

Katedra i Zakład Histologii i Embriologii. Wydział Lekarski.
Akademia Medyczna w Lublinie
Kierownik: prof. dr med. Stanisław Grzycki

Józef STASZYC

Badania nad metabolizmem komórek narządu Erspamera

Исследования метаболизма клеток Кульчицкого

Recherches sur le métabolisme des cellules de Kulczycki

Komórki Kulczyckiego tworzące narząd Erspamera zawierają w cytoplazmie ziarnistości identyfikowane z 5-hydroksytryptaminą (Vialli, 1963). Do chwili obecnej nie zdołano całkowicie wyjaśnić i prześledzić mechanizmu ich działania. Postanowiono więc zająć się tym zagadnieniem i przeanalizować czy parenteralne podanie tryptofanu lub serotoniny wpływa na metabolizm komórkowy układu enterochromafinowego.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na jednorocznych samcach, dojrzałych płciowo myszach i szczurach białych, świnkach morskich oraz na żabach (*Rana temporaria* L.), również samcach. Obserwacje wykonano w pierwszej dekadzie kwietnia. Żaby były głodzone przez okres jesienno-zimowy, a pozostałe zwierzęta odżywiano prawidłowo, zaspokajając w zupełności ich zapotrzebowanie na aminokwasy i pozostałe składniki pokarmowe. Zwierzęta przebywały w podobnych warunkach lokalowych, oświetlenia dziennego i temperatury z uwzględnieniem ich specyficznych potrzeb. W każdej grupie były zwierzęta kontrolne, którym nie wykonywano żadnych zabiegów, i doświadczalne — takie, którym dootrzewnowo wprowadzano codziennie 0,5 ml tylozy, oraz takie, którym igłą próbnie nakłuwano otrzewną.

Zwierzęta grup doświadczalnych I i II codziennie przez dni 5 i 10 o ósmej godzinie rano otrzymywały dootrzewnowo 0,25 mg tryptofanu w 0,5 ml tylozy (DL-Tryptofan pure, $C_{11}H_{12}$, H_2O , F-my Chamaport, Praha, Czechoslovakia). Grupom III i IV wstrzykiwano w tym okresie serotoninę (5-hydroksytryptamine-creatinine sulphate, Firmy Beanal, Budapest, Hungary) po 60 mg/kg ciężaru ciała. Każda grupa zwierząt, tak doświadczalnych jak i kontrolnych, składała się z trzech osobników. Materiał do badania z grup doświadczalnych I i III pobrano po 5, a z II i IV po 10 zastrzykach dootrzewnowych. Wycinki z początkowych części

dwunastnicy zwierząt kontrolnych i doświadczalnych utrwalano jednocześnie przez okres 20 godzin w mieszaninie calcium formol 1:10, przy temperaturze 4°C. Po odwodnieniu i zatopieniu w parafinie krajano na skrawki grubości 8—9 μ i barwiono przez 15 minut przy pomocy Fast Red B (Firmy T. Gurr, London, England), który łączy się wybiórczo z ziarnistościami diazododatnimi komórek Kulczyckiego.

BADANIA WŁASNE

Grupy kontrolne

Mysz y. Komórki enterochromafinowe przypominały kształtem wydłużoną butelkę. Okrągłe duże jądro z dwoma lub jednym jąderkiem położone bardziej przypodstawnie otoczone było licznymi ziarnistościami identyfikowanymi z serotoniną. Intensywność ich brązowo-czerwonego wybarwienia i wielkość były podobne. Część przywierzchołkowa komórki pozbawiona była tych specyficznych ziarenek. Na całym przekroju poprzecznym dwunastnicy spotykało się od 6 do 11 komórek Kulczyckiego (ryc. 1). Na preparatach po tylozie i próbnym nakłuciu w porównaniu z materiałem kontrolnym nie stwierdzono zmian ilościowych, a odczyny histochemiczne miały podobny stopień intensywności. I tutaj również większość komórek Kulczyckiego lokalizowała się u podstawy krypt Lieberkühna (ryc. 2).

Szczury. Większość komórek Kulczyckiego o kształcie trójkątnym znajdowała się w dnie krypt Lieberkühna. Owalne ich jądro położone przeważnie w środkowej części komórki otoczone było dość grubymi intensywnie wybarwionymi ziarnistościami specyficznymi. W szczytach komórek często brak było tych ziarenek. Szczególnie duża liczba diazododatnich tworów lokalizowała się w nadjądrowej cytoplazmie (ryc. 3). W sumie w kosmkach i w kryptach Lieberkühna spotykało się na całym przekroju poprzecznym jelita od 8 do 14 komórek Kulczyckiego. Po tylozie i nakłuciu komórki Kulczyckiego w porównaniu z grupą kontrolną nie wykazywały uchwytnych różnic ilościowych, jakościowych i cytochemicznych.

Świnki morskie. Komórki Kulczyckiego widoczne w polu widzenia w liczbie od 11 do 18 występowały zarówno w nabłonku obok enterocytów, jak i w kryptach Lieberkühna (ryc. 4). Były one przeważnie kształtu wrzecionowatego, choć spotykało się w dnie krypt także formy trójkątne. W większości komórek owalne lub okrągłe jądro leżało bliżej podstawy i otoczone było ziarnistościami, które odpowiadały serotoninie. Te specyficzne dość duże ziarna w eozynochłonnej cytoplazmie były jednolicie wybarwione na kolor czerwono-brązowy i miały podobny kształt i wielkość. Najwięcej było ich w pod- i nadjądrowej cytoplazmie.

Tyloza oraz „puste iniekcje” nie zmieniały obrazu morfologicznego komórek enterochromafinowych narządu Erspamera.

Żaby. Komórki Kulczyckiego o kształcie wydłużonego trójkąta układały się przeważnie w dolnej części krypt Lieberkühna. Ziarnistości diazopozytywne wybarwione przy pomocy Fast Red B na kolor brązowo-czerwony leżały w części nad- i podjadrowej (ryc. 5). Przeciętna liczba komórek enterochromafinowych wahała się w granicach od 3 do 8. U żab kontrolnych, które otrzymały samą tylozę lub podlegały tylko próbnemu ukłuciu w okolicę otrzewnej zmienność ułożenia ziarnistości diazododatnich w komórkach Kulczyckiego nie była charakterystyczna.

Grupy doświadczalne

Mysz. W obydwu grupach doświadczalnych, w których podawano zwierzętom tryptofan, nie znaleziono zmian ilościowych i jakościowych w komórkach Kulczyckiego. Natomiast już po 5 zastrzykach serotoniny (grupa III) obserwowano znaczne poszerzenie naczyń włosowatych kosmków jelitowych. W okolicy jąder komórek Kulczyckiego widoczne były miejsca pozbawione ziarnistości specyficznych (ryc. 6). Zmiany te szczególnie zaznaczały się u mysz, którym wstrzyknięto po 10 zastrzyków serotoniny (grupa IV). W części przypadkowej tych komórek wystąpiły duże pęcherzykowate przestrzenie wolne od ziarenek barwiących się solami dwuazowymi — Fast Red B. W niektórych komórkach, także pod błoną komórkową, występowały bezziańiste przestrzenie.

Szczury. Po serotoninie, zarówno w grupach III jak i IV, w porównaniu z grupami kontrolnymi i zwierzętami, którym podawano tryptofan liczba komórek Kulczyckiego była mniejsza. W materiale pochodzącym z grupy III, tj. po 5 zastrzykach, nie obserwowano wyraźnego poszerzenia naczyń krwionośnych w obrębie kosmków dwunastnicy. Natomiast po 12 zastrzykach (grupa IV) światło naczyń włosowatych jelita było znacznie poszerzone. Komórki Kulczyckiego leżące w pobliżu tych naczyń zawierały przeważnie duże, bryłowate ziarenka diazododatnie (ryc. 7). Pozostałe komórki narządu Erspamera miały różnej wielkości i kształtu ziarna diazopozytywne. Na kilku preparatach obserwowano komórki Kulczyckiego, które były większe niż pozostałe z tego układu.

Świnki morskie. Na materiale otrzymanym po 10 zastrzykach tryptofanu (grupa II) liczba komórek Kulczyckiego była większa niż w grupach kontrolnych. Tworzyły one skupienia lub ułożone były pasmowato wzdłuż światła krypt Lieberkühna. Występowało tutaj więcej

komórek dwujądrazstych niż w preparatach kontrolnych. Układ ich ziarnistości specyficznych nie różnił się jednak od materiału porównawczego. W grupach doświadczalnych po 5 i 10 zastrzykach serotoniny obserwowano komórki Kulczyckiego z dużymi licznymi ziarnami diazododatnimi, które tworzyły konglomeraty oraz komórki z niewielką ich liczbą. Dużo takich komórek „cieni” znajdowało się w pobliżu naczyń krwionośnych. Elementy specyficzne ich utworzone były z nielicznych drobnopływowatych ziarnistości. W niektórych komórkach dookoła jąder występowały zupełnie bezzziarniste przestrzenie, tworzące „halo”.

Ż a b y. W materiale otrzymanym po 5 zastrzykach tryptofanu nie znaleziono uchwytnych zmian w porównaniu z grupą kontrolną. Natomiast po 10 zastrzykach tego aminokwasu liczba uwidoczniionych komórek Kulczyckiego przy pomocy Fast Red B była nieco mniejsza. W niektórych przypadkach znajdowano w poszczególnych polach widzenia tylko „cienie” komórek układu enterochromafinowego, w których wybarwiły się pojedyncze ziarna diazododatnie (ryc. 8).

Po serotoninie w grupach III i IV komórki Kulczyckiego wykazywały tylko pojedyncze bryłowate ziarenka diazododatnie. Nasilenie reakcji histochemicznych w tych komórkach w porównaniu z preparatami kontrolnymi było śladowe. U poszczególnych żab obserwowano w kosmkach zwężenie światła naczyń włosowatych.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Tryptofan jest niezbędnym składnikiem białek egzogennych, z którego poprzez szereg reakcji w organizmie może nastąpić biosynteza serotoniny. Pośrednie metabolity tej przemiany cechują się wielokierunkowością reakcji i różnymi właściwościami farmakodynamicznymi (Opieńska-Blauth i współprac. 1964). Niektórzy autorzy (Dalglish i Dutton, 1957, Garattini i współprac. 1965) uważają że właśnie w komórkach enterochromafinowych Kulczyckiego zachodzi przyłączenie grupy hydroksylowej do tryptofanu. W ich ziarnistościach cytoplazmatycznych zawarta jest 5HT zwana również enteroaminą. Na powstanie 5HT w tych komórkach ma wpływ utlenianie tkankowe.

W badaniach naszych u mysz i szczurów po tryptofanie nie obserwowaliśmy zmian. Natomiast u świnek morskich i u żab stwierdzono różnice ilościowe uwidoczniionych barwnikiem dwuazowym komórek Kulczyckiego. Nasilenie tych zmian było różne u tych zwierząt. O ile u świnek morskich wykryliśmy więcej komórek Kulczyckiego, to na preparatach pochodzących od żab spotykano częściej tylko „cienie komórkowe”. Również Czerny (1966) u żab karmionych stwierdziła znacznie mniej komórek Kulczyckiego niż u głodzonych. Zdajemy sobie

sprawę, że nie możemy porównywać ze sobą wyników otrzymanych w naszych grupach doświadczalnych, którym podawano tryptofan, ponieważ w metabolizmie mięsożernych i roślinożernych oraz stało i zmienocieplnych zwierząt istnieją znaczne różnice. Aminokwasy, które nie zostały szybko wbudowane w tkanki uległy dezaminacji. Sądzymy więc, że na zróżnicowanie naszych wyników cytochemicznych wpłynął nieco inny „cykl tryptofanowy” (Baldwin, 1966, Fruton i współprac. 1966) badanych gatunków. Brak natomiast zmian u mysz i szczurów wskazywać może, że u tych ssaków nadmierny wzrost metabolitu nie wpłynął w naszych warunkach na zwiększenie produkcji 5HT w przewodzie pokarmowym. W całokształcie tej części doświadczenia sądzymy, podobnie jak Kishimoto i inni (1961), że istnieją różnice w przemianach anabolicznych i katabolicznych tryptofanu u zwierząt. Zwiększona podaż białka wzmogła natężenie przemiany materii przez swoje specyficzno-dynamiczne działanie (Przyłęcki, 1951), które przede wszystkim u żab i świnek morskich uwidoczniło się zmianami w zachowaniu się ziarnistości diazododatnich identyfikowanych z serotoniną. Wzrost liczby komórek Kulczyckiego u świnek morskich po tryptofanie jest prawdopodobnie wyrazem tylko większej ich wykrywalności. Można to wiązać ze zmianami cyklu wydzielniczego, którego zwolnienie spowodowało, że 5HT związana z ziarnistościami wypełnia przez czas dłuższy cytoplazmę.

Po zastrzykach serotoniny zachowanie się ziarenek specyficznych komórek Kulczyckiego było nieco inne, nie tylko w porównaniu z materiałem kontrolnym, ale i wśród grup doświadczalnych. Obserwowano pojawienie się przestrzeni bezziaarnistych, „komórek cieni”, a nawet u żab wyraźne zmniejszenie ilości ziarenek diazododatnich przy jednoczesnym obniżeniu ich aktywności enzymatycznej. Spotkano też w kilku przypadkach znacznie większe komórki Kulczyckiego niż pozostałe z narządu Erspamera (Erspamer i współprac. 1951).

Serotonina jest hormonem o wielokierunkowym działaniu i bierze udział w ogólnej hormonalnej grze ustroju (Rapport i współ. 1948). Wstrzykując ją zaburzyliśmy środowisko wewnętrzne organizmu (Williams 1964), a także obniżyliśmy przemianę materii za pośrednictwem międzymózgowia (Ber 1947). W wyniku tego po 5 zastrzykach serotoniny u mysz w komórkach Kulczyckiego w części przyjądrowej i pod błoną komórkową pojawiły się bezziaarniste przestrzenie. Zmiany te znacznie nasiliły się po 10 zastrzykach. Liczba wykrywanych natomiast komórek w III i w IV grupie w porównaniu z materiałem kontrolnym nie wykazywała uchwytnych różnic. Podobnie zachowywały się ziarnistości diazododatnie po serotoninie u świnek morskich. Nato-

miast u szczurów i żab obok tego spotykano mniej komórek Kulczyckiego niż w grupach kontrolnych.

Ilościową i jakościową zmienność komórek Kulczyckiego zarówno w stanach fizjologicznych i patologicznych obserwowali między innymi Jakovleva i współprac. (1959), Grzycki i Staszyc (1968), Staszyc, Kerse i Soylu (1968). Czerny (1966) natomiast stwierdziła, że komórki Kulczyckiego o zmniejszonym odczynie na serotoninę wykazują również zmiany w aktywności na Fz i ATP-azę. Ponieważ enzymy te biorą udział w aktywnym transporcie przez błony komórkowe, a 5HT przechodzi przez nie na zasadzie pompy aminowej, to pojawienie się w grupach III i IV dużych bryłowatych ziarenek diazododatnich u podstawy komórki, tj. na biegunie czynnym, może świadczyć o zaburzeniu transportu tego neurohormonu. Również obecność bezzianistycznych przestrzeni cytoplazmatycznych „halo”, tylko w grupach doświadczalnych dowodzi, że wstrzyknięcie serotoniny wpłynęło na metabolizm komórek Kulczyckiego. Liczba i rozmieszczenie ziarnistości specyficznych w komórkach Kulczyckiego zmieniła się we wszystkich grupach bez względu na gatunek zwierzęcia, choć te zmiany cytomorfologiczne były różnie zaawansowane. Świadczyć to może o zmianie syntezy lub rozkładu 5HT czy też o zaburzeniu transportu przez błonę komórkową. Wstrzyknięta serotonina nie wpływała prawdopodobnie na zmiany ilościowe komórek narządu Erspamera, ale powodowała ich morfologiczne zróżnicowanie, nieco różne w poszczególnych grupach doświadczalnych. Mechanizm tego działania nie jest dostatecznie znany. Być może, że podanie serotoniny zmieniło tylko rytm dobowy komórek Kulczyckiego, który kontrolowany jest przez układ współczulny (Quay, 1963), a może wiąże się to z faktem działania tego neurohormonu na wzrost komórki i jej szybkie dojrzewanie.

Według Schramma i współ. (1955) działanie serotoniny między innymi związane jest z mechanizmem odwracalnego cyklicznego przenikania jonów wapnia przez błony komórkowe. Z sugestią tą łączą się i nasze spostrzeżenia dotyczące różnorodnej reakcji naczyniowej na serotoninę. Zauważono, że zależy ona od gatunku zwierzęcia. U żab była ona pressorem, u mysz depressorem. Natomiast u szczurów działała dopiero w większym stężeniu, a u świnek morskich nie stwierdzono wyraźnej wazodilatacji. Być więc może, że u żab zwiększenie poziomu serotoniny wywołując skurcz naczyń krwionośnych spowodowało niedotlenienie komórek Kulczyckiego oraz brak dostatecznej ilości substancji odżywczych. Objawy te zmanifestowały się zmianami ilościowymi i jakościowymi ziarnistości diazopozytywnych. Grott (1959) i inni autorzy sądzą, że serotonina może różnie działać na układ naczyniowy, co wiąże się nie tylko z gatunkiem zwierzęcia, ale zależy też

od warunków środowiska oraz czasu badania po jej podaniu. Otrzymane przez nas wyniki zależały więc od ogólnej reaktywności organizmu na serotoninę, a na pewno w dużym stopniu od czynności przysadki mózgowej (Grzycki i współprac. 1968, Staszyc, Kerse i Soyly, 1968), kory nadnerczy (Staszyc 1966), stanu pobudzenia układu naczyniowego (Staszyc, 1966). Biorąc pod uwagę obserwowane odczyny cytomorfologiczne sądzimy, że istnieje rytm dobowy komórek Kulczyckiego, który w naszym doświadczeniu uległ zaburzeniu po podaniu neurohormonu — serotoniny. Mechanizmu tego nie umiemy w pełni wyjaśnić. Wprowadzenie serotoniny do ustroju zwierzęcia zmieniło jego hormonalne środowisko (Ber, 1947, Charvat, 1953, Williams, 1964), a wtedy uzyskane zmiany można by wytłumaczyć przyjętą koncepcją mechanizmu „sprzężenia zwrotnego”, a przede wszystkim teorią „zużycia”.

Biorąc więc pod uwagę zmiany w rozmieszczeniu i w liczbie ziarnistości diazopozytywnych w komórkach Kulczyckiego dwunastnicy wydaje się, że można sądzić, iż w komórkach tych istnieje rytm dobowy swoisty dla poszczególnych grup, a być może i pojedynczych zwierząt.

PIŚMIENNICTWO

1. Baldwin E.: *Biochemia dynamiczna*, Państw. Wydaw. Rolnicze i Leśne, Warszawa 1966.
2. Ber A.: *Endokrynologia*, Spół. Wydawnicza „Książka”, Warszawa 1947.
3. Charvat J.: *Hormony sterydowe*, PZWL, Warszawa 1953.
4. Czerny K.: *Folia Morphol.*, **25**, 215—219, 1966.
5. Czerny K.: *Folia Morphol.*, **25**, 457—462, 1966.
6. Dalglish C. E., Dutton R. W.: *Cancer*, **11**, 296—309, 1957.
7. Erspamer V., Asero B.: *Ric. Sci.*, **21**, 2132—2136, 1951.
8. Fruton J. S., Simmonds S.: *Biochemia ogólna*, PZWL, Warszawa 1966.
9. Garattini S., Valselli L.: *Serotonin*, Elsevier-Publishing Company Amsterdam—London, New York 1965.
10. Grott E.: *Endokrynologia Polska*, **10**, 271—274, 1959.
11. Grzycki S., Staszyc J.: *Acta Histochem.*, **29**, 391—396, 1968.
12. Jakovleva A., Sahnazorova N. T.: *Biul. Eksp. Biol. Med.*, **8**, 107—110, 1959.
13. Kishimoto J., Takahashi N., Egani F.: *J. Biochem.*, **49**, 436—439, 1961.
14. Opieńska-Blauth J., Charęziński M.: *Postępy Biochemii*, **2**, 215—243, 1964.
15. Przyłęcki S. J.: *Chemia fizjologiczna*, Wyd. Trzaska, Evert i Michalski, Warszawa 1950.
16. Quay W. B.: *Gen. Comp. Endocrinol.*, **3**, 473—476, 1963.
17. Rapport M. M., Green A. A., Page J. H.: *J. Biol. Chem.*, **176**, 1243—1253, 1948.

18. Schramm R. W., Schrammowa H.: Postępy Biochemii, 4, 521—539, 1965.
19. Staszyc J.: Acta Anat., 64, 304—310, 1966.
20. Staszyc J.: Endokrynologia Polska, 17, 381—385, 1966.
21. Staszyc J., Kerse J., Soylu R.: Hacettepe Bulletin of Medicine, 1, 119—127, 1968.
22. Vialli M., Erspamer V.: Boll. Soc. Med. Chir., Pavia, 51, 355—361, 1937.
23. Williams R. H.: Endokrynologia, PZWL, Warszawa 1964.

Otrzymano 25 XI 1963.

OBJAŚNIENIA DO RYCIN

Ryc. 1. Mysz kontrolna. Dwunastnica. Komórki Kulczyckiego wybarwione Fast Red B. Pow. ca 600 ×.

Ryc. 2. Dwunastnica myszy po tylozie. Rozmieszczenie komórek Kulczyckiego jak w grupie kontrolnej. Barw. Fast Red B. Pow. 600 ×.

Ryc. 3. Szczur kontrolny. Dodatkowo odczyn na serotoninę w komórce Kulczyckiego widoczne w nadjądrowej części cytoplazmy. Barw. Fast Red B. Pow. 3000 ×.

Ryc. 4. Świnka morska. Grupa kontrolna. W komórkach Kulczyckiego ziarnistości diazopozytywne. Barw. Fast Red B. Pow. 600 ×.

Ryc. 5. Dwunastnica żaby. Grupa kontrolna. Komórki Kulczyckiego z ziarnistościami diazopozytywnymi. Barw. Fast Red B. Pow. 800 ×.

Ryc. 6. Dwunastnica myszy. Grupa III. Śladowe liczby ziarenek diazopozytywnych w komórkach Kulczyckiego. Barw. Fast Red B. Pow. 800 ×.

Ryc. 7. Dwunastnica szczura. Grupa IV. Duże i liczne ziarna diazopozytywne w komórkach Kulczyckiego. Barw. Fast Red B. Pow. 3000 ×.

Ryc. 8. Dwunastnica żaby. Grupa IV. Barwienie Fast Red B wykazało w komórkach Kulczyckiego tylko śladowe odczyn. Pow. 800 ×.

РЕЗЮМЕ

Автор проводил исследования на мышках, крысах, морских свинках и лягушках, которым через 10 дней вводили внутрибрюшинно триптофан по 0,25 мг в тилозе. В это время животные из других групп получали серотонин по 60 мг/кг веса тела.

Беря во внимание изменения в расположении и количестве диазопозитивной зернистости в клетках Кульчицкого двенадцатиперстной кишки, автор полагает, что эти клетки имеют суточный ритм своеобразный для отдельных групп исследованные животных.

RÉSUMÉ

L'auteur a fait des expériences sur les souris, les rats, les cobayes et les grenouilles, ayant injecté à ces animaux, par la voie intra-péri-

tonéale, le tryptophane en quantité de 0,25 mg en tylose durant 10 jours. Pendant ce temps les animaux d'autres groupes recevaient la sérotonine en quantité de 60 mg par 1 kilo de poids du corps.

Prenant en considération les changements dans la localisation et dans le nombre de granulosités diazopositives dans les cellules de Kulczycki dans le duodénum, l'auteur est d'avis que les cellules en question ont un rythme de vingt-quatre heures spécifique pour les groupes particuliers d'animaux examinés.

EXPLANATIONS DES FIGURES

Fig. 1. Souris de contrôle. Cellules de Kulczycki colorées par Fast Red B. Agrandiss. env. 600 X.

Fig. 2. Duodénum de la souris après la tylose. Localisation des cellules de Kulczycki comme dans le groupe de contrôle. Color. Fast Red B. Agrandiss. env. 600 X.

Fig. 3. Rat de contrôle. Réactions positives à la sérotonine dans la cellule de Kulczycki, visibles dans la partie supranucléaire du cytoplasme. Color. Fast Red B. Agrandiss. env. 3000 X.

Fig. 4. Cobaye. Groupe de contrôle. Granulosités diazopositives dans les cellules de Kulczycki. Color. Fast Red B. Agrandiss. env. 600 X.

Fig. 5. Duodénum de la grenouille. Groupe de contrôle. Cellules de Kulczycki contenant des granulosités diazopositives. Color. Fast Red B. Agrandiss. env. 800 X.

Fig. 6. Duodénum de la grenouille. Groupe III. Très petites quantités de granulosités diazopositives dans les cellules de Kulczycki. Color. Fast Red B. Agrandiss. env. 800 X.

Fig. 7. Duodénum du rat. Groupe IV. Granulosités diazopositives dans les cellules de Kulczycki sont grandes et nombreuses. Color. Fast Red B. Agrandiss. env. 3000 X.

Fig. 8. Duodénum de la grenouille. Groupe IV. Color. Fast Red B n'a démontré que les réactions très faibles dans les cellules de Kulczycki. Agrandiss env. 800 X.



