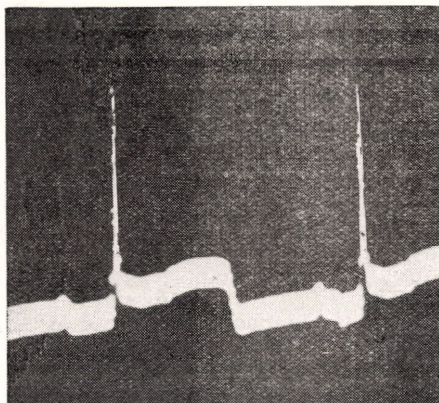
12. ábra

*Elektrothermod alkalmazása a békaszív kamrájának izolált melegítésére*

*Hydrothermodul* U-alakban meghajlított vékony üvegcsövet (külső átmérője: 1,8—2 mm) használunk, melyen tartályhoz csatlakoztatva jeges, ill. forró (beállított hőfokú) vizet áramoltatunk keresztül. Az U-alakú üvegcső (a 10/D rajz szerint) alumínium csődarabba van beépítve (epokit ragasztás útján) mely a tartószerkezet csöves részében való rögzítését, ill. a több tartozékkal való variálhatóságát biztosítja.



A békaszív akciós áramának a szívről történő közvetlen elvezetés-módját a tüelektródokhoz hasonló, azonban divergaló ágú érzékelő rész teszi jól kivitelezhetővé. Szerkezeti rajzát a 10/E ábra tartalmazza. A tartószerkezet és a békapad földeléséről, árnyékolásáról *alátét* (mely dróthálót tartalmaz) és vezeték segítségével gondoskodunk. Az elektródot a „Kardovisor” készülékhez csatlakoztatjuk. A 13. felvételen a béka szívének elektrokardiogramma látható a Kardovisor ernyőjéről lefényképezve.



13. ábra  
A kecskebéka közvetlen elvezetésű  
elektrokardiogramma a Kardovisor  
képernyőjén

Pontos és jól szemléltető munkát tesz lehetővé az a megoldásunk, hogy az elektródatartó készüléket *talp-rész* helyett *banándugóval* látjuk el. A banándugó a műtőpad (6. ábra)

lapján, a furatokban elhelyezett banánhüvelyekben, a kívánt helyzetben rögzíthető. A demonstrációk jobb követhetősége érdekében ugyanis a békapadot, az oldalfelülettel összefüggő nyele körül, gyakran meg kell döntenünk, a nézőkkel szemben megfelelő szögben kell — *kíséret közben* — beállítanunk. Nagy előny ilyenkor az, ha az elektród- (stb.) tartó (és más segédberendezés) együtt mozog a műtőasztallal és a beállított kísérlet zavartalanul folyhat tovább. Ez a megoldás a fényképfelvételek megfelelő beállíthatósága szempontjából is igen kedvező.

8. Valamennyi, a tematikában szereplő biofizikai kísérletünket *moz-zanatokra*, kísérleti lépésekre bontva színes diapozitívekre vettük fel. A lényeges részleteket, a morfológiai alapoknak gyakran homályban maradó vonatkozásait *közeli* (vetítve erősen nagyított) *felvételek* segítségével is feldolgoztuk. A kísérletek előtt így módunkban van audiovizuális eszközökkel is pontos eligazítást adnunk; biztosítani, hogy a figyelem a gyakorlatokon a munka lényegére irányuljon, valamint az egyes részleteket, folyamatokat bármikor, szinte élethűen *újraszemléltetnünk*.

Színes felvételeink néhány technikai részletet ábrázoló fekete-fehér kópiáját használtuk fel zömmel, szövegünk ábraanyagául.

### Összefoglalás

Leírását, szerkezeti rajzát, felvételekkel megvilágított felhasználási utasítását adjuk 8 újszerű, illetve hiányt pótló eljárásunknak, újszerű biofizikai kísérleti eszközünknek. Megoldásaink, melyeket huzamos gyakorlati ellenőrzés után ismertetünk, az állatélettani kísérletbemutatás, a frontális kísérleteztetés határfokának emelését célozzák.



## I R O D A L O M

- Dr. Bende Sándor*: Bonctani és élettani gyakorlatok. Tankönyvkiadó, 1964. (Tanárképző főiskolák egységes jegyzet.)
- Dr. Bende, S., Vágás, E.*: Az Egri Tanárképző Főiskola Tudományos Közleményei II. F. ped.-met. sor: I. 1964, 98—101.
- A biológiai szakon folyó képzés tanterve és programja, Tankönyvkiadó, 1964.
- Beznák, A.*: Élettani gyakorlatok. Budapest, 1945.
- Catalog of apparatus for the teaching of physiology. *Harvard Apparatus Co.* Dover, 1967.
- Gelei, G.*: Álattani kísérletek és gyakorlatok. Budapest, 1952.
- Hoffman, G.*: Abriss der Laboratoriumstierkunde. Jena, 1961.
- Kertai, P.*: Kórélettani gyakorlatok. Budapest, 1962.
- A Kísérleti Orvostud. Vizsgáló Módszerei. (Szerk.: *Dr. Kovách A.*): I., II., III. köt.
- Lissák, K.*: Élettani gyakorlatok és bemutatások. Budapest, 1962.
- Reinbold, B.*: Útmutató az élettani gyakorlatokhoz. Budapest, 1914.
- Schlieper, C.*: Praktikum der Zoophysiology. Jena, 1965.
- Tools for biophysics. *Phipps and Bird Inc.* 1963.
- Zimmerman, E.*: Apparate und Messgeräte für Wissenschaft u. Technik, Leipzig, 1965.