

A BORDÁSGŐTE (*PLEURODELES WALTLII*) SZEMLENCSEJÉNEK REGENERÁCIÓJA

VIGH BÉLA

(Budapesti Orvostudományi Egyetem Szövet- és Fejlődéstani Intézete)

Bevezetés

A regeneratio kérdései között a szemlencse regeneratioja egyike a legérdekesebb problémáknak. A COLUCCI és WOLFF által leírt lencseregeneratio formát, amikor a kivett lencse az iris dorsalis széléből újraképződik, már sok farkos kétéltű (*Urodela*) fajban vizsgálták. Legtöbbet a *Triturus* fajok regeneratiojáról tudunk, közöttük 14 fajban fordul elő regeneratio [9].

A *Triturus* fajokon kívül a következőkben találtak lencseregeneratiót (csak embrióban vagy lárvában): *Amblystoma punctatum* [1, 11], *Hynobius unangso* [9], *Amblystoma mexicanum* [13], *Salamandra salamandra* [4, 5, 10, 12], *Salamandra perspicillata* [14].

Az eddig vizsgált fajok időszakos beszerezhetősége, gyakran nehézségbe ütköző tenyésztetősége és PASQUININEK [8] a bordásgőte (*Pleurodeles waltlii*) embriókon végzett kísérletei vezettek arra, hogy a faj lencseregeneratioját megvizsgáljuk.

Anyag és módszer

Kísérleteinkhez összesen 80 db különböző korú bordásgőtét használtunk. Az állatokat két naponként csővájó féreggel (*Tubifex sp.*) etetve, szellőztetett, félárnyékban levő, szobahőmérsékletű akváriumban tartottuk a lencse eltávolítása előtt és a regeneratio alatt. A gőtétet az akváriumából kivéve, éteres vízben altattuk. A műtétet a baloldali szemén végeztük el, az ellenoldalt kontrollnak hagyva. A szemlencse kivétele corneális metszéssel történt. A lencse kibuktatása után az állatokat ismét akváriumba helyeztük, és etetésüket két nap múlva folytattuk. (A cornea felmetszését önborotva éléből pattintott szilánkkal végeztük. A szilánkot finom tűfogóba fogva alkalmaztuk. A vele ejtett seb szélei, a lencse kivétele után azonnal hézag nélkül összeilleszkednek.)

A lencse eltávolítása három csoportban, kettő-, hathónapos, valamint felnőtt állatokon történt. A gőtétet a műtétet követő naptól a 25. napig, 2—4 naponként oltuk meg; éter altatás utáni lefejezéssel.

Az anyag fixálása formalinnal, BOUIN-fixálóval és SUSA fixálókeverékkel történt. A beágyazást PÉTERFI-féle metilbenzoát-celloidin-paraffin módszerrel végeztük. A metszetek 7 mikron vastagságban készültek és azokat haematoxylin-eosinnal festettük.

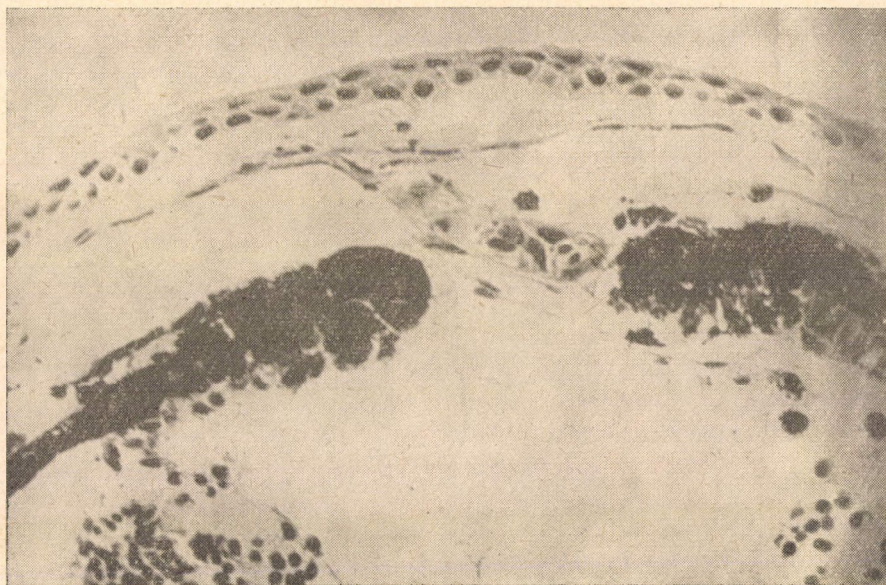
Kísérleteink taglalására a WOLFF-féle regeneratio SATO szerinti beosztását használtuk. E szerint a lencseképződés menetét a következő szakaszokra oszthatjuk:

1. stádium: az iris megvastagodása, különösen a pupilláris szélén;
2. stádium: az iris dorsalis részének további megvastagodása és rés képződése a külső és belső lemez között;
3. stádium: depigmentált sejtek megjelenése az iris középdorsalis részének pupilláris szélén;
4. stádium: üres hámhólyag képződése, mely köbalakú, depigmentált sejtekből áll és folytatása az iris belső, valamint külső hámlemezének;
5. stádium: a hólyag belső falának sejtjei hengerhámmá alakulnak;
6. stádium: a belső hólyagfalról néhány szabálytalanul elrendeződött lencserost képződik;
7. stádium: a primér lencserostok a belső falon domb formájában helyezkednek el és a hólyag középpontja felé irányulnak;
8. stádium: a primér lencserostok kitöltik a hólyag lumenét;
9. stádium: megindul a másodlagos lencserostok képződése az equatoriális zónából;
10. stádium: a primér lencserostmagot körülveszik a szekundér rostok, laterálisan vékonyabban, mint mediálisan;
11. stádium: a primér lencserostmagot symmetricusan veszi körül a szekundér lencserostok gyűrűje;
12. stádium: a sejtmagok eltűnése a primér lencserostmag rostjaiból;
13. stádium: a magok, a szekundér lencserostok legkülső részét kivéve, mindenünnen eltűnnek. Az új lencse lefűződik az irisről.

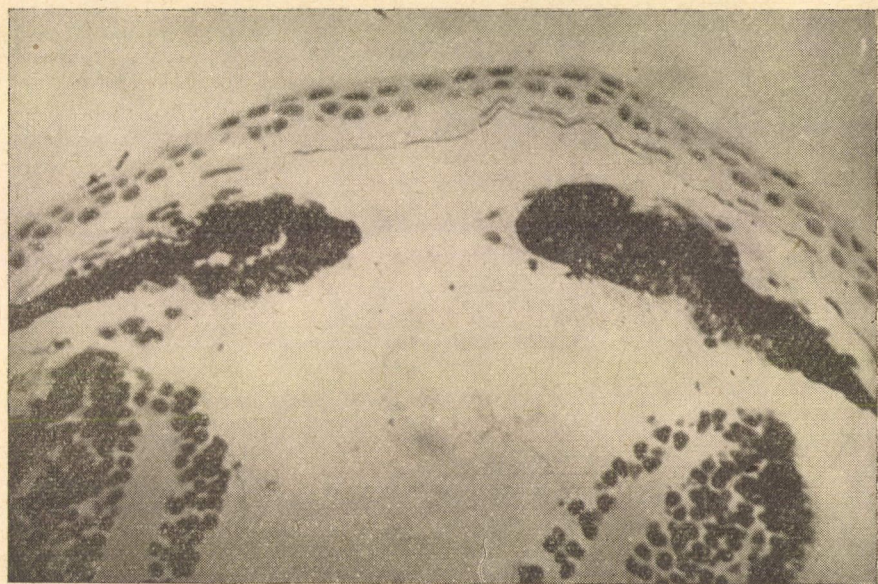
Eredmények

Az első kísérleti csoportban levő kéthónapos lárvákat vizsgálva, a következőket láttuk:

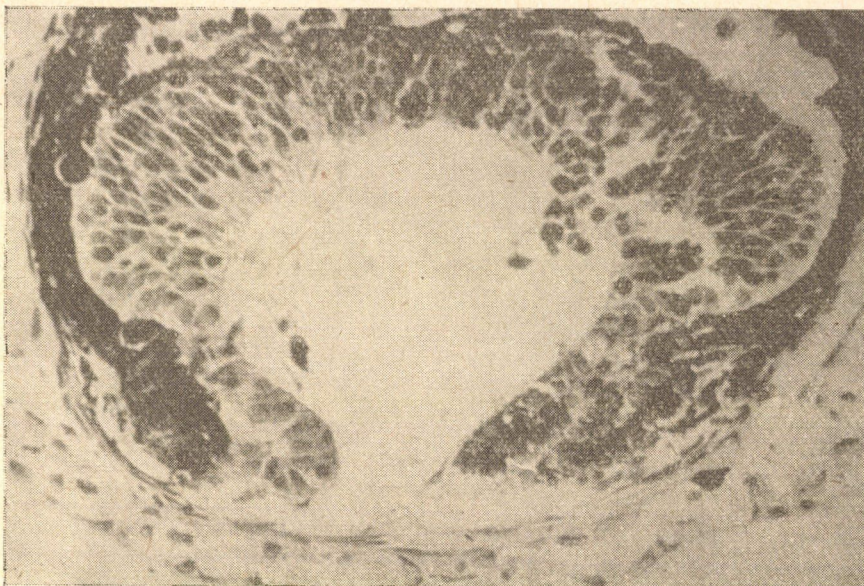
A műtétet követő első három napon a cornea seb záródik. Megállapítható, hogy az önborotvapenge-szilánkkal ejtett seb sokkal kisebb heggel gyógyul, mintha azt GRAEFE-késsel vagy üvegtüvel hoztuk volna létre. Mivel a lencse kibuktatása is könnyebb, ilyenkor a cornea sebtől a szem belsejébe húzódó kötegeket sem találhatunk. A 4—8. napon a dorsalis irisszél depigmentációját és résképződést figyelhetünk meg az iris két lemeze között (1., 2., 3. kép). Ezt a képet az esetek felében az 5. napon megölt állatokon találtuk, a többin a 4., 7. és 8. napon.



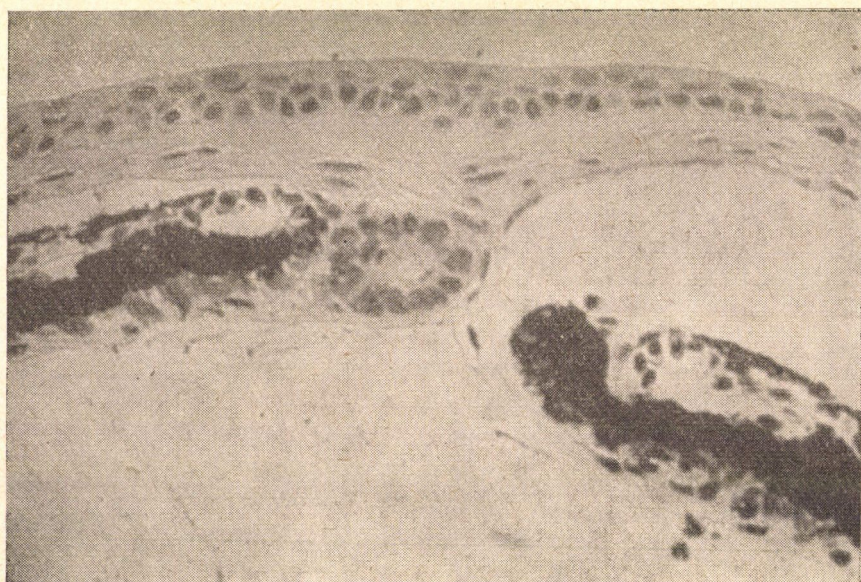
1. kép. A dorsalis iris pupilláris szélének megvastagodása



2. kép. Résképződés a dorsalis iris két lemeze között



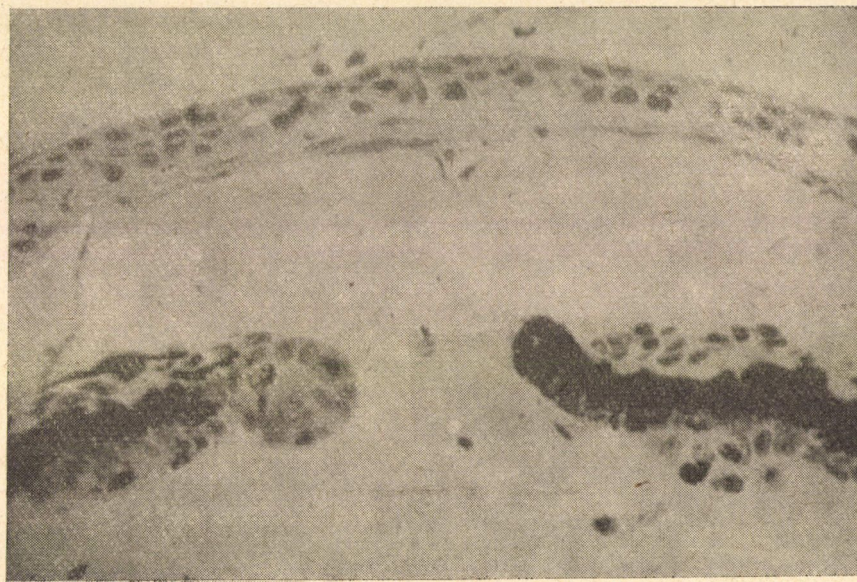
3. kép. Depigmentált sejtek megjelenése az iris középdorsalis részének pupilláris szélén



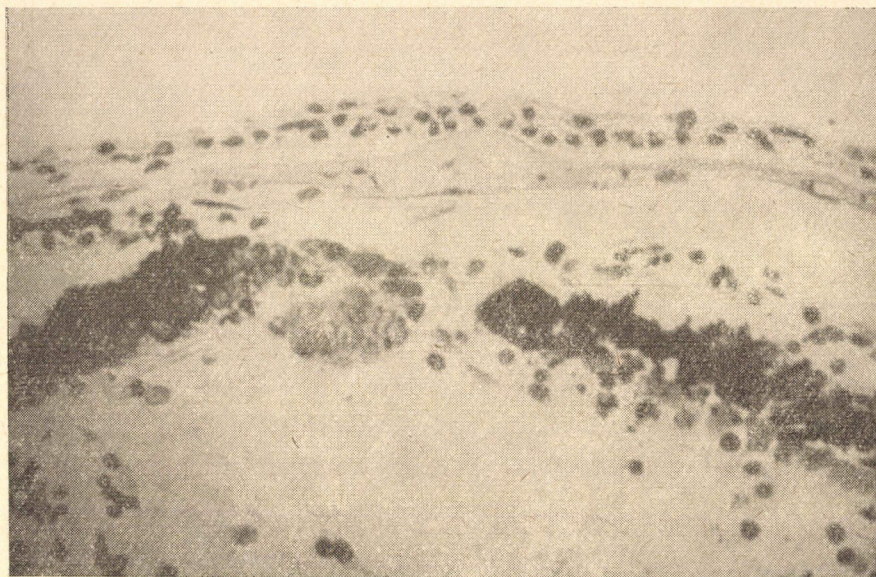
4. kép. Üres hámhólyag képződése, mely köb alakú, depigmentált sejtekből áll



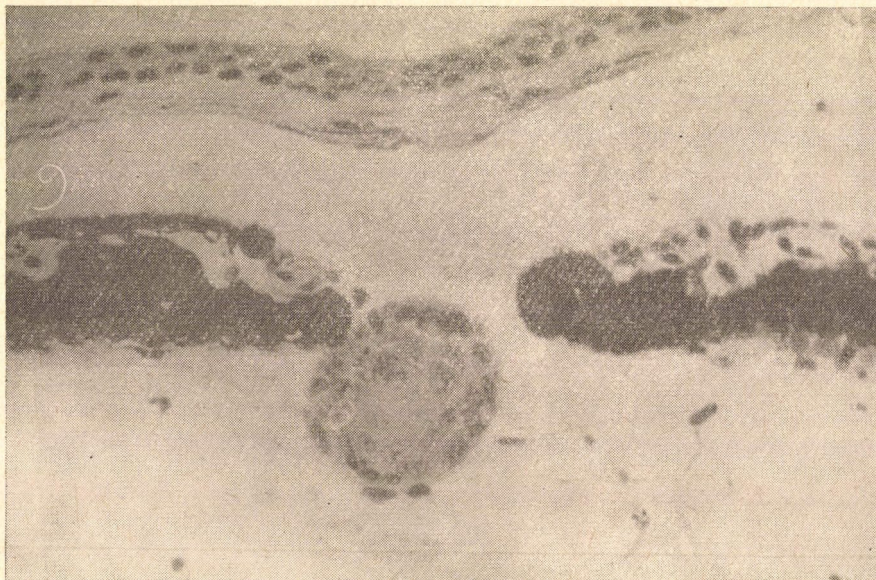
5. kép. A hólyag falának sejtjei hengerekké lesznek



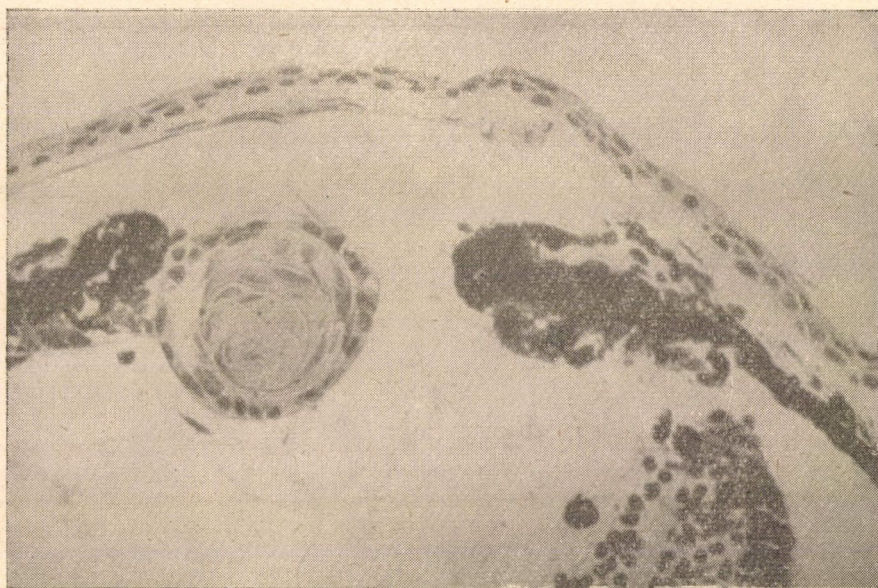
6. kép. A belső hólyagfalról néhány szabálytalanul elrendeződött lencserost képződik



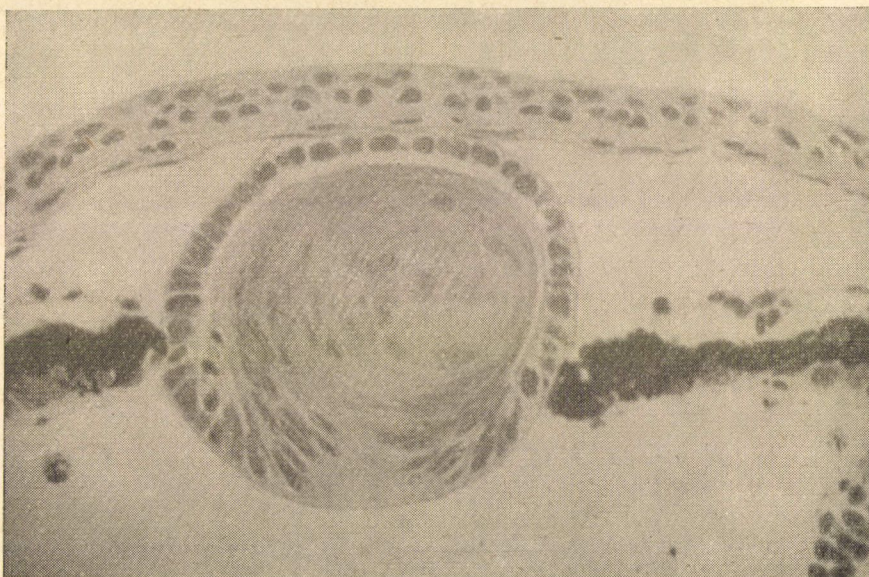
7. kép. A primér lencserostok a belső falon domb formájában helyezkednek el



8. kép. A primér lencserostok kitöltik a hólyag lumenét



9. kép. Megindult a másodlagos lencserostok képződése az equatoriális zónából

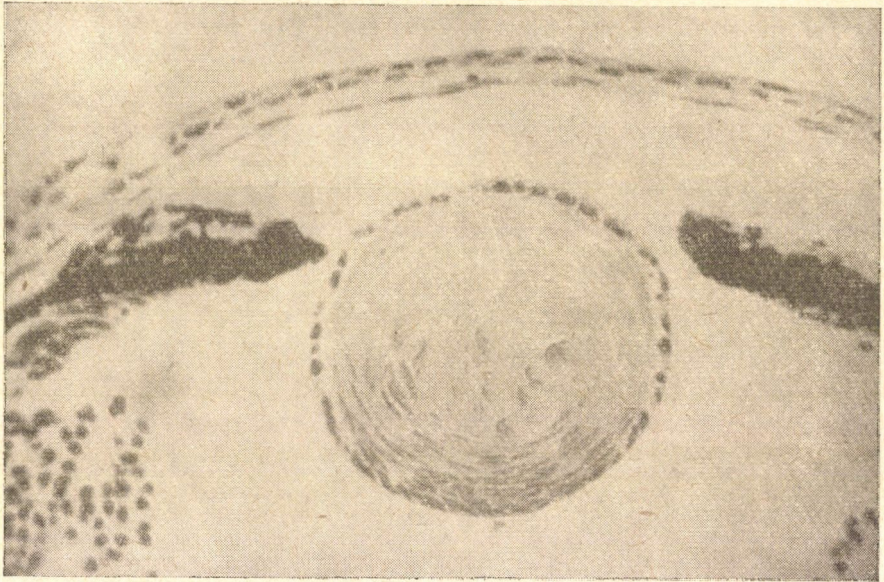


10. kép. A primér lencserostmagot körülveszik a sekundér rostok

Műtét utáni 9—13. napon az iris szélén hámhólyag képződik (9. és 11. napon megölt állatok, 4. kép.). A hólyagok belső fala megvastagszik és itt a sejtek megnyúlva hengeresekké lesznek. (13. nap, 5. kép.).

A 14. és 17. nap között az esetek egyharmadában a lencsedomb sejtei megnyúltak, kétharmad részében pedig több-kevesebb elsődleges lencserost található (6. kép.).

A műtét után 18—20. napon a lencsemag körül másodlagos lencserostok képződnek. Ezek egy része kezdetben az equatoriális zónánál a legvastagabb,



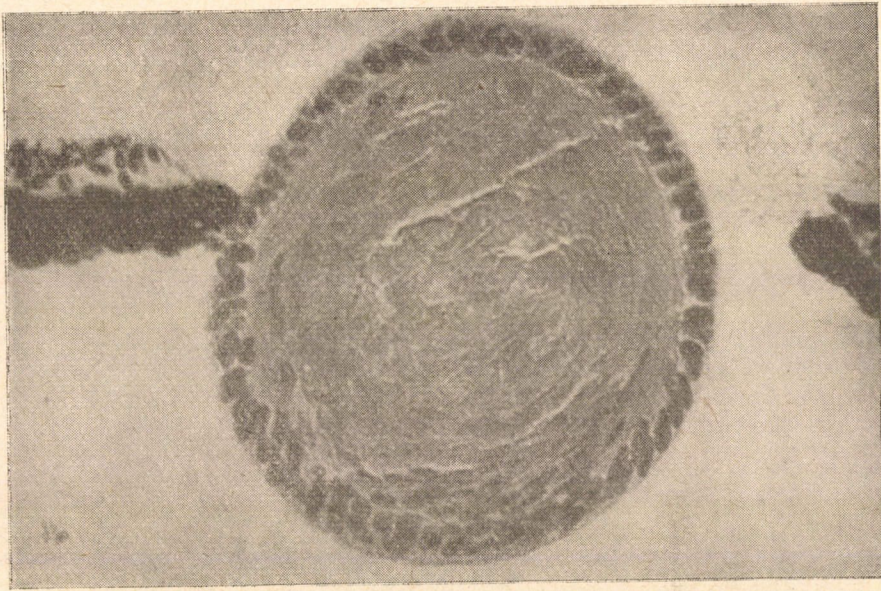
11. kép. A primér lencserostmagot symmetricusan veszik körül a szekundér lencserostok

a huszadik napon pedig minden esetben egyenlő vastagságban veszik körül az elsődleges lencserostokat (9., 10., 11. kép.).

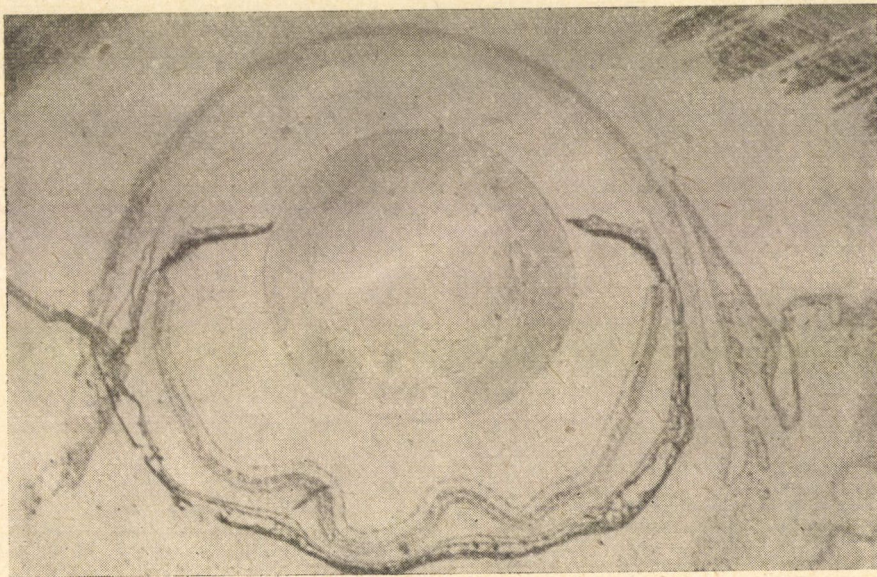
A 22. és a 25. napon a rostmagok eltűnését (12. kép) és a lencse lefűződését észleltük.

A második csoport (6 hónapos) állataiban a fentieknek megfelelő képet kaptunk. Különbség a kettő között csak a következőkben van: Az idősebb lárva szeme nagyobb, irise differenciáltabb. Ennek megfelelően a képződő lencse arányosan nagyobb, az aránylag vékonyabb irisen pedig az első három stádium kifejlődése kifejezettebb, jobban észlelhető.

Lényeges különbséget találtunk a harmadik, felnőtt állatokat tartalmazó csoportban. Itt a cornea seb záródása a lárvákéhoz hasonló, az irisszél depigmentatioja azonban csak a 6., 9. napon megölt állatokban található. Résképző-



12. kép. A sejtmag eltűnése látható a primér lencserostmag rostjaiból



13. kép. Normál gőte szemének sagittális metszete

dés a 9., 11. napon látható az iris két lemeze között. A köbhámsejtekből álló hámhólyag a 12., 15. napon jelenik meg az operációt követően. A továbbiakban a talált kép a lárvákban leírtakkal egyezik.

Az első két csoportban (2, 6 hónapos lárvák) a kivett szemlencse minden esetben regenerálódott. A felnőtt állatok csoportjában egy esetben nem találtunk regeneratiót. Itt az iris széle a corneasebhel összenőtt.

Discussio

Láttuk, hogy a bordásgöte (*Pleurodeles waltlii*) szemlencséje eltávolítás után regenerálódik. A regeneratio a dorsalis irisszélből teljesen a WOLFF és COLUCCI által leírt módon történik. A lárvákban a 4., 8. napon észlelhető a dorsalis irisszél depigmentatio és az iris lemezei között való rés képződés a WOLFF-féle regeneratio második-harmadik stádiumának felel meg a SATO-féle beosztás szerint. A 9., 13. napon az irisszélben talált hámhólyag és a hólyag belső falának megvastagodása a SATO szerinti beosztás 4., 5. stádiumával azonos. A lencse eltávolítását követő 14., 17. napon látható elsődleges lencserostok a 6., 7., 8. stádiumot jelentik. A műtét utáni 18—20. napon megfigyelhető másodlagos lencserostok, valamint ezeknek az elsődleges rostok körüli elhelyezkedése a 9., 10. stádiumnak, a 20—25. napon eltűnő rostmagok és lencselefüződés pedig a WOLFF-féle regeneratio 11—13. szakaszának felel meg.

A stádiumok megjelenésének időpontja a *Triturus* fajok szemlencseregeneratiojakor észlelt időpontokkal azonos.

A felnőtt állatokon csak a 6., 8. napon jelent meg az első stádium. A második a 9. és 11. nap között, a harmadik pedig a 12—15. napon. A további stádiumok a lárvákéval azonos időpontban jelentek meg. A felnőtt götében tehát később indult meg a regeneratio, a műtétet követő latens periodus hosszabb volt. Ezt a *Triturus* fajokban már más szerző is leírta (9., 11.). A jelenséget velük együtt úgy magyarázzuk, hogy a felnőtt — differenciáltabb — irisnek több idő kell, míg a regeneratiohoz szükséges dedifferenciálódást eléri.

Különbséget a *Pleurodeles* és a *Triturus* fajok között csak annyiban észleltünk, hogy míg a *Triturus* fajokban nem 100%-ban jön létre regeneratio, addig a *Pleurodeles* szemlencséje a műtétkor néhány %-ban előállott bevérzés ellenére szinte kivétel nélkül újraképződött. A bordásgöte regenerációs készsége tehát valószínűleg igen jó.

Miután a *Pleurodeles* lencseregeneratioja a *Triturus* fajokéhoz hasonló a WOLFF-féle regeneratio vizsgálatára mint kísérleti állat igen alkalmas. Ebből a szempontból figyelemre méltó előnye a többi fajjal szemben az, hogy tenyésztése és laboratóriumi tartása könnyebb. A *Triturus* szaporítása körülményes. Egy évben egyszer, legfeljebb kétszer petéztethető. A *Pleurodeles waltlii* ezzel szemben szinte tetszés szerinti időben petéztethető, többször is

egy év folyamán. A *Triturus* fajok befogása esetén ezenkívül számolnunk kell a beállott környezetváltozás hatásával, míg a bordásgőtéből változatlan környezetben standard törzseket tenyészthetünk.

Az, hogy a *Pleurodeles* lencseregeneratio a *Triturus* fajokénál quantitáti ve jobb, véleményünk szerint a két faj oekológiai viszonyainak különbözőségeivel kapcsolatos. Annak eldöntése, hogy ezért az oekológiai tényezők melyike felelős, még további vizsgálatot igényel.

Összefoglalás

Mind a lárva, mind a felnőtt bordásgöte (*Pleurodeles waltlii*) szemlencsének eltávolítása után lencseregeneratio észlelhető. A regeneratio a WOLFF-féle szemlencseregeneratio nak megfelelően a dorsalis irisszélről történik. A regeneratio lefolyása a *Triturus* fajokban észlelhető szemlencseregeneratiohoz hasonló. A *Pleurodeles waltlii* regeneratioját kísérleteinkben a *Triturus* fajokénál quantitáti ve jobbnak találtuk. Ez véleményünk szerint a fajok eltérő oekológiai viszonyaival kapcsolatos.

IRODALOM

1. BECKWITH, C. J.: The effect of the extirpation of the lens rudiment on the development of the eye in *Amblystoma punctatum*, with special reference to the choroid fissure. J. exp. Zool., **49**, 217—259 (1927).
2. CIACCIO, G.: Nuove ricerche e nuovi problemi sulla rigenerazione del cristallino degli anfibi urodéli adulti. Monit. zool. ital., **45**, 295—298 (1936).
3. DINNEAN, F. L.: Lens regeneration from the iris and its inhibition by lens reimplantation in *Triturus torosus* larvae. J. exp. Zool., **90**, 461—478 (1942).
4. FISCHER, A.: Weitere Mittheilungen über die Regeneration der Linse. Arch. EntwMech. Org., **15**, 1—138 (1903).
5. FISCHER, A.: Über die Regeneration der Linse. Anat. Hefte, **14**, 1—256 (1900).
6. MONROY, A.: Über die Linsenregeneration bei Urodelen verschiedenen Alters, unter besonderer Berücksichtigung der Metamorphose. Arch. EntwMech. Org. **137**, 25—33 (1937).
7. OGAWA, C.: Experiments on the regeneration of the lens in *Diemyctylus*. J. exp. Zool., **33**, 395—407 (1921).
8. PASQUINI, P.: Sul trapianto dell'occhio nei vertebrati. Riv. Biol. **9**, 515—524 (1927).
9. REYER, R. W.: Regeneration of the lens in the amphybian eye. Quart. Rev. Biol. **29**, 1—46 (1954).
10. SATO, T.: Beiträge zur Analyse der WOLFF-schen Linsenregeneration. I. Arch. EntwMech. Org., **122**, 451—493 (1930).
11. SPERLING, F.: Extra-epidermal and supernumerary lenses in association with cyclopean eyes in *Amblystoma* embryos. Anat. Rec., **85**, 413—425 (1943).
12. STONE, L. S.: An experimental study of the inhibition and release of lens regeneration in adult eyes of *Triturus viridescens viridescens*. J. exp. Zool., **121**, 181—223 (1952).
13. TÖRÖ, I.: Die Regeneration der Linse in frühen Entwicklungsstadien bei *Amblystoma mexicanum*. Arch. EntwMech. Org., **126**, 185—206 (1932).
14. WACHS, H.: Neue Versuche zur Wolffschen Linsenregeneration. Arch. EntwMech. Org., **39**, 384—451 (1914).
15. WOERDEMAN, M. W.: Über Linsenextirpation bei Grasfroschlarven. Arch. EntwMech. Org., **51**, 625—627 (1922).
16. WOLFF, G.: Bemerkungen zum Darwinismus mit einem experimentellen Beitrag zur Physiologie der Entwicklung. Biol. Zbl., **14**, 609—620 (1894).