

WOJCIECH STUDNICKI

## Kleje do zespalania tkanek stosowane w chirurgii. II. Zastosowanie klejów chirurgicznych (monomerów estrów kwasu alfa-cyanoakrylowego) w badaniach doświadczalnych i praktyce klinicznej

Z Instytutu Chorób Zakaźnych i Inwazyjnych Wydziału Weterynarii AR w Lublinie

Przeprowadzone na zwierzętach liczne doświadczenia, a zwłaszcza doświadczenia klejenia ran skóry przy pomocy estrów kwasu alfa-cyanoakrylowego, pozwoliły na sprawdzenie możliwości zastosowania tego kleju u ludzi (3, 16, 17, 33, 34, 39, 40). Wyniki jakie osiągnięto są na ogół korzystne i zasługują na szerokie upowszechnienie. Blizna po sklejeniu skóry odpowiada bliźnie po ranie zeszytej szwem śródskórnym (3). Wyższość tej metody nad zespalaniem skóry przy pomocy szwów polega ponadto na tym, że w znacznym stopniu skraca czas zabiegu, nie wymaga stosowania znieczulenia ani użycia specjalnych narzędzi (3, 30, 39). Zespalanie rany skórnej można wykonać albo wg metody ciągłej, bądź przez mostkowanie (3).

Badania odczynu tkanek skóry wykonane w oparciu o badania histologiczne wykazały, że odczyn zapalny jest mniejszy w ramach zaopatrywanych klejem niż w ranach szytych szwem chirurgicznym (33, 34, 40). Obecność polimeru można stwierdzić do trzech tygodni po sklejeniu (30, 34). Kuś i wsp. (17) stosowali histoakryl używając go do zaopatrywania niektórych urazowych i operacyjnych ran ciętych skóry głowy, twarzy, nosa, szyi oraz kończyn, długich ran operacyjnych po zabiegach naprawczych i plastycznych w obrębie kończyn i powłok brzusznych, dla przymocowania wolnych przeszczepów skórnych, dla uszczelnienia drenów do czynnego odsysania rany, oraz dla uszczelnienia skóry w miejscu wprowadzenia gwoździ Kirschnera. Ponadto autorzy ci używali histoakrylu do zespalania ran błony śluzowej jamy ustnej. Bielicki i wsp. (3) zespalali tym samym klejem rany po strumektomii i uważają, że metoda ta pozwala na szczelne zamknięcie rany, ułatwia technikę zabiegu i pozostawia bardzo korzystny efekt estetyczny blizny pooperacyjnej.

Pierwsze doniesienia o stosowaniu estrów kwasu alfa-cyanoakrylowego pochodzą z roku 1960 i dotyczą one chirurgii naczyniowej. Zastosowanie ich w chirurgii naczyń nie było

dzielęm przypadku, bowiem stale trwają poszukiwania rozwiązania problemu szwu naczyniowego. Nieszczelność linii szwów w miejscu zespożeń naczyniowych, konieczność pośpiechu w czasie operacji, ze względu na niedokrwienie tkanek i stosowanie heparyny w zabiegach na naczyniach, stwarzały potrzebę poszukiwania innych, bardziej skutecznych metod zespalania i zaopatrywania ubytków naczyń. Ponadto taką konieczność dyktowała również rozwijająca się transplantologia (9). Panuje na ogół przekonanie, że zastosowanie klejów alfa-cyanoakrylowych w chirurgii naczyniowej w znacznym stopniu uprości, przyspieszy i wpłynie korzystnie na efekt zabiegu (9, 32).

Do chwili obecnej stosowano go zarówno do zespalania naczyń tętnicznych i żylnych (9, 20, 41, 45, 50), do wklejania przeszczepów naczyniowych, protez kolagenowo-torlenowych (31) jak również do łatania poprzecznie i podłużnie uszkodzonych ścian naczyń tętnicznych. Doświadczenia na psach przeprowadzone były przy użyciu między innymi łatek pobranych z żył tego samego psa (32) i łatek kolagenowo-torlenowych (45). Jak podają Kurnatowski i wsp. (13) wspomnianym klejem można zaopatrywać krwawiący kikut naczyń, a ponadto używać go w operacyjnym leczeniu guzków krwawnicowych. Healey i wsp. (9) uważają, że zaciski naczyniowe w czasie procesu sklejanego winny być smarowane olejem silikonowym, co nie pozwala na zlepianie powierzchni narzędzi ze ścianą naczyń. Grozi to bowiem rozdarciem naczyń w czasie zwalniania zacisków. Dobre efekty osiągnięto również stosując klej dla umocowania łąt z tworzyw sztucznych i plomb mięśniowych, uzupełniających ubytki w ścianie przedsionków serca (2, 41). Posługując się metodą sklejanego naczyń można znacznie szybciej niż przy szyciu zamknąć ranę tętnicy, nie powodując zwięzienia jej światła. Gojenie się zranień tętnic przebiega z wytworzeniem skrzepliny w miejscu cięcia, która ulega stopniowej organizacji i zostaje pokryta śródbłonkiem. W miejscu zranienia powstaje blizna

łącznotkanowa (32). Należy podkreślić, że w miejscu blizny brak jest włókien sprężystych, co w połączeniu z niedokładnym wykonaniem zespolenia czy łatania może być przyczyną powstania tętniaka (32). Proces klejenia musi przebiegać tak, by klej nie dostał się do światła naczynia, bowiem stać się on może podłożem dla powstania zakrzepu (32). Spośród wszystkich klejów alfa-cyjanoakrylowych, jakie badano w chirurgii naczyniowej, największe odczyny zapalne i uszkodzenia ścian klejonego naczynia obserwowano po zastosowaniu estru metylowego (32, 50).

Większość prób zastosowania kleju alfa-cyjanoakrylowego w zabiegach na układzie nerwowym dotyczy kleju Eastman 910 (cyt. za 4). Klejono nim z powodzeniem oponę twardą, a próby zespalania przeciętych nerwów obwodowych nie dały pozytywnych rezultatów. W doświadczeniach stwierdzono wyższość klasycznej metody szycia nad sklejeniem. Wszystkie sklezione nerwy wykazywały znamiona degeneracji i martwicy, która w dużym procencie przypadków była przyczyną rozejścia się spoiny. Regeneracja przebiegała lepiej w nerwach szytych (kontrolnych) aniżeli po sklejeniu. Należy jednak dodać, że nerwy sklezione lepiej przewodzą bodźce elektryczne (cyt. za 4).

Korzystne wyniki, jakie uzyskano w doświadczeniach przeprowadzonych na zwierzętach, użycia szybko polimeryzujących klejów chirurgicznych dla sklejenia ran tkanki płucnej (11, 18, 30, 38, 49) powstałych po klinowym jej wycięciu, po obrażeniach stycznych, klutych, częściowym płaszczynowym odcięciu płata, jak również do zaopatrywania naczyń i oskrzeli we wnętrzu płuca po pneumoektomiach, pozwoliły na zastosowanie metody klejenia w niektórych zabiegach na tkance płucnej u ludzi (38, 43). Kleje te stosowano dla uszczelnienia powierzchni segmentarnej i miąższu płucnego, uszczelnienia miąższu płuca po wycięciu torbieli rozedmowych, dla uszczelnienia kikuta płatowego i głównego oraz dla uszczelnienia linii szwów po operacjach na tchawicy i dużych oskrzelach (43).

Badania histopatologiczne tkanki płucnej poddanych zabiegom psów nie wykazały żadnych cech nieprawidłowego odczynu na klej oraz ujawniły, że klej uległ całkowitemu wchłonięciu w ciągu 2—3 miesięcy (49). Inni autorzy w swoich doświadczeniach używali estru metylowego, obserwując silny odczyn zapalny tkanki płucnej, o czym już wspomniano na wstępie (30).

Badania na zwierzętach doświadczalnych wykazały, że stosując kleje alfa-cyjanoakrylowe można wykonać różne zespolenia jelitowo-jelitowe i żołądkowo-jelitowe bez użycia szwów (4, 24, 25, 44). Zabiegi te wymagają jednak stosowania specjalnej techniki, polegającej na założeniu na czas sklejenia pojedynczych

szwów materacowych, zagłębiających, które dociskają po nasmarowaniu klejem surowicówkę zespalanych odcinków (44). Najlepsze wyniki uzyskiwano przy zespoleniach typu „bok do boku” i „koniec do boku”. W zespoleniach „koniec z końcem” często powstawały zwężenia w miejscu połączenia. Technika klejenia również zabezpiecza z dobrym wynikiem kikut jelita. Inna technika klejenia jelit polega na wypukleniu pętli doprowadzającej w odprawdzającą, przy czym z kołnierza tej ostatniej należy zdjąć śluzówkę i mięśniówkę (cyt. za 4). W porównaniu bezpośrednich i odległych wyników zespolen za pomocą szwów i kleju brak było istotnych różnic. Miejscowy odczyn zapalny był wyraźnie mniejszy w jelitach zespalanych klejem. Ponadto znaczna oszczędność czasu przemawiała za metodą klejenia.

Przy zastosowaniu monomeru Eastman 910 udało się zlikwidować przetokę skórno-dwu-nastniczą przez wkraplanie tego kleju do osuszonego kanału przetoki (44). Wydaje się, że klej nie zastąpi metody szycia w operacjach na przewodzie pokarmowym, polegających na wykonywaniu różnych zespolen, a jedynie może spełnić pewną pomocniczą rolę w uszczelnianiu szwów w różnych tego typu sytuacjach.

Bardzo duże nadzieje wiązano z możliwością zastosowania szybko polimeryzujących klejów w chirurgii narządów mięszzowych (4, 6, 7, 18, 21, 22, 23, 29, 30, 35, 37, 46, 51, 52). Zabiegi częściowego wycięcia śledziony, wątroby czy nerki oraz zaopatrywania ran tych narządów wiążą się ze znacznymi trudnościami w opanowaniu krwawienia. W dotychczasowym postępowaniu w takich przypadkach stosowano szwy materacowe, przyżeganie krwawiących naczyń, setony gazowe, plombi mięśniowe, gąbki fibrynowe i żelatynowe. Metody te nie dawały pełnej hemostazy i często po ich stosowaniu obserwowano późne krwotoki. Do momentu zastosowania klejów alfa-cyjanoakrylowych częściowa resekcja śledziony była praktycznie niemożliwa i w urazowych zranieniach tego narządu usuwano go w całości (29). W 1964 r. Morgenstern i wsp. (29) wykonali po raz pierwszy z pełnym powodzeniem wycięcie śledziony u 56-cio letniej chorej kobiety ze znacznym powiększeniem tego narządu, wywołanym zwłóknieniem i metaplastją szpiku. Ranę śledziony zaopatrzyli oni klejem Eastman 910. Autorzy uważają, że zabieg częściowej resekcji śledziony możliwy do wykonania i uproszczony dzięki zastosowaniu wspomnianego kleju może znaleźć zastosowanie w pewnych przypadkach splenomegalii.

Zastosowanie szybko polimeryzujących klejów w chirurgii wątroby przy częściowej resekcji tego narządu, jak również przy zaopatrywaniu urazowych zranień, pozwoliło na uniknięcie miejscowego niedotlenienia, jakie zawsze powodują szeroko założone szwy materacowe, w objętych nimi odcinkach miąższu.

Ponadto stosowanie klejów, w znaczny sposób skróciło czas operacji, co u chorych z obrażeniami wątroby ma pierwszorzędne znaczenie (7). Jak stwierdzono na zwierzętach doświadczalnych odczyn na klej jest mniejszy aniżeli na szwy (2, 7, 18). Również z powodzeniem stosowano wspomniane kleje do zespalania przewodów żółciowych oraz zaopatrywania łożyska powstałego po resekcji woreczka żółciowego (28). Ponadto udało się nawet za ich pomocą zamknąć zewnętrzne przetoki żółciowe (44).

Dotychczasowe doświadczenia w dziedzinie chirurgii urologicznej przy częściowym wycięciu nerki, jak również jej nacięciu i zaopatrywaniu plombami mięśniowymi unieruchomionymi przy pomocy szwów wykazały, że metoda ta nie była doskonała. Często obserwowano po jej stosowaniu metaplastkę kostną plomby mięśniowej, zanik mięszu nerkowego z upośledzeniem lub całkowitym zahamowaniem czynności wydzielniczej operowanej nerki (6, 37). Zmiany te, jak stwierdzono, były w ścisłej zależności zarówno z metodą szycia jak również z materiałem użytym do szycia. Najmniejszy odczyn tkankowy obserwowano po stosowaniu szwów z katgutem zwykłego i chromowanego (6). Nic więc dziwnego, że dopatrywano się możliwości rozwiązania tego problemu przez zastosowanie klejów alfa-cyanoakrylowych do zespalania przeciętego czy pękniętego mięszu nerkowego, jak również zaopatrywania powierzchni po częściowej resekcji tego narządu. Badania przeprowadzone przez Freese i wsp. (6) w doświadczeniach na zwierzętach wykazały, że przy nacięciach podłużnych i poprzecznych, jak również przy częściowym, wycięciu nerki zastosowanie kleju Akutol daje pełną hemostazę. Gojenie przebiega prawidłowo i nie obserwuje się zaburzeń wydzielniczych w operowanej nerce. Autor ten uważa, że uzyskane wyniki w pełni upoważniają do zastosowania klejów chirurgicznych w operacjach nerek u ludzi. Podobne wyniki osiągnęli i inni autorzy, którzy prowadzili badania porównawcze zastosowania klejów chirurgicznych w operacjach nerek z innymi tradycyjnymi metodami (37, 52). Stosowano również kleje alfa-cyanoakrylowe do zespalania dróg moczowych i w zabiegach operacyjnych na trzustce (35).

Jak z powyższego wynika zastosowanie klejów alfa-cyanoakrylowych w leczeniu operacyjnym narządów mięszowych wyszło już z fazy eksperymentu. Odnosi się to szczególnie do wątroby i śledziony. Klejenie tych narządów jest już metodą stosowaną w wielu ośrodkach (29, 35, 46).

Tak delikatny i precyzyjny narząd jakim jest gałka oczna wymaga specjalnych, bardzo subtelnych metod operacyjnych. Nic więc dziwnego, że z użyciem klejów chirurgicznych wiąże się pewne nadzieje dla atraumatycznego

zespalania jej tkanek. Kliniczne zastosowanie klejów alfa-cyanoakrylowych w chirurgii okulistycznej musiało więc być poprzedzone wnikliwymi badaniami nad odczynem tkanek oka, jaki w nich powstaje po użyciu wspomnianych klejów (14). Badania takie zostały zapoczątkowane w 1963 r. i trwają nadal. Kurnatowski i wsp. (14) prowadzili swoje badania na szczurach, którym na rogówkę i do worka spojówkowego jednego oka wkraplali jedną kroplę kleju. Drugie oko pozostawiali jako kontrolne. W ten sposób przebadali oni trzy estry kwasu alfa-cyanoakrylowego: etylowy, n-butyłowy i n-heptyłowy. Badania kliniczne i histopatologiczne prowadzili przez okres 6 m-cy. Zmiany towarzyszące użyciu estru etylowego utrzymywały się nadłużej. Po 6 m-cach wyrażały się one nieznacznymi naciekami złożonymi z pojedynczych limfocytów wokół naczyń spojówkowych i obecnością pojedynczych naczyń krwionośnych o wąskim świetle w rogówce. Zmiany o jakich mowa praktycznie przekreślają możliwość użycia tego estru do klejenia tkanek oka. Należy przypuszczać, że ester metylowy powodować będzie jeszcze bardziej znaczne zmiany. Po użyciu estru n-butyłowego zmiany były mniejsze i ustępowały w ciągu 14 dni, a estru n-heptyłowego po upływie 3 dni. Autorzy uważają, że ten ostatni ester będzie mógł być wykorzystany w chirurgii okulistycznej. Ten sam zespół autorów (15) poświęcił inne badania zaopatrywaniu ran twardówki u królików przy pomocy łątek kolagenowych i kolagenowo-torlenowych przyklejanych estrem n-heptyłowym, który w poprzednich badaniach uznali za najmniej drażniący dla tkanek oka. Uważają oni, że zarówno klej n-heptyłowy jak i błona kolagenowa są dobrymi materiałami do zamykania twardówki z rozległym jej ubytkiem, w przeciwieństwie do łątek kolagenowo-torlenowych, po których użyciu obserwuje się znaczne odczyny. Podobne badania przeprowadzili i inni autorzy stosując łątki z dakronu i klej Eastman 910 oraz płytki z lavsanu przyklejane za pomocą Cjakinu (5). Zarówno w pierwszym jak i w drugim przypadku wyniki były zachęcające. Prowadzono również badania doświadczalne nad leczeniem przenikających ran rogówki zaopatrując je tylko klejem (19), bądź też używając kleju dla uszczelnienia szwu biologicznego z izolowanych ścięgien ogona szczura (8). Wyniki jakie uzyskano należy uznać za dobre.

W Instytucie Chorób Niezakaźnych od kilku m-cy stosowane są kleje chirurgiczne monomery estrów kwasu alfa-cyanoakrylowego do zespalania brzegów ran zarówno w badaniach doświadczalnych jak i w niektórych, wybranych przypadkach klinicznych. Zespalanie ran przy pomocy kleju w znaczny sposób upraszcza wykonanie zabiegu, skraca czas jego trwania i korzystnie wpływa na jego wynik.

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń można przewidzieć, że alfa-cyanoakrylowe kleje chirurgiczne znajdują szerokie zastosowanie w praktyce weterynaryjnej.

## Piśmiennictwo

1. Artykuł redakcyjny: J. Am. med. Ass., 194, 201, 1967.
2. Awe W. C., Roberts W., Braunwald N. S.: Surgery, 54, 322, 1963.
3. Bielicki F., Kędra H., Noczyński L.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 69, 1972.
4. Drak J.: Tworzywa Sztuczne w Medycynie, 4, 83, 1967.
5. Filipienko V. J.: Vestn. Oftal., 4, 25, 1966.
6. Freese P., Heinrich P., Hinze M.: Der Chirurg, 37, 56, 1966.
7. Freese P., Heinrich P., Hinze M.: Der Chirurg, 36, 483, 1965.
8. Gwóźdź E., Kurnatowski W., Szretter-Szmid M., Krych J., Łojek T.: Klin. Oczna, 41, 815, 1971.
9. Healey J. E.: J. Surg. Res. 1, 267, 1961.
10. Hennessy R. G., Thompson R. K., Arnold J. G.: Surgery, 60, 744, 1966.
11. Kędra H.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 51, 1972.
12. Krzyżanowski J., Studnicki W., Pelc T., Brzozowski T.: Badania doświadczalne nad wrażliwością drobnoustrojów wyizolowanych z wydzieliny zapalnej gruczołu mlekowego krów na klej cyanoakrylowy in vitro. Medycyna Wet. (w druku).
13. Kurnatowski W., Brzozowski T.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 47, 1972.
14. Kurnatowski W., Gwóźdź E., Kalczak M., Krych J., Brzozowski T.: Klin. Oczna, 42, 575, 1972.
15. Kurnatowski W., Gwóźdź E., Kieniewicz S., Brzozowski T., Kalczak M., Krych J.: Klin. Oczna, 42, 569, 1972.
16. Kurnatowski W., Uszyński H.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 47, 1972.
17. Kuś H., Kędra H.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 46, 1972.
18. Malajew A. A.: Vestn. Oftal., 4, 17, 1969.
19. Kwietniak K., Orszulok J.: Pol. Tyg. Lek., 23, 65, 1968.
20. Manax W. G., Bloch J. H., Longerbeam J. K., Lillehei R. C.: Surgery, 54, 663, 1963.
21. Marable S. A., Wagner D. E.: Surg. Forum, 13, 264, 1962.
22. Matsumoto T.: Archs Surg., 96, 226, 1968.
23. Matsumoto T., Hardaway R. M., Heisterkamp Ch. A., Pani K. C., Leonard F.: Archs Surg., 94, 861, 1967.
24. Matsumoto T., Hardaway R. M., Pani K. C., Leonard F., Heisterkamp Ch. A., Margetis P. M.: Surgery, 61, 567, 1967.
25. Matsumoto T., Pani K. C., Hardaway R. M., Leonard F.: Archs Surg. 94, 184, 1967.
26. Matsumoto T., Pani K. C., Kovaric J. J., Hamit H. T.: Archs Surg., 97, 727, 1968.
27. Matsumoto T., Dobek A. S., Pani K. C., Kovaric J. J., Hamit H. T.: Archs Surg., 97, 527, 1968.
28. Mielkumow W. A.: Chirurgija, 3, 97, 1968.
29. Morgenstern L., Kahn F. H., Weinstein I. M.: Surgery, 60, 336, 1966.
30. Noszczyk W., Kulicki M.: Pol. Prz. Chir., 42, 380, 1970.
31. Noszczyk W., Kulicki M., Lucer C., Kieniewicz S.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 48, 1972.
32. Noszczyk W., Kulicki M., Szretter-Szmid M., Wichrzycka E.: Pol. Prz. Chir., 41, 1393, 1969.
33. Noszczyk W., Szretter-Szmid M., Kulicki M., Wichrzycka E.: Pol. Prz. Chir., 41, 882, 1969.
34. Noszczyk W., Wichrzycka F., Szretter-Szmid M., Kulicki M.: Pol. Tyg. lek. 24, 1805, 1969.
35. Ota K., Mau Sh., Mizumo K., Inou T.: Archs Surg., 96, 231, 1968.
36. Page R. C., Borick P. M.: Archs Surg., 94, 162, 1967.
37. Pelc T.: kontakty osobiste.
38. Plachta H., Smolarek F., Kalczak M.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 50, 1972.
39. Ponicki F.: Prz. lek., 26, 402, 1970.
40. Ponicki F., Tomasiak B.: Prz. lek., 26, 570, 1970.
41. Redo S. F., Ecker R. R.: Archs Surg., 93, 319, 1966.
42. Reynolds R. C., Fassett D. W., Astill B. D., Casaret L. J.: J. Surg. Res. 6, 132, 1966.
43. Rogalski E., Kędra H., Feszczuk J.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 50, 1972.
44. Seidenberg B., Garro E., Pimental R., Hurwitt E. S.: Ann. Surg. 158, 721, 1963.
45. Smolarek F., Waniewski E., Klepka W., Stawarz B., Plachta H., Kurnatowski W., Mastalerski J., Kalczak M.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 45, 1972.
46. Stawarz B., Smolarek F., Klepko W., Plachta H., Kalczak M.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 49, 1972.
47. Studnicki W., Rubaj B., Krzyżanowski J., Brzozowski T.: Badania doświadczalne nad stosowaniem kleju chirurgicznego do zespалania ran strzyków u krów. Medycyna Wet. (w druku).
48. Studnicki W., Mucha M., Brzozowski T.: Zastosowanie kleju cyanoakrylowego w zabiegach kosmetycznych u psów. Medycyna Wet. (w druku).
49. Vasco J. S., Brockman K.: Ann. Surg., 162, 123, 1965.
50. Weissberg D., Goetz R. H.: Surg. Gyn. Obst. 119, 1248, 1964.
51. Wojnar V. S., German A. J., Moghul T. H., Scarano D.: Archs Surg., 89, 237, 1964.
52. Zagórski W., Bokwa J., Kurnatowski W., Kalczak M.: XLVI Zjazd Chirurgów Polskich, Lublin, 49, 1972.

Adres autora: dr Wojciech Studnicki, 20-030 Lublin, ul. Raabego 7 m. 21.

ZDZISŁAWA SIEDLECKA-BINDER, ALOJZY GABRYŚ

## Test obciążeniowy fruktozą, jako badanie uzupełniające przy określaniu stopnia uszkodzenia mięszu wątrobowego zwierząt

Z Zakładu Higieny Weterynaryjnej w Katowicach

W niniejszej pracy obserwowano zawartość fruktozy w płynach ustrojowych niektórych gatunków zwierząt oraz zastosowano test obciążenia fruktozą.

Fruktoza jest mało znanym i niedocenianym związkiem w przemianie węglowodanowej. Wyniki testu obciążeniowego fruktozą pozwalają sugerować, że jest on wskaźnikiem uszkodzenia mięszu wątrobowego (1, 2, 4, 5, 7).

### Materiał i metody

Badano stężenie fruktozy w następujących płynach ustrojowych zwierząt:

1. w surowicy świń i cieląt,
2. w krwi pełnej świń, cieląt, kotów, świnek morskich,
3. w pełnym mleku krowim pobranym z rannego udoju,
4. u świnek morskich wykonano test według Straussa (5) obciążenia fruktozą podając doustnie 1 g/kg wagi ciała w 20% roztworze. Oznaczono stężenie fruktozy w krwi pełnej na czczo oraz co 30 minut w ciągu 3 godzin,
5. analogiczny test obciążenia wykonano u kotów zdrowych,
6. u kotów zarażonych *Toxoplasma gondii* wykonano test według Straussa, postępując jak w pkt. 4. Oznaczenia wykonano w 3 i 10 tygodniu od daty zarażenia.