

**ŚLĄSKA AKADEMIA MEDYCZNA w KATOWICACH
WYDZIAŁ LEKARSKI w ZABRZU**

mgr biologii Mirosława Przeworowska-Kawala

**Wpływ wody poddanej działaniu pola magnetycznego
na obraz morfologiczny wywołany hipoksją
hipobaryczną w kłębkach nerkowych u szczurów**

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

**Pracownia Mikroskopii Elektronowej
Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach
Wydział Lekarski w Zabrze**

Promotor: dr hab. n. med. Henryk GRZYBEK

Recenzenci: prof. dr hab. n. med. Krystyna CZERNY

prof. dr hab. n. med. Aleksander SIEROŃ

Zabrze 2002

Spis treści

1. Wstęp

- a) pole magnetyczne 1
- b) woda 3
- c) struktura morfologiczna kłębka nerkowego 5
- d) hipoksja 8

2. Założenia i cel pracy 11

3. Materiał i metodyka

- a) materiał 13
- b) aparatura 14
- c) badania morfologiczne 17

4. Wyniki badań – dokumentacja fotograficzna 18

5. Podsumowanie wyników badań 35

6. Omówienie wyników i dyskusja 38

7. Wnioski 42

8. Piśmiennictwo 43

9. Streszczenia 53

1. Wstęp

a) pole magnetyczne

Gdy James Clerk Maxwell w 1873 r. ogłosił w pracy pod tytułem: „Treatise on Electricity and Magnetism” swoje teorie dotyczące pola magnetycznego, odrzucające ówczesne poglądy, ugruntowane w mesmeryzmie i wypaczeniach średniowiecznych, badania doświadczalne stały się podstawą oceny i wnioskowania w dziedzinie biomagnetyzmu (1, 15, 31, 35, 48, 63).

Prowadzone w ostatnich latach badania nad wpływem pól magnetycznych na żywe organizmy, dostarczają wielu nowych informacji. W dużej mierze odbywa się to dzięki potwierdzeniu przez Amerykańską Agencję ds. Żywności i Leków, stanowiska o konieczności badań podstawowych, w celu wyjaśnienia mechanizmów, obserwowanych w medycynie efektów terapeutycznych, uzyskanych działaniem pól magnetycznych (33, 63, 64, 65, 70, 72, 74).

Równoległe z postępowaniem badań nad wykorzystaniem pól magnetycznych w medycynie, notuje się rozwój badań w tym zakresie w przemyśle. Głównie dotyczy to technologii przesyłu wody, technologii w zakresie paliw płynnych i produkcji wszelkiego rodzaju urządzeń elektrycznych generujących pole magnetyczne (w tym również osprzętu elektrycznego, stosowanego w gospodarstwach domowych) (3, 52, 64).

Organizmy żywe w mniejszym lub większym stopniu, w czasie ewolucji życia na ziemi przystosowały się bez udziału zmysłów, do odbioru działania pola geomagnetycznego (2,73). W zakres tej adaptacji na przestrzeni ostatniego stulecia (od czasu odkrycia prądu elektrycznego) wprowadzona została interakcja pola magnetycznego jako zjawisko

towarzyszące prądom elektrycznym.

Wyniki prowadzonych w ostatnich latach badań (4, 10, 12, 14, 15, 19, 24, 31, 34, 35, 45, 63, 64, 65, 71, 72, 73, 74) pozwalają zaszeregować podstawowe mechanizmy, względnie hipotetyczne przypuszczenia, dotyczące wpływu pola magnetycznego na organizmy żywe jako:

- Oddziaływanie na nisko skompensowane spiny magnetyczne (impulsy obrotowe wokół własnej osi) pierwiastków paramagnetycznych, będących składnikami koenzymów oraz grup prostetycznych enzymów.
- Przemieszczanie poruszających się ładunków elektrycznych, tworzących w organizmie bioprądy jako efekt Halla (wynik działania siły Lorentza na nośniki prądu elektrycznego w materiale), będący konsekwencją działania siły Lorentza (siła z jaką pole magnetyczne działa na poruszającą się cząsteczkę naładowaną).
- Zmianę stanu kryształów zewnątrzkomórkowych błon plazmatycznych, jak i wewnątrzkomórkowych struktur błoniastych, których warstwy mają charakter ciekłokrystaliczny.
- Indukowanie w elektrolitycznych strukturach komórkowych różnic potencjałów przemieszczających się jonów.
- Przesunięcie faz rytmu biologicznego komórek.
- Zaburzenie procesów adhezji wielojądrowych granulocytów obojętnochłonnych do ścian śródbłonna naczyniowego.
- Zmiany właściwości fizykochemicznych wody (lepkość i napięcie powierzchniowe).
- Modyfikacja procesów depolaryzacji błon komórkowych wykorzystujących ich własny automatyzm (w komórkach nerwowych).

Dane kliniczne oparte o szczegółowe i wnikliwe badania laboratoryjne, dobrze udokumentowane w piśmiennictwie naukowym (18,

63, 64, 65) dotyczącym efektów działania pola magnetycznego wyrażają się:

- Zwiększeniem procesów oxydoredukcyjnych w mitochondriach (24, 65).
- Pobudzeniem syntezy białek przy równoczesnym przyśpieszeniu podziałów komórkowych prowadzących do intensyfikacji procesów regeneracji tkankowej (7, 11).
- Pobudzeniem angiogenezy (62).
- Działaniem przeciwzapalnym, przeciwbólowym, przeciwobrzękowym (16, 63).
- Zmianami właściwości reologicznych krwi.
- Wpływem na aktywność hormonalną i enzymatyczną wynikającą nieraz z konieczności rozszerzenia kanałów wapniowych błon komórkowych (25, 69, 75).

Poszukiwanie wyjaśnień obserwowanych efektów działania pola magnetycznego napotyka na wiele trudności związanych z metodyką przeprowadzonych doświadczeń, oraz brakiem wysoce czułych urządzeń pomiarowych. Najprawdopodobniej na obserwowany wynik składa się łączna aktywacja wielu mechanizmów na poziomie molekularnym. Tym niemniej stosowanie pola magnetycznego w zakresie magnetoterapii w licznych schorzeniach jest korzystne i niewiele ustępuje stosowaniu środków farmakologicznych (9, 63, 72).

b) woda

Woda jest jedyną cieczą nieorganiczną występującą w przyrodzie. Jest jedynym związkiem występującym w trzech stanach skupienia jako ciało stałe, ciecz i gaz (para). W organizmach żywych woda stanowi ilościowo i objętościowo największy procent substancji organicznej (70-

90%). Mimo licznych badań dotyczących jej miejsca wśród cieczy, jej właściwości fizyczne i biochemiczne nie są do tej pory całkowicie poznane (13, 71).

Woda jest powszechnie stosowanym rozpuszczalnikiem dla różnorodnych reakcji chemicznych i biochemicznych. Jest wypełniaczem strukturalnym komórek i tkanek. Wchodząc w ścisłe związki z białkami, nukleotydami, węglowodanami, i lipidami, bierze udział w tworzeniu polimerów, makrocząsteczek biologicznych. Woda zawarta w kryształach białek stanowi 40-50% wagowych decydujących o ciekłokrystalicznej strukturze różnych organelli (61, 65).

Błony otaczające tkanki, narządy jak i pojedyncze komórki oraz struktury wewnątrzkomórkowe, takie jak jądra komórkowe, mitochondria, struktury aparatu Golgiego, lizosomy, sieci endoplazmatyczne oraz błony, tworzące system cytomembran śródkomórkowych, mające ciekłokrystaliczne właściwości, są najbardziej podatnymi strukturami subkomórkowymi, wrażliwymi na wszelkie bodźce egzogenne. Realne skutki tego działania wynikają z obecności w membranach biologicznych różnego rodzaju białek enzymatycznych i receptorowych, regulujących wszelkie procesy metaboliczne (61, 67).

Dla prawidłowego przebiegu większości reakcji zachodzących w organizmach żywych, niezbędna jest woda, stanowiąca nie tylko środowisko, ale substrat reakcji. Udowodniono, że pod wpływem pola magnetycznego woda zmienia swoje właściwości fizyczne. Woda z normalnej instalacji wodociągowej, poddana działaniu zewnętrznego pola magnetycznego wykazuje przyspieszenie krystalizacji, wzrost stężenia rozpuszczonych w niej gazów (głównie O₂). Przyspieszeniu ulegają procesy sedymentacji i koagulacji, występuje także zmiana pH, maleje lepkość wody, zmianie ulega również przewodnictwo elektryczne. Zastosowanie tak

spreparowanej wody np. do nawadniania roślin powoduje ich 20-40% zwiększenie wzrostu, obserwuje się również przyspieszenie proliferacji mikroorganizmów w hodowlach (31, 54, 63, 71, 74).

c) struktura morfologiczna kłębka nerkowego

Strukturalnym wykładnikiem najważniejszej funkcji nerki jaką jest produkcja moczu ostatecznego jest ciało nerkowe (corpusculum renale) historycznie zwane ciałkiem Malpighiego (23, 66). W drodze rozwoju embrionalnego powstaje ono z kulistego, nabłonkowego pęcherzyka, do którego wgłębia się kłębek naczyń włosowatych, przekształcający pęcherzyk w czaszę stanowiącą zawiązek dwublaszkowej torebki Bowmana.

W obrębie ciała nerkowego wyróżnia się:

- torebkę Bowmana (capsula glomeruli) z biegunem naczyniowym (polus vascularis) i biegunem moczowym (polus tubularis),
- kłębek naczyniowy (glomerulus)
- komórki mezangium i macierz mezangialną pozakomórkową (mezangium)

Kłębek naczyniowy w miarę ściśle wypełnia ciało nerkowe, pozostawiając wąską przestrzeń zwaną przestrzenią moczową, pomiędzy dwiema blaszkami torebki Bowmana tj. blaszką zewnętrzną (paries externa parietalis), stanowiącą zewnętrzną otoczkę ciała nerkowego, która jest jednowarstwowym nabłonkiem płaskim oraz blaszką wewnętrzną (pars interna), która jako blaszka trzewna (paries visceralis) utworzona jest z podocytów. Przylegają one swoimi wypustkami drugorzędowymi do ściany naczyń włosowatych kłębka naczyniowego. Biegun naczyniowy jest miejscem wspólnym dla wnikażącej do torebki Bowmana tętniczki doprowadzającej (arteriola afferens) jak i wychodzącej z ciała nerkowego

tętniczki odprowadzającej (arteriola efferens).

Biegun moczowy stanowi początek drogi, poprzez którą przesącza kłębkowy (mocz pierwotny), przechodzi z przestrzeni moczowej do systemu kanalików i cewek zbiorczych układu moczowego.

Dla prawidłowo przebiegających procesów wymiany w mikrokrażeniu nerki, istotną rolę odgrywa bariera filtracyjna kłębka naczyniowego, na którą składają się trzy elementy strukturalne:

- **Śródbłonek** wyściełający naczynia włosowate kłębka, będący jednowarstwowym nabłonkiem płaskim, okienkowatym, spoczywającym na błonie podstawnej kłębka (GBM — Glomerular Based Membrane) - o specyficznej budowie ultrastrukturalnej. Grubość komórek śródbłonka wynosi 20-30 nm z wyjątkiem miejsc, w których występują jądra komórkowe. Rozległa cytoplazma komórki wyściełająca światło naczynia nie jest ciągłą strukturą, ma liczne pory o średnicy 50-100 nm. Dodatkowo jest powleczone warstwą glikozaminoglikanów o ujemnym ładunku, co obok małej średnicy porów jest pierwszym utrudnieniem jakie muszą pokonać molekuly penetrujące barierę filtracyjną (47).
- **Błona podstawna (GBM)** wykazuje jednolicie ciągłą strukturę w ścianie naczyń włosowatych kłębka nerkowego, hamuje ona przenikanie wysokomolekularnych cząsteczek osocza, które gromadzą się na powierzchni błony względnie w jej obrębie. Błona podstawna powstaje w wyniku fuzji dwóch odrębnych błon podstawnych, wytworzonych przez komórki śródbłonka naczyniowego i komórki nabłonka (podocytów) (39). Jest ona znacznie grubsza niż inne błony podstawne (320-370 nm). W mikroskopie elektronowym występuje w postaci trzech warstw: śródbłonkowej blaszki jasnej wewnętrznej (lamina lucida interna), środkowej blaszki ciemnej (lamina densa), oraz nabłonkowej blaszki jasnej zewnętrznej (lamina lucida externa). Blaszki jasne są widoczne

jako warstwy elektronowo przeziernie, blaszka ciemna - jako elektronowo gęsta.

- **Podocyty**, komórki blaszki trzewnej torebki Bowmana, odgrywające istotną rolę w procesie filtracji, a także zapewniające funkcje podporowe. Widoczną formą przystosowania do tej funkcji jest tworzenie wyrostków stopkowatych. Są to liczne, regularnie usytuowane wypustki cytoplazmatyczne przylegające do blaszki jasnej zewnętrznej GBM, oplatające naczynia kłębka. Pomędzy poszczególnymi stopkami podocytów powstają szczeliny o szerokości 30-60 nm. W miejscu przylegania sąsiadujących z sobą wypustek podocytów do GBM, szczeliny połączone są delikatną membraną - przeponą szczeliny (diafragma). W dojrzałych kłębkach nerkowych wykazuje ona strukturę porowatą, co nie pozostaje bez wpływu na procesy filtracji nerkowej. Membrana ta dzieli błonę komórkową podocytów na dwa obszary (domeny), z których mniejszy przylega do błony podstawnej i stanowi dolną powierzchnię wyrostków stopkowatych, .drugi, znacznie większy obszar, zwrócony jest do przestrzeni moczowej. Tak rozdzielone obszary zapewniają jednocześnie zróżnicowanie właściwości biochemicznych i biofizycznych filtracji osocza (23, 26).

W obrębie bieguna naczyniowego znajdują się struktury odpowiedzialne za sensoryczny odbiór stężenia sodu w moczu oraz regulację poziomu ciśnienia krwi. Struktury te tworzą **aparat przykłębkowy** składający się z:

- **komórek mioidalnych** produkujących reninę, mieszczących się głównie w ścianie naczynia doprowadzającego,
- **komórek mezangium pozakłębkowego**, umiejscowionych w trójkącie,

którego podstawę tworzą komórki plamki zwartej (gęstej), boki zaś ściany naczynia doprowadzającego i odprowadzającego,

- **komórki plamki zwartej** kształtu walcowatego umiejscowione w wyspecjalizowanym obszarze kanalika dystalnego, przylegającego do bieguna naczyniowego własnego ciała nerkowego.

Aparat przykłębkowy, którego funkcja jest do tej pory niedokładnie poznana, poprzez komórki plamki zwartej jest przypuszczalnie odpowiedzialny za monitorowanie stężenia jonów sodu i chloru. Renina wydzielana przez komórki mioidalne, katalizuje konwersję nieaktywnego angiotensynogenu, do angiotensyny I, która w tkance płucnej, po dalszej konwersji przekształca się w angiotensynę II, stymulując wydzielanie aldosteronu w warstwie kłębkowej kory nadnercza. Aldosteron wpływa na regulację pompy sodowo-potasowej w błonie komórkowej, reguluje zawartość tych jonów i wody w przesączu kłębkowym, tym samym bierze udział w normalizacji objętości osocza i ciśnienia krwi.

Ważnym składnikiem kłębka nerkowego jest mezangium, na które składają się komórki mezangialne i macierz mezangialna pozakomórkowa. Komórki mezangialne mają nieregularny kształt, liczne cytoplazmatyczne wypustki charakteryzujące się dużą ilością włókien aktyno- i tropomiozynowych. Macierz jest substancją bezkomórkową, wytwarzaną przez komórki mezangium. W mikroskopie elektronowym widoczna jest jako element współuczestniczący w budowie GBM - blaszki jasnej zewnętrznej kłębka naczyniowego. Pełni funkcje podporowe dla pętli naczyń włosowatych, równocześnie poprzez układ miozyna - angiotensyna reguluje przepływ krwi przez pętle kłębka nerkowego, spełnia również funkcje fagocytarne.

d) hipoksja

Pod pojęciem hipoksja hipobaryczna definiuje się stan względnego niedoboru tlenu (niedotlenienia) w tkankach i komórkach wskutek obniżonego ciśnienia parcjalnego tlenu (PO_2).

Zmniejszenie ilości tlenu prowadzi do akumulacji toksycznych produktów przemian, uszkodzenia integralności błon komórkowych i systemu cytomembran w komórkach, oraz zmian układu elektrolitowego płynu wewnątrzkomórkowego.

Taka sytuacja stanowi bodziec dla uaktywnienia mechanizmów zmierzających z jednej strony do uzyskania normalizacji przemian metabolicznych, z drugiej, może prowadzić do przewlekłe pogłębiających się zmian patologicznych wielonarządowych (serce, płuca, nerki). Główną rolę w tych przemianach odgrywają komórki śródbłonka naczyniowego, stanowiące przegrodę środowiskową, oraz błony podstawne, na których te śródbłonki są zlokalizowane (7, 17, 20, 36, 37, 38, 46).

Prowadzone w ostatnich latach badania ultrastrukturalne, molekularne i immunologiczne umożliwiły wgląd w mechanizmy przemian toczących się na powierzchni i w obrębie cytoplazmy komórek śródbłonkowych. W tych przemianach znaczny udział biorą receptory, których pobudzenie wywołuje zmianę funkcji grup komórkowych lub pojedynczych komórek (7, 8, 22, 30, 32, 58, 68, 76, 77).

Przemiany te, jeśli wywołane są hipoksją, prowadzą do:

- wzrostu aktywności HIF-1 (czynnik indukowany przez hipoksję) powodujący uczynnienie genów prowadzących do ekspresji erytropoetyny, endoteliny 1, płytkowego czynnika wzrostu i interleukiny (IL-6) (5, 7, 11, 27, 28, 55),
- spłaszczenia i rozciągnięcia błon plazmatycznych podocytów, co może

- zakłócić przepuszczalność kłębkową i normalne procesy filtracji (6, 53),
- stymulacji sekrecji reniny (24, 37),
 - proliferacji komórek mezangialnych i stymulacji syntezy macierzy pozakomórkowej mezangium (57, 60),
 - przerostu komórkowego, prowadzącego do przewlekłych chorób nerki (tubulointerstitialis fibrosis) (57 59),
 - wzrostu produkcji przez podwzgórze wazopresyny i oxytocyny,
 - angiogenezy przez indukcję proliferacji perycytów i komórek śródbłónka (62),
 - produkcji aktywnych form tlenowych (8, 40, 41, 49),
 - do wzrostu produkcji adrenomedulliny (44).

Hipoksja może być następstwem różnych stanów patologicznych, polegających głównie na skurczu naczyń mikrokrażenia płucnego i przerostu śródbłonków naczyniowych, co w równej mierze dotyczyć może innych narządów (20, 26, 38, 78). Może również być stanem fizjologicznym występującym u bardzo licznej populacji ludzi żyjących na dużych wysokościach np. w Andach i Himalajach (4000 – 5000 m.n.p.m.) (21, 42, 43, 51).

2. Założenia i cel pracy

Prowadzenie badań podstawowych obejmujących analizę wpływu wody pitnej poddanej działaniu pola magnetycznego, jest uzasadnione w dobie powszechnego stosowania, różnego rodzaju aparatury generującej pole magnetyczne. Z długiej listy tego rodzaju urządzeń przykładem mogą być magnetyzery, stosowane w gospodarce w celu poprawy jakości wody spożywczej (3, 4, 24, 52, 54).

Do tej pory wiadomo, że woda poddana działaniu pola magnetycznego zmienia swoje właściwości fizyko-chemiczne wyrażające się: obniżeniem lepkości, zależnym od czasu stosowania pola magnetycznego, zmianą przewodnictwa elektrycznego, zmianą pH, zwiększeniem stężenia rozpuszczonych w niej gazów, głównie tlenu.

Ponadto wiadomo, że efekty biologiczne wody poddanej działaniu pola magnetycznego skutkują przyspieszonym metabolizmem w organizmach roślinnych i zwierzęcych (72).

Są to okoliczności, które w naukach biologiczno-medycznych muszą rodzić pytanie, czy spożywanie tak spreparowanej wody nie wywołuje zmian w homeostazie organizmu, i czy nie jest przyczyną negatywnych następstw.

Odpowiedzi na tak postawione pytanie do tej pory nie uzyskano. Wynika to z wielu przyczyn, między innymi z trudności utworzenia losowo dobranej grupy osób pijących wodę poddaną działaniu pola magnetycznego, u której wykonanoby badania wyjaśniające ten problem.

Wcześniejsze badania prowadzone w naszej Pracowni dowiodły, że zwierzęta pojone wodą, poddaną działaniu pola magnetycznego wykazały korzystną normalizację struktur subkomórkowych w obrębie cytoplazmy hepatocytów. Stwierdzono wyraźnie dodatni wpływ na kompartmentację

cytoplazmy hepatocytów, co może świadczyć o bezpośrednim działaniu wody namagnesowanej na strukturę błon cytoszkieletu komórek wątrobowych (24).

Podobnie korzystne efekty obserwowano w badaniach nad mikrokrążeniem tkanki płucnej u zwierząt, które poddano doświadczalnej hipoksji, równocześnie stosując do picia wodę poddaną działaniu pola magnetycznego (38).

Obecne badania skoncentrowane są na ocenie zmian ultrastrukturalnych mikrokrążenia kłębków nerkowych zwierząt, które w warunkach doświadczalnej hipoksji poiono wodą ze zwykłej instalacji wodociągowej, oraz wodą poddaną działaniu pola magnetycznego.

Motywacją obecnych badań, które mają charakter poznawczy jest możliwość uzyskania odpowiedzi na następujące pytania:

- **jakie zmiany wywołuje doświadczalna, przewlekła hipoksja w ciałku nerkowym?**
- **jak woda poddana działaniu pola magnetycznego w porównaniu z wodą pochodzącą ze zwykłej instalacji wodociągowej wpływa na zmiany strukturalne ciałka nerkowego wywołane przewlekłą, doświadczalną hipoksją**

Dla rozwiązania tego problemu posłużyłam się:

- **badaniami morfologicznymi na poziomie mikroskopii świetlnej**
- **badaniami morfologiczno-ultrastrukturalnymi ocenianymi w mikroskopie elektronowym**

Praca niniejsza wykonana została jako praca statutowa finansowana z umowy Nr NN-5/150-00.

Badania uzyskały zezwolenie Lokalnej Komisji Etycznej ds. Doświadczeń na Zwierzętach w Katowicach Nr 35/00 z dnia 2001-02-27.

3. Materiał i metodyka

a) materiał

Do badań zostało użytych 30 samic szczurzych szczepu Sprague Dawley, w wieku 3 miesięcy o masie ciała 250g (± 20) (ten szczep używano również w dwóch poprzednich doświadczeniach (24, 38).

Szczury podzielono na następujące grupy:

Ia	5 szczurów przebywających w warunkach normoksji, pojono wodą zwykłą. (grupa kontrolna)
Ib	5 szczurów przebywających w warunkach normoksji, pojono wodą magnetyzowaną (grupa kontrolna)
Ila	10 szczurów przebywających w komorze hipoksyjnej, pojono wodą zwykłą.
Ilb	10 szczurów przebywających w komorze hipoksyjnej, pojono wodą magnetyzowaną

Parametry komory niskich ciśnień:

- temperatura 20-23°C
- wilgotność 65,7%
- zawartość tlenu 10% objętościowych
- ciśnienie 380 mm Hg (odpowiadające wys. 4-5 tys.m.n.p.m.)
- pojemność 3 m³

Szczury przebywały w komorze hipoksyjnej przez 30 dni. Wyjmowane były codziennie na 1 godzinę celem wymiany ściółki, uzupełnienia karmy i wody pitnej.

Wodę namagnesowaną uzyskano przez zastosowanie specjalnie skonstruowanego urządzenia, zwanego RAM (Rurowy Aparat Magnetyczny), którego producentem jest firma Feniks. (Szczegóły opisane zostały w rozdziale Aparatura)

b) aparatura

Woda bieżąca z normalnej instalacji wodociągowej o temperaturze poniżej 30°C i przepływie nie mniejszym niż 0,5 m/sek została poddana działaniu pola magnetycznego w specjalnie skonstruowanym urządzeniu zwanym RAM (rurowy aparat magnetyczny), którego właścicielem jest firma Feniks. Urządzenie jest opatentowane numerem patentowym 155856 (rys. 1).

Wspomniane urządzenie zawiera stos magnetyczny w elemencie rurowym, składającym się z magnesów stałych spiekanego anizotropowego ferrytu baru lub strontu o gęstości energii nie mniejszej niż 26 kJ/m³ i natężeniu pola magnetycznego nie mniejszym niż 150 kA/m., oraz niemagnetyzowanych krążków ferrytowych baru lub strontu mającego pozostałość magnetyzmu równą połowie magnetyzacji nasycenia i wynoszącą odpowiednio 420mT i 210mT.

Użyta do prowadzonych badań aparatura zawiera stos magnetyczny, który pozwala uzyskać efekt rozproszenia strumienia magnetycznego, w wyniku czego w przepływającej przez RAM wodzie wydłuża się czas relaksacji magnetycznej (czas potrzebny cząsteczce wody do obrotu wokół własnej osi) zmieniając w konsekwencji parametry lepkości i napięcia powierzchniowego i przewodnictwa elektrycznego wypływającej wody.

Czas relaksacji magnetycznej dla zwykłej wody, wody po przepływie przez RAM i wody zdemineralizowanej wynosi odpowiednio: 1100 μsek, 1300 μsek i 1500 μsek (wyniki uzyskane w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie). Lepkość wody destylowanej i wody po przejściu przez RAM wynosi odpowiednio: 262,69 sek i 243,84 sek (pomiar wykonano w Laboratorium Elektrowni Rybnik przy użyciu Viskozymetru kapilarnego typu Tomson TV-2000 AKV).

Należy zaznaczyć, że zastosowanie do doświadczenia rurowego aparatu magnetycznego (RAM) do magnetyzacji wody pitnej podawanej zwierzętom traktować należy jako unikalne. W dostępnym piśmiennictwie nie znalazłam opisu zbliżonych lub podobnych badań do obecnie prowadzonych.

c) badania morfologiczne

Szczurom kontrolnym jak i szczurom grup badanych podano dla znieczulenia ogólnego dootrzewnowo 2,5% roztwór tiopentalu w dawce 40 mg/kg ciężaru ciała. Pobierano wycinki nerek z okolicy korowej o szerokości 1mm, które wkładano do zimnego płynu utrwalającego (3% glutaraldehyd zbuforowany, buforem kakodylowym o pH 7,2). w którym pozostawały przez 2 godziny w temperaturze 4°C. Następnie płukano je dwukrotnie (po 12 godzin) w buforze kakodylowym. Wycinki tkankowe wtórnie utrwalano przez dwie godziny w temperaturze 4°C w 1% roztworze czterotlenku osmu (OsO_4) zbuforowanym buforem kakodylowym o pH 7,2.

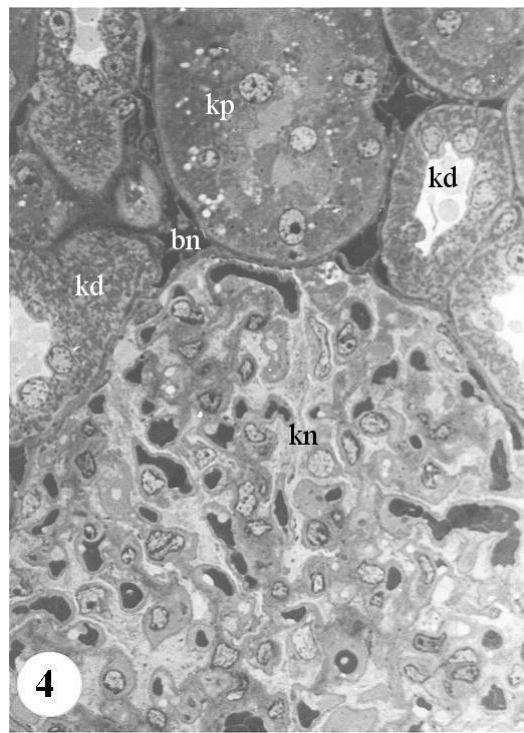
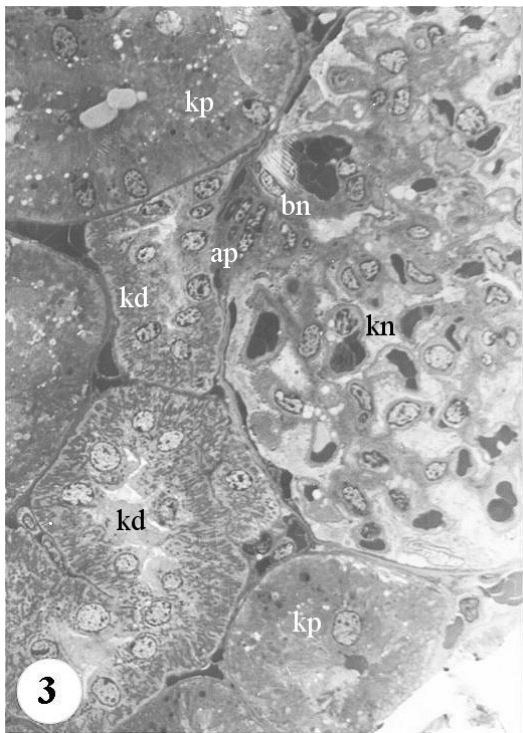
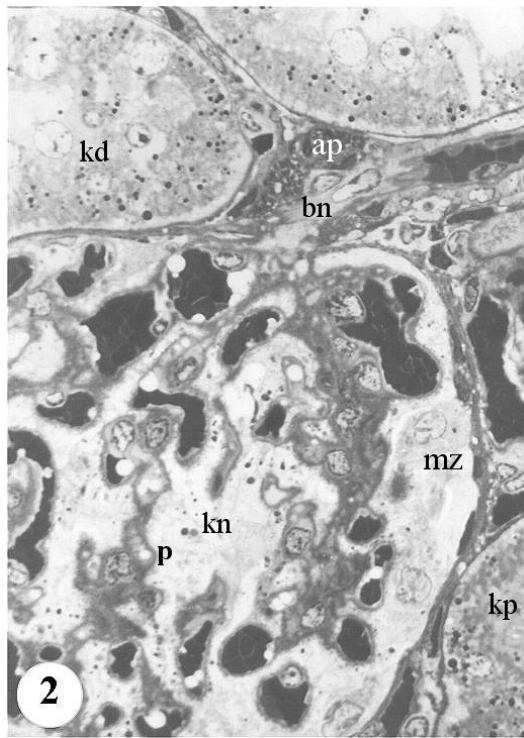
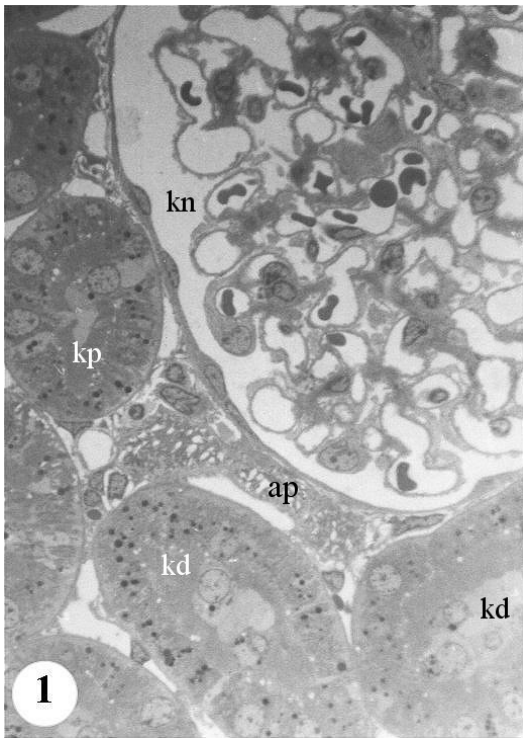
Odwodnienie tkanek odbywało się we wzrastającym szeregu alkoholowym, zakończonym tlenkiem propylenu, po czym próbki tkankowe zatopiono w mieszaninie żywic epoksydowych - Epon 812, które polimeryzowano w kapsułkach żelatynowych w temperaturze cieplarki przez 36 godzin (po 12 godzin w 36°, 42° i 60°C)

Bloczki eponowe krojono ultramikrotomem firmy Reichert (Oum-3) na skrawki półcienkie grubości 0,5-1 μm ., nakładano na szkiełka podstawowe i barwiono wodnym roztworem błękitu toluidyny. Preparaty te służyły obserwacji w mikroskopie świetlnym, do lokalizacji i ustalenia miejsca skrawania ultracienkiego, oraz uzyskania dokumentacji histomorfologicznej.

Skrawki ultracienkie o grubości 0.05 μm nakładano na siatki miedziane (300 mesh) i kontrastowano roztworami octanu uranylu i cykrynianu ołowiu (23, 56, 66). Ultrastrukturę materiału tkankowego z wybranych miejsc kory nerki analizowano i dokumentację fotograficzną wykonano w mikroskopie elektronowym JEM 100CX - firmy JEOL.

4. Wyniki badań

Dokumentacja fotograficzna



Tablica 1 Przedstawia mikrofotografie ze skrawków półcienkich **nerek zwierząt kontrolnych**. Próbki tkankowe zatopiono w żywicy epoksydowej, (ocena w mikroskopie świetlnym).

- Ryciny 1 i 2 przedstawiają preparaty **nerek zwierząt pojonych wodą ze zwykłej instalacji wodociągowej**.
- Ryciny 3 i 4 przedstawiają **preparaty nerek zwierząt pojonych wodą uprzednio poddaną działaniu pola magnetycznego**.

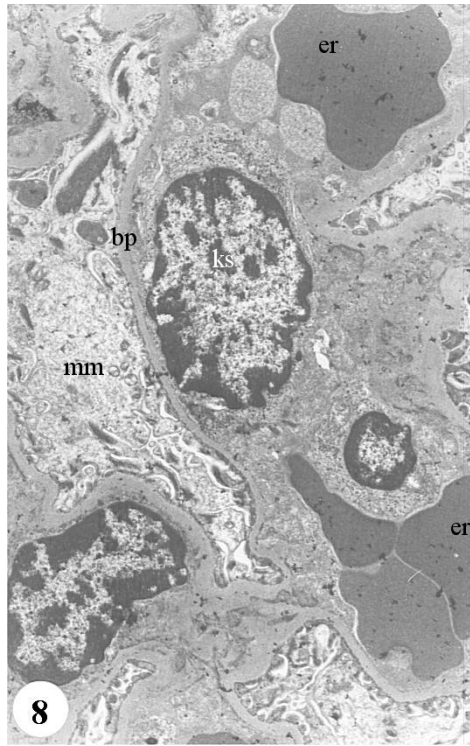
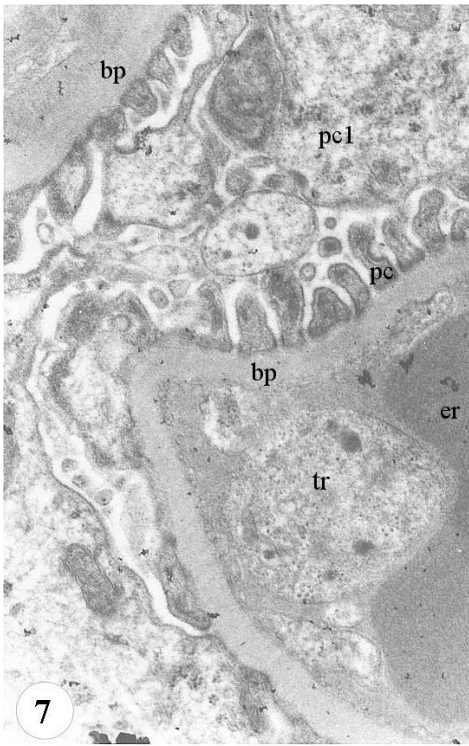
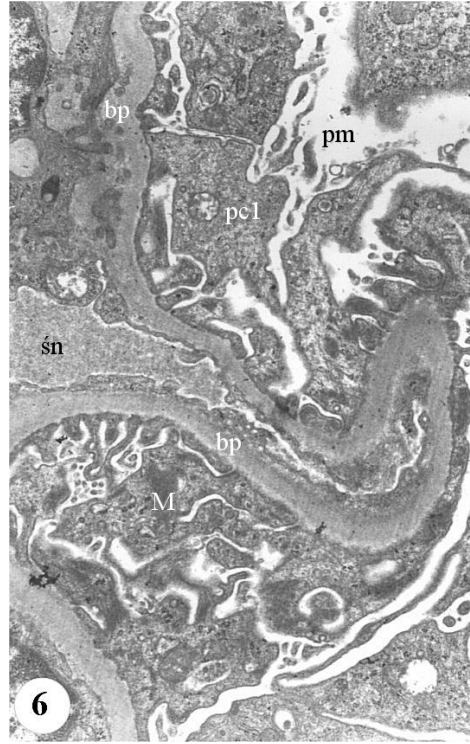
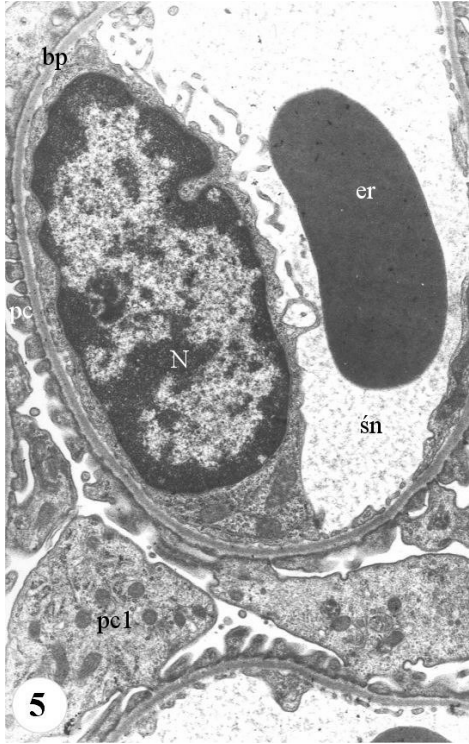
Powiększenie: immersyjne 100x10

Ryc. 1 fragment tkanki nerkowej z okolicy korowej, z kłębkim nerkowym (kn), z wyraźnie widocznymi naczyniami włosowatymi kłębuszka naczyniowego wraz z podocytami i mezangium. W bliskim sąsiedztwie widoczne są przekroje kanalików proksymalnych (kp) i kanalików dystalnych (kd). Widoczny jest fragment aparatu przykłębkowego (ap).

Ryc. 2 przedstawia duży fragment ciała nerkowego (kn) z biegunem naczyniowym (bn), oraz fragmentem aparatu przykłębkowego (ap) i wycinkowymi przekrojami kanalików dystalnych (kd) oraz proksymalnych (kp). W ciałku nerkowym (kn) nie wszystkie naczynia włosowate są udrożnione. Widoczne są zarówno podocyty (p) jak również komórki mezangialne z macierzą pozakomórkową (mz).

Ryc. 3 półcienki skrawek części korowej nerki z fragmentem kłębka nerkowego (kn) wraz z otaczającymi go kanalikami proksymalnymi (kp) i dystalnymi (kd). Po lewej stronie kłębka nerkowego widoczny jest fragment aparatu przykłębkowego (ap), zlokalizowany w pobliżu bieguna naczyniowego (bn) i przylegającego do tego obszaru kanalika dystalnego (kd).

Ryc. 4 obraz podobny do opisanego na ryc. 3. W ciałku nerkowym (kn), pomiędzy pętlami naczyń włosowatych, wypełnionych krwinkami czerwonymi, większe jądra komórkowe odpowiadają komórkom mezangialnym, mniejsze stanowią jądra podocytów; kp – kanalik proksymalne, kd – kanalik dystalne, bn – biegun naczyniowy,



Tablica 2 Elektronogramy skrawków ultracienkich **nerek zwierząt grup kontrolnych (ocena w mikroskopie elektronowym).**

- Rycina 5 i 6 - wycinki **nerek zwierząt pojonych wodą ze zwykłej instalacji wodociągowej,**
- Rycina 7 i 8 – wycinki **nerek zwierząt pojonych wodą poddaną działaniu pola magnetycznego.**

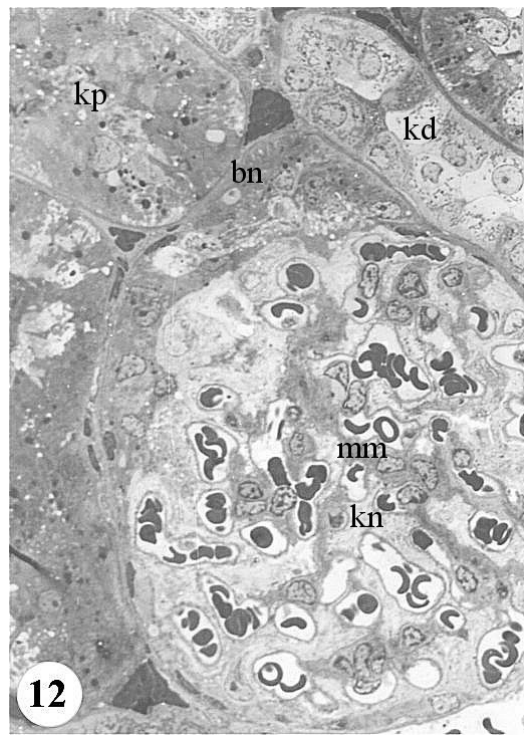
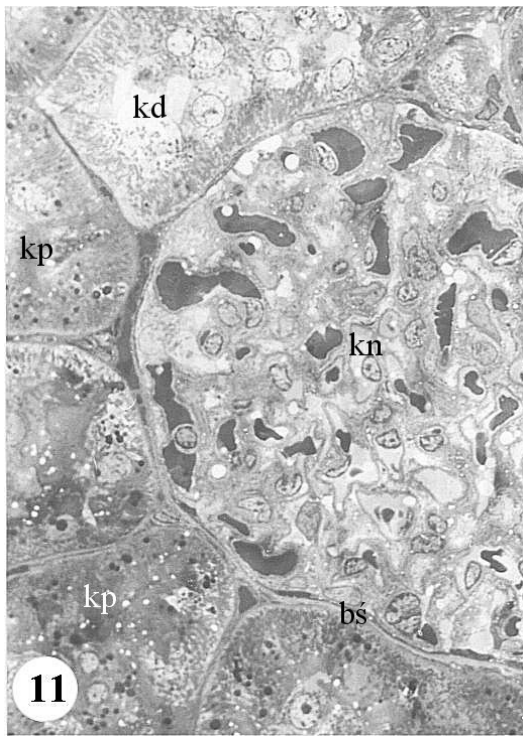
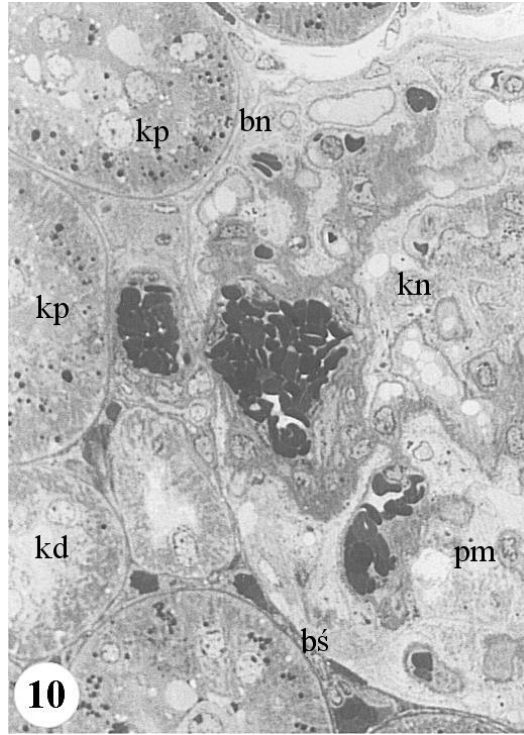
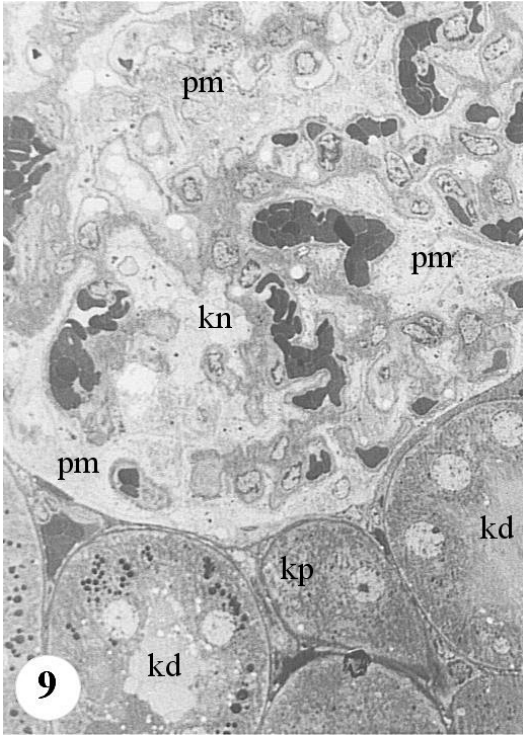
Ryc. 5 przedstawia fragment naczynia włosowatego pętli naczyniowej kłębka nerkowego z komórką śródbłonka, spoczywającą na błonie podstawnej (bp) z owalnym jądrem komórkowym (N) i cytoplazmą wyścielającą światło naczynia (śn) z widocznym erytrocytem (er). Zewnętrzna ściana warstwy naczynia włosowatego pokryta jest wypustkami cytoplazmatycznymi podocytów. W dolnej partii elektronogramu widoczne są fragmenty cytoplazmy podocytów (pc1).
Powiększenie ostateczne 5000x.

Ryc. 6 przedstawia fragment naczynia włosowatego „pustego”, z wyraźną trójwarstwową błoną podstawną, charakterystyczną dla kłębków naczyniowych nerek (bp). Zrąb kłębka naczyniowego stanowią podocyty (pc1) z ich wypustkami cytoplazmatycznymi, spoczywającymi na zewnętrznej warstwie błony podstawnej oraz macierz mezangialna pozakomórkowa (M); pm – przestrzeń moczowa.
Powiększenie ostateczne 12000x.

Ryc. 7 przedstawia fragmenty naczyń włosowatych otoczonych błoną podstawną (bp) i przekrój przez płytkę krwi (tr) oraz erytrocyty (er). Po zewnętrznej stronie błony podstawnej widoczne wypustki cytoplazmatyczne podocytów (pc) o regularnym ułożeniu. Zrąb kłębka naczyniowego stanowią ciała komórek podocytów (pc1) i pozakomórkowa macierz mezangialna.
Powiększenie ostateczne 12000x.

Ryc. 8 Mniejsze powiększenie fragmentu kłębka nerkowego. Przekrój przez kilka naczyń włosowatych kłębuszka naczyniowego. W centrum elektronogramu i w lewym dolnym rogu widoczne są jądra komórek śródbłonka naczyniowego (kś). W świetle naczyń obecne są erytrocyty (er). Pomiędzy naczyniami widoczna jest substancja pozakomórkowa mezangium (mm).

Powiększenie ostateczne 4000x.



Tablica 3 Przedstawia mikrofotografie pólciennych skrawków **nerki szczurów poddanych warunkom hipoksji** a pojonych wodą z **normalnej instalacji wodociągowej** (żywica epoksydowa, barwienie błękitem toluidyny). Powiększenia immersyjne 100x10.

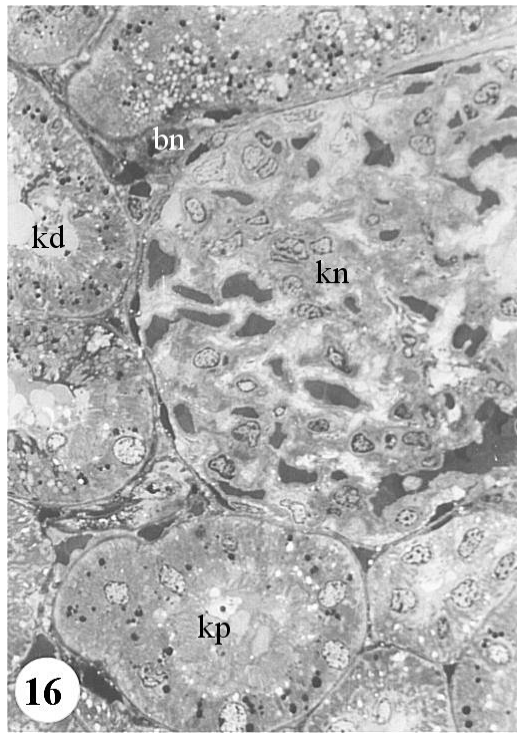
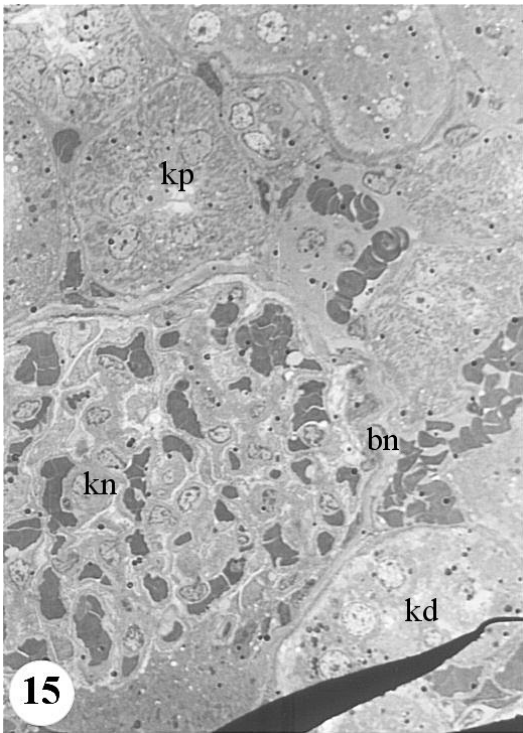
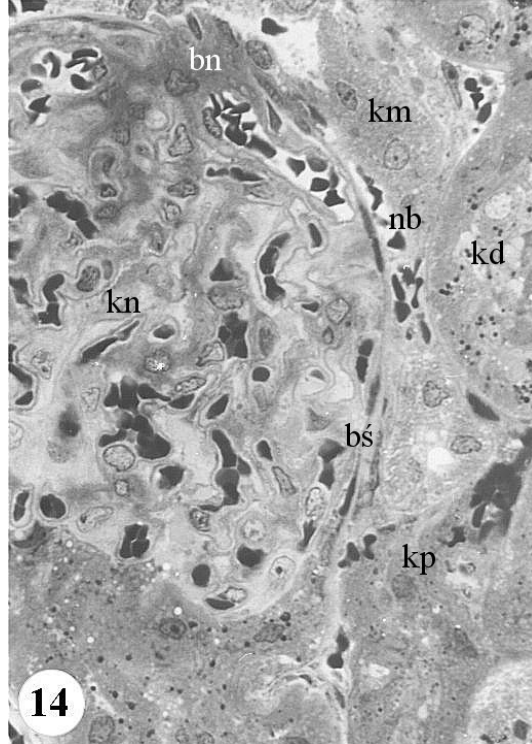
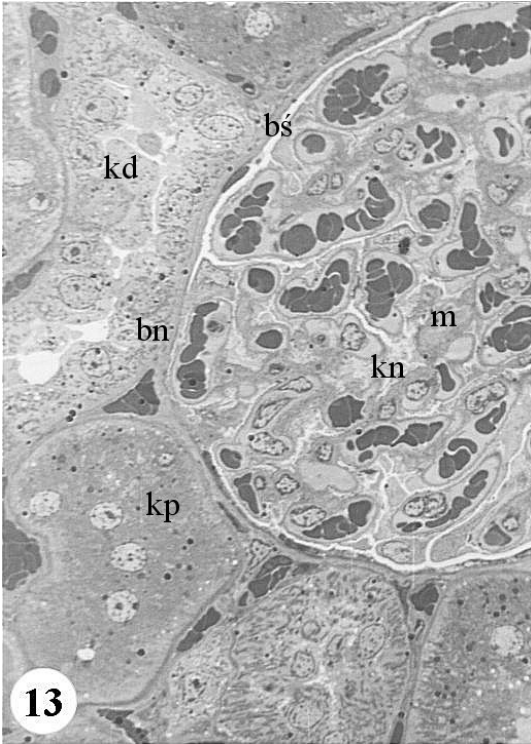
Ryc. 9 duży fragment kłębka nerkowego (kn) z licznymi pętlami „pustymi” i szerokimi przestrzeniami moczowymi (pm). Inne naczynia kłębuszka nerkowego są silnie wypełnione krwinkami czerwonymi. W bliskim sąsiedztwie kłębuszka nerkowego widoczne są przekroje kanalików proksymalnych (kp) i kanalików dystalnych (kd).

Ryc. 10 obraz podobny do powyżej opisanego z widocznym biegunem naczyniowym (bn), niektóre pętle naczyniowe silnie poszerzone wypełnione są krwinkami czerwonymi, inne przedstawiają obraz pustych kapilar pomiędzy nimi widoczne są szerokie przestrzenie moczowe (pm).

kd – kanaliki dystalne, kp – kanaliki proksymalne, bś – blaszka ścienna torebki Bowmana.

Ryc. 11 fragment części korowej nerki z kłębkiem nerkowym (kn), którego pętle naczyń włosowatych nierównomiernie wypełnione krwinkami czerwonymi, przylegają ściśle do blaszki ściennej (bś). W sąsiedztwie obecne są przekroje kanalików proksymalnych (kp) i kanalików dystalnych (kd).

Ryc. 12 obraz podobny do opisanego na ryc. 11 z biegunem naczyniowym (bn), do którego przylegają przekroje kanalika dystalnego (kd) i kanalika proksymalnego (kp). W pobliżu bieguna naczyniowego obecne są składniki aparatu przykłębkowego. Naczynia włosowate pętli naczyniowej w kłębku nerkowym (kn) wypełnione krwinkami, rozdzielone są macierzą mezangialną pozakomórkową (mm) oraz komórkami mezangium ciemniej wybarwionymi, stanowiącymi rusztowanie dla pętli naczyniowej.

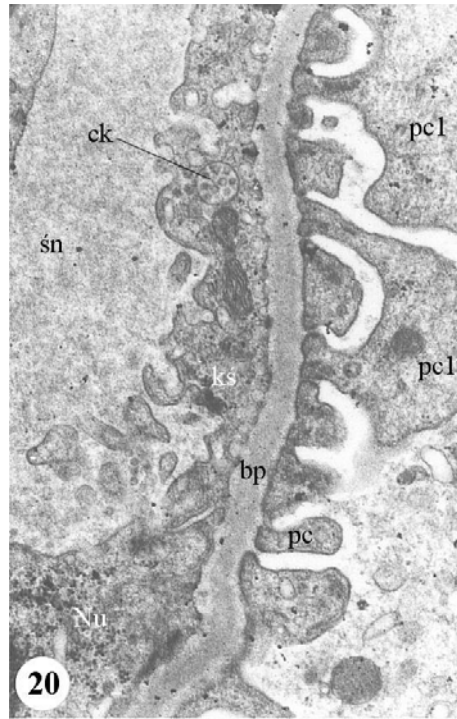
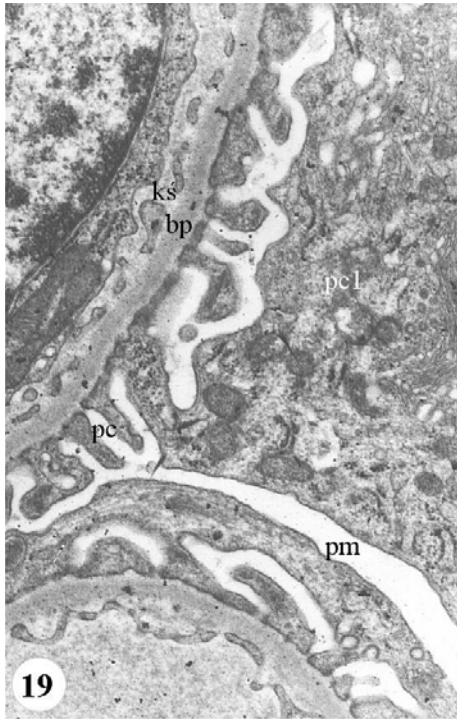
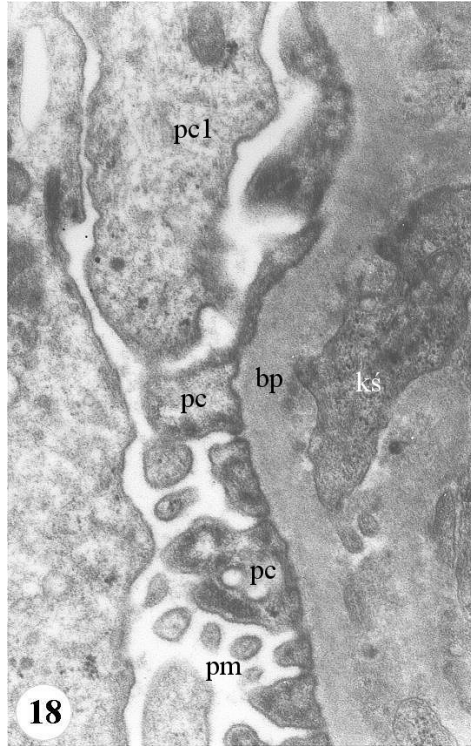
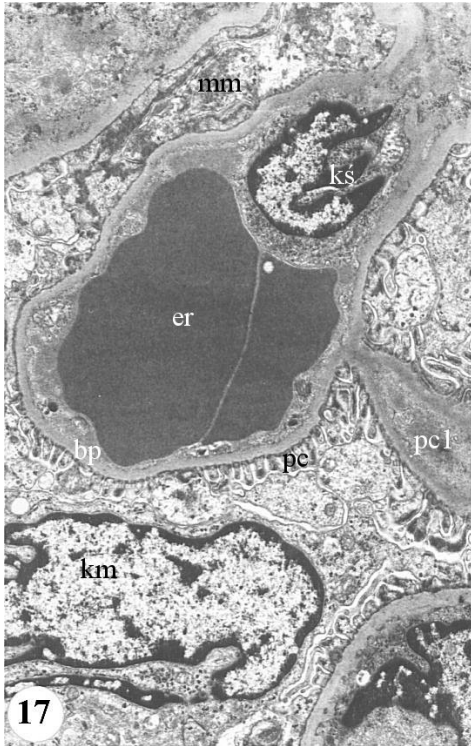


Tablica 4 Przedstawia mikrofotografie półcienkich skrawków **nerki szczurów poddanych warunkom hipoksji** a pojonnych **wodą poddaną działaniu pola magnetycznego** (żywica epoksydowa, barwienie błękitem toluidyny). Powiększenia immersyjne 100x10.

Ryc. 13 fragment tkanki kory nerki z kłębkami nerkowymi (kn), z częściowo uchwyconym biegunem naczyniowym (bn). Większość naczyń włosowatych pętli kłębuszka wypełniona jest krwinkami czerwonymi. Pośród naczyń włosowatych obecne są podocyty z mniejszymi jądrami i komórki mezangialne (większe jądra komórkowe) z substancją mezangialną pozakomórkową (m). W bliskim sąsiedztwie bieguna naczyniowego widoczne są przekroje kanalików proksymalnych (kp) i kanalików dystalnych (kd); bś – blaszka ścienna torebki Bowmana.

Ryc. 14 mikrofotografia podobna do zdjęcia 13 z wyraźnie zaznaczonym biegunem naczyniowym (bn). W bliskim sąsiedztwie widoczne są kanaliki dystalne (kd), komórki mezangium pozakomórkowego (km) aparatu przykłębkowego; bś – blaszka ścienna torebki Bowmana, kp – kanalik proksymalny.

Ryc. 15 i 16 przedstawiają podobne fragmenty tkanki kory nerki z uwzględnieniem kłębków nerkowych (kn) okolicy biegunów naczyniowych (bn) oraz leżących w bliskim sąsiedztwie kanalików nerkowych proksymalnych (kp) i kanalików dystalnych (kd).



Tablica 5 Przedstawia elektronogramy ultracienkich skrawków **nerek szczurów** **poddanych warunkom hipoksji**, a pojoych **wodą z normalnej instalacji wodociągowej** (ocena w mikroskopie elektronowym).

Ryc. 17 fragment kłębka nerkowego w małym powiększeniu TEM z przekrojem przez naczynie włosowate pętli naczyniowej kłębuszka; jądro komórki śródbłonka naczyniowego (kś), w sąsiedztwie krwinek czerwonych (er); pc – wypustki podocytów drugorzędowe, przylegające do błony podstawnej (bp) naczyń włosowatych; pc1 – fragment cytoplazmy podocytu, stykający się z błoną podstawną naczyń; mm – mezangium pozakomórkowe; km – jądro komórki mezangialnej.

Powiększenie ostateczne 3500x.

Ryc. 18 fragment kłębka nerkowego (w dużym powiększeniu TEM); bp – błona podstawna naczyń włosowatych pętli naczyniowej kłębuszka naczyniowego; pc – nieregularnie ukształtowane wypustki cytoplazmatyczne podocytów (pc1); pm – przestrzeń moczowa; kś – fragment jądra komórki śródbłonka naczyniowego.

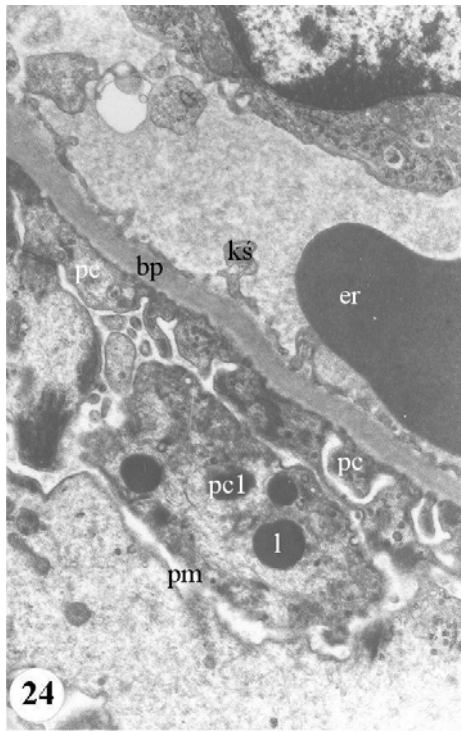
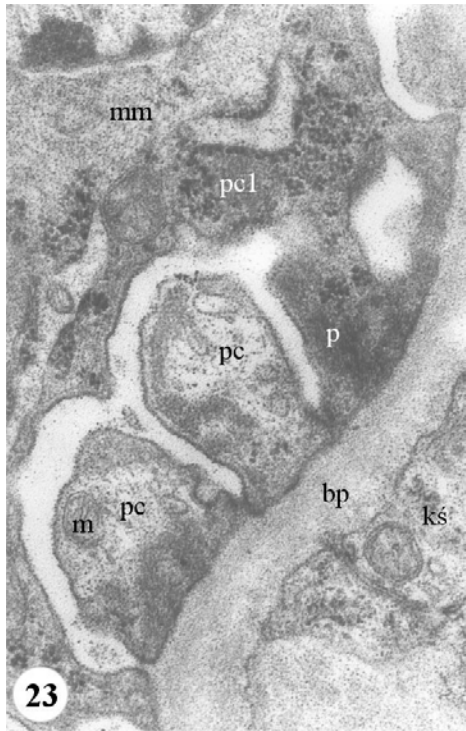
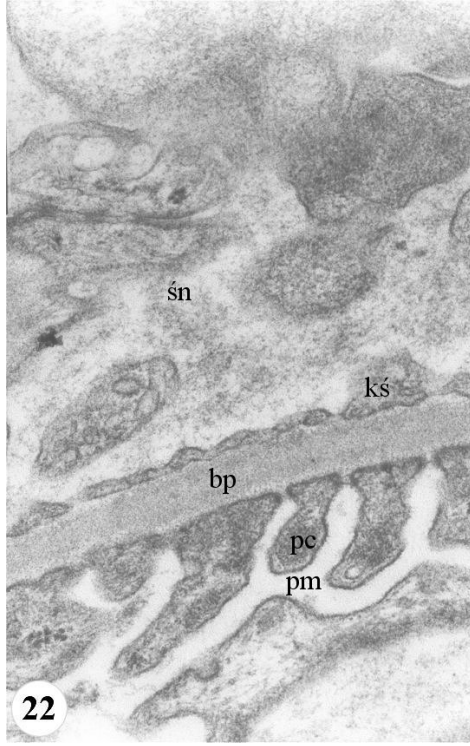
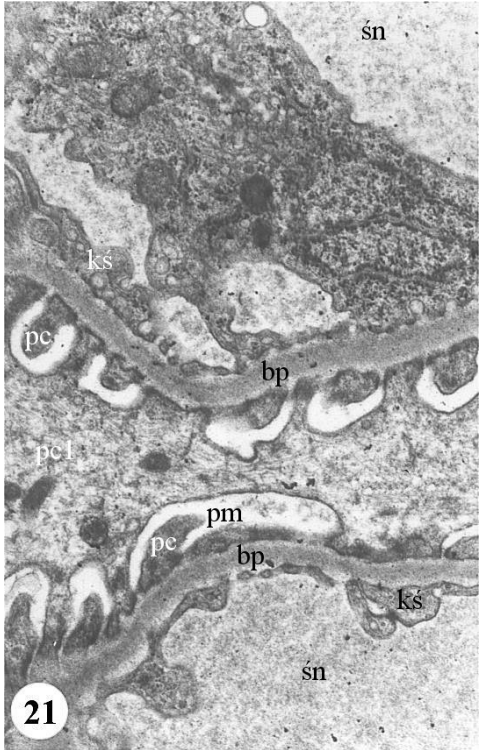
Powiększenie ostateczne 14500x.

Ryc. 19 fragment kłębka nerkowego; styk podocytu (pc1) i jego wypustek (pc) z błoną podstawną naczyń kapilarnych pętli naczyniowej; kś – śródbłonek okienkowy naczyń włosowatych leżący na błonie podstawnej (bp); pm – przestrzeń moczowa.

Powiększenie ostateczne 12000x.

Ryc. 20 fragment kłębka nerkowego, po lewej stronie elektronogramu światło naczyń włosowatych (śn) wyścielone relatywnie grubym śródbłonkiem (kś). W jednej z komórek widoczne jest centrum komórkowe (ck). Komórki śródbłonka zlewają się z sobą i nie mają charakteru śródbłonka okienkowego. Wypustki cytoplazmatyczne podocytów (pc) są różnokształtne i nie wykazują charakterystycznych przerw filtracyjnych. W niektórych miejscach komórki nabłonkowe stykają się bezpośrednio z błoną podstawną (pc1).

Powiększenie ostateczne 10000x.



Tablica 6 Przedstawia elektronogramy ultracienkich skrawków nerek szczurów poddanych warunkom hipoksji, a pojonnych wodą z normalnej instalacji wodociągowej (analizowanych w mikroskopie elektronowym).

Ryc. 21 fragment kłębka nerkowego z przekrojami dwóch naczyń włosowatych (śn). W górnej części elektronogramu w świetle naczynia obecny jest duży fragment cytoplazmy komórki śródbłonka z typowymi elementami subkomórkowymi, mitochondriami, siecią endoplazmatyczną szorstką. Sama wyściółka naczynia ma charakter śródbłonka okienkowego, nieco obrzmiałego, co widać w dolnej partii elektronogramu (kś). Komórki warstwy trzewnej torebki Bowmana (pc1) wykazują miejscami bezpośredni kontakt z błoną podstawną (bp) naczynia włosowatego, pm – przestrzeń moczowa, pc – wypustki podocytów.

Powiększenie ostateczne 10000x.

Ryc. 22 przedstawia przekrój światła naczynia włosowatego pętli naczyniowej (śn) z licznymi elementami morfotycznymi krwi. Przestrzeń moczowa (pm) rozdzielona jest trójwarstwową błoną podstawną (bp) od światła naczynia. Do blaszki jasnej przylegają komórki śródbłonka okienkowego (kś). Od strony przestrzeni moczowej (pm) przylegają również do jasnej blaszki zewnętrznej wypustki podocytów (pc).

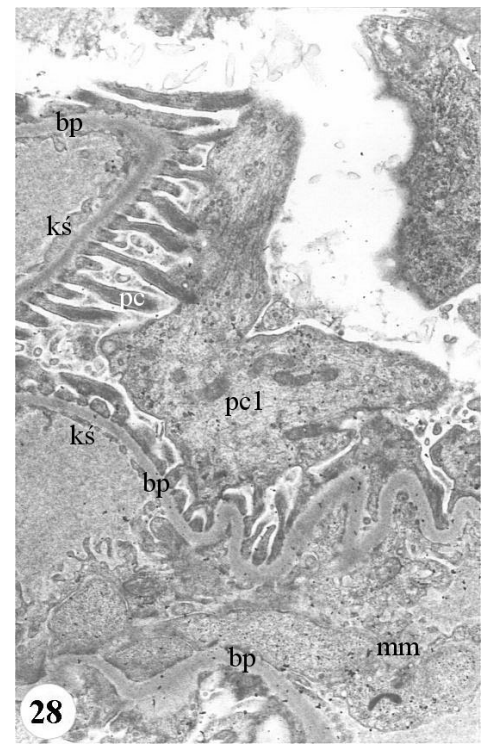
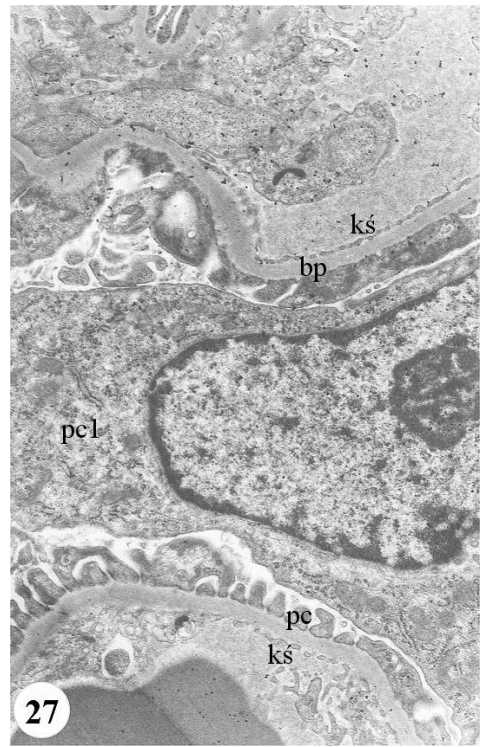
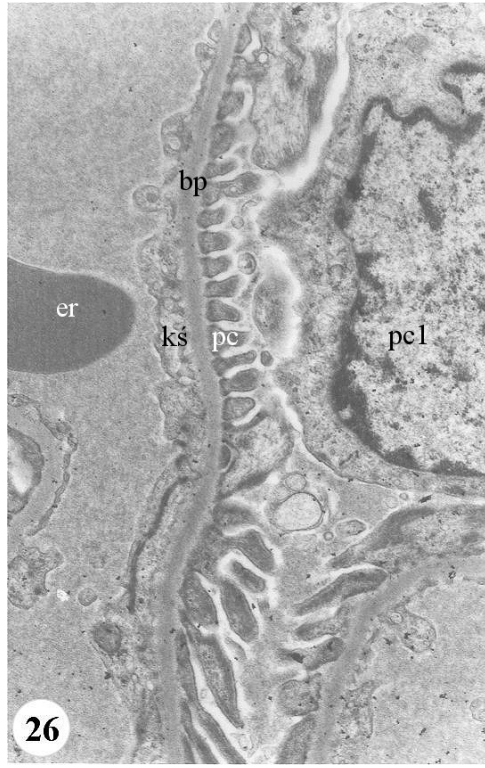
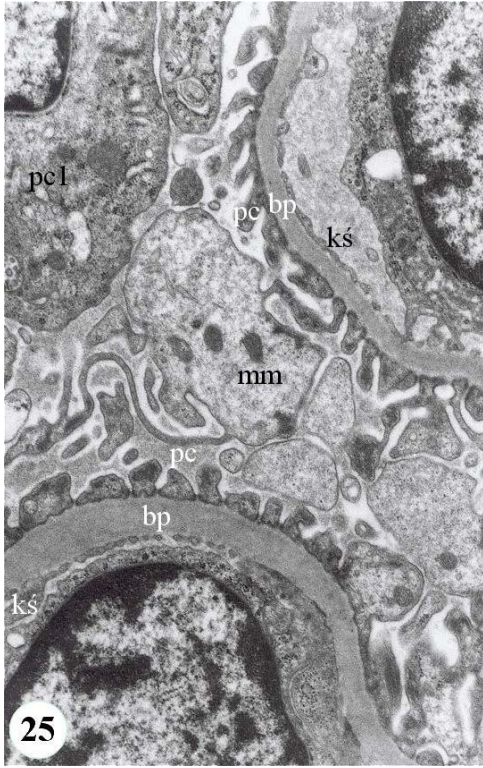
Powiększenie ostateczne 14500x.

Ryc. 23 pod powiększeniem większym na elektronogramie dostrzega się w niektórych miejscach zlewanie się wypustek stopkowatych podocytów (pc), brak błony filtracyjnej i nieregularny kształt wypustek. W cytoplazmie komórek nabłonkowych (pc1) i jej wypustek (pc) obserwuje się mitochondria (m) i fragmenty sieci endoplazmatycznej szorstkiej oraz wolno leżące rybosomy; mm – komórki mezangialne.

Powiększenie ostateczne 20000x.

Ryc. 24 fragment kłębka nerkowego z naczyniem włosowatym w prawej, górnej części elektronogramu z erytrocytem (er) i fragmentem komórki śródbłonka z jądrem komórkowym. Światło naczynia wyścielone jest płaskim, okienkowym śródbłonkiem (kś). Od strony relatywnie wąskiej przestrzeni moczowej (pm) na błonie podstawnej (bp) naczynia występują nieregularnego kształtu wypustki podocytów (pc) z fragmentami cytoplazmy komórek nabłonkowych (pc1) z licznymi lizosomami (l).

Powiększenie ostateczne 10000x.



Tablica 7 Przedstawia elektronogramy ultracienkich skrawków **nerek szczurów poddanych warunkom hipoksji**, a pojonnych **wodą poddaną działaniu pola magnetycznego** (ocena w mikroskopie elektronowym).

Ryc. 25 fragment kłębka nerkowego z dwoma naczyniami włosowatymi z prawidłowo wykształconym śródbłonkiem (kś), regularnie ułożonymi wypustkami podocytów (pc). W zrębie międzynaczyniowym macierz mezangialna pozakomórkowa (mm) oraz fragment komórki nabłonkowej (pc1) w lewym górnym rogu elektronogramu.

Powiększenie ostateczne 4500x.

Ryc. 26 fragment kłębka nerkowego. po lewej stronie elektronogramu światło naczynia włosowatego z erytrocytem(er), wyścielone śródbłonkiem naczyniowym (kś). Błona podstawna (bp) o regularnym przebiegu, zewnętrzna powierzchnia pokryta wypustkami podocytów (pc). Po prawej stronie elektronogramu widoczna komórka nabłonkowa (pc1).

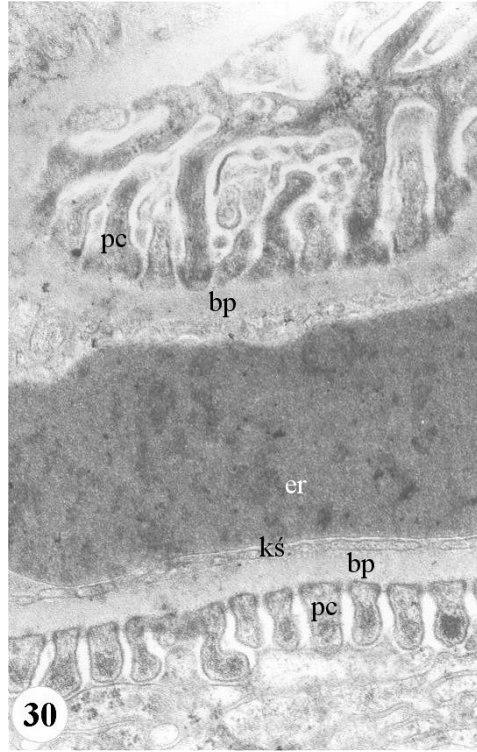
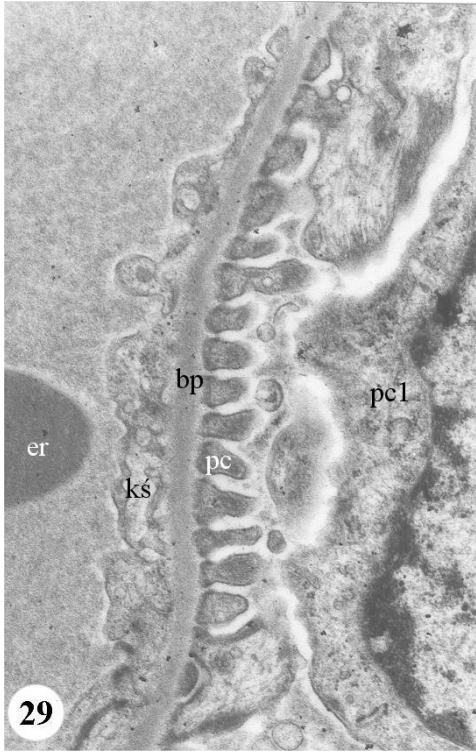
Powiększenie ostateczne 10000x.

Ryc. 27 fragment kłębka nerkowego w małym powiększeniu. W centrum elektronogramu widoczny podocyt (pc1) z jądrem komórkowym. W górnej i dolnej części elektronogramu światła naczyń kapilarnych z prawidłowo przebiegającą błoną podstawną (bp); kś – śródbłonek okienkowaty naczyń włosowatych.

Powiększenie ostateczne 4500x.

Ryc. 28 fragment kłębka nerkowego z naczyniami włosowatymi wyścielonymi śródbłonkiem (kś); pc – wypustki cytoplazmatyczne podocytów; pc1 – fragment komórki nabłonkowej; mm – mezangium pozakomórkowe.

Powiększenie ostateczne 4500x.



Tablica 8 Przedstawia elektronogramy ultracienkich skrawków **nerek szczurów poddanych warunkom hipoksji**, a pojonnych **wodą poddaną działaniu pola magnetycznego**(ocena w mikroskopie elektronowym).

Ryc. 29 obraz podobny do ryc. 26 w nieco większym powiększeniu, wskazujący na prawidłowe ułożenie wypustek podocytów (pc) przylegających do błony podstawnej (bp) z widocznymi przestrzeniami filtracyjnymi i światłem naczynia włosowatego po lewej stronie elektronogramu; kś – śródbłonek naczyniowy; pc1 – komórka nabłonkowa kłębka nerkowego; er – erytrocyt.

Powiększenie ostateczne 12000x.

Ryc. 30 podobny układ błon podstawnych (bp) z śródbłonkami okienkowatymi (kś) i wypustkami podocytów (pc) o regularnym ukształtowaniu z widocznymi przestrzeniami filtracyjnymi. W świetle naczynia krwinka czerwona (er).

Powiększenie ostateczne 20000x.

5. Podsumowanie wyników badań

Zgodnie z założeniem i celem pracy do analizy wyników badań w mikroskopie świetlnym, posłużyłam się preparatami uzyskanymi z bloczków epoksydowych, krojonych na półcienkie skrawki, barwione wodnym roztworem błękitu toluidyny. Wybrane tą drogą miejsca w bloczku tkankowym, odpowiednio trymowanym, skrawano następnie na skrawki ultracienkie służące do oceny kłębków nerkowych w mikroskopie elektronowym transmisyjnym (TEM).

Analizowana w mikroskopie świetlnym budowa histologiczna kłębków nerkowych zwierząt pojonych wodą zwykłą (ryc. 1, 2) i pojonych wodą poddaną działaniu pola magnetycznego (ryc. 3, 4) nie odbiega od stanu prawidłowego. Biorąc pod uwagę, że za fizjologiczną normę uważa się 10% udrożnienie naczyń kłębka naczyniowego, „puste” przekroje naczyń włosowatych, można uznać za stan normalny. Zauważalne, ściśle wypełnienie ciała nerkowego naczyńmi obładowanymi krwinkami czerwonymi (ryc. 3, 4) może sugerować lepszy lub zwiększony przepływ krwi w grupie zwierząt pojonych wodą poddaną działaniu pola magnetycznego.

Elektronogramy tkanki nerkowej obu grup kontrolnych oceniane w TEM (ryc. 5-8) nie różnią się, ani nie wykazują zmian patologicznych. Zarówno błony podstawne o charakterystycznej trójwarstwowej budowie, jak i komórki śróbłonka naczyń włosowatych kłębków nerkowych nie odbiegają od stanu prawidłowego.

W nerkach zwierząt poddanych warunkom hipoksji, pojonych wodą ze zwykłej instalacji wodociągowej, przeznaczonych do oceny w mikroskopie

świetnym wykazano zróżnicowaną strukturę ciałek nerkowych, przedstawioną porównawczo na ryc. 9-12. Niektóre pętle naczyń włosowatych, silnie poszerzone, wypełnione dużymi skupiskami krwinek czerwonych przemawiają za powstawaniem w nich zatorów lub ich niedrożności. Przejerne elektronowo miejsca w obrębie ciałek nerkowych, wskazywać mogą na poszerzone przestrzenie moczowe, jak również na proliferację macierzy mezangialnej pozakomórkowej.

Analiza semicienkich skrawków nerki wykonana u zwierząt poddanych warunkom hipoksji, pojonych wodą namagnesowaną (ryc. 13-16) wskazuje na znaczą normalizację struktur morfologicznych zwłaszcza, jeśli dotyczy to drożności naczyń kapilarnych kłębków nerkowych. Ocena taka wynika z możliwości porównania preparatów nerki przedstawionych i opisanych na ryc. 9-10, 13-16.

W ocenie elektronogramów nerek zwierząt, poddanych warunkom hipoksji, pojonych wodą ze zwykłej instalacji wodociągowej ryc. 17-24 i zwierząt pojonych wodą poddaną działaniu pola magnetycznego ryc. 25-30, szczególną uwagę zwrócono na barierę filtracyjną kłębków nerkowych tzn. styk poprzez błonę podstawną komórek śródbłonka kłębka naczyniowego i komórek nabłonka (podocytów).

Błona podstawna kłębka (GBM- glomerular based membrane) przedstawia swoją trójwarstwową strukturę, szczególnie dobrze uwidocznioną na ryc. 18, 20, 22, 23.

Najbardziej widoczne są zmiany w strukturze wypustek podocytów, które przylegają do GBM. Są one nierównomiernie ukształtowane (ryc. 18), miejscami sprawiają wrażenie obrzękniętych (ryc. 23); najczęściej zlewają się swoimi bocznymi, przypodstawnymi powierzchniami nie pozostawiając miejsca błonom filtracyjnym (ryc. 18, 20, 21, 23, 24). W obrębie cytoplazmy podocytów obserwuje się liczne struktury lizosomalne (ryc. 19, 24).

Śródbłonki naczyń kapilarnych ciałek nerkowych w budowie swojej również wykazują dość istotne różnice. Miejscami obserwuje się znaczne pogrubienie wypustek cytoplazmatycznych komórek śródbłonka, bez zachowania jego okienkowanego charakteru (ryc. 20, 21). W innych miejscach spotyka się śródbłonek spłaszczony, z wyraźnie zarysowaną fenestracją (ryc. 19, 24).

W elektronogramach kłębków nerkowych zwierząt, które pojono wodą poddaną działaniu pola magnetycznego, a które narażone były również na warunki hipoksji, stwierdza się na granicy styku śródbłonek – podocyty normalną budowę, zwłaszcza w obrębie elementów nabłonkowych. Wypustki podocytów są regularnie ukształtowane. W większości elektronogramów tej grupy zwierząt (ryc. 25-30) obserwuje się między wypustkami szczeliny z diafragmą, co wskazywać by mogło na znormalizowaną filtrację mimo działającego czynnika hipoksycznego. Ten czynnik wyraża się nieznacznym pogrubieniem śródbłonek naczyń kłębków nerkowych (ryc. 26, 29), a miejscami odwarstwieniem komórek śródbłonka od błony podstawnej (ryc. 25).

6. Omówienie wyników i dyskusja

Wyniki licznych prac prowadzonych z pogranicza biofizyki i medycyny fizykalnej dowodzą, że działanie pól magnetycznych wpływa korzystnie na szereg dolegliwości dzięki swoim właściwościom przeciwzapalnym i przeciwbólowym. Uzyskuje się ponadto korzystne wyniki w stosowaniu pól magnetycznych w procesach reparacji i regeneracji tkanek miękkich i zrostów kostnych, oraz intensyfikacji procesów oddychania tkankowego, jak również w stanach zaburzenia homeostazy u organizmów żywych (14, 15, 63, 69, 70).

Pod pojęciem „terapia polem magnetycznym” rozumieć należy metodę biofizyczną, która staje się alternatywą dla nieinwazyjnych metod leczenia z niezaprzeczalnym pożytkiem, nie ustępującym działaniu środków farmakologicznych. Znaczącymi osiągnięciami w tym zakresie szczyć się może zespół współpracowników A. Sieronia, autora cennej monografii: „Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie” (63).

Stosunkowo mało publikacji poświęconych jest możliwości oddziaływania pola magnetycznego na wodę, która jest głównym składnikiem organizmów żywych, pełniąc równocześnie rolę wypełniacza komórkowego i międzykomórkowego, oraz środowiska dla wszelkich reakcji biochemicznych i przemian metabolicznych (4, 13, 54, 73).

Stosowane obecnie powszechnie urządzenia do uzdatniania wody pitnej w gospodarstwach domowych, jak i przemysłowych instalacjach przesyłowych, zmuszają nas do poszukiwania właściwego doboru zewnętrznie działającego pola magnetycznego. Nieatestowane urządzenia, nie tylko bywają niepożyteczne, ale mogą wywoływać negatywne efekty, co musiałoby pociągać za sobą ich eliminację z rynku. Pozytywna ocena skutków ich działania powinna przyczynić się do ich promocji ze względów

zdrowotnych i gospodarczych (3, 52).

Przedstawiona praca, należąca do cyklu prac z tego zakresu badań zawiera jeden z wariantów analizy działania pola magnetycznego na organizm żywy.

Istotnym wydaje się również możliwość uzyskania odpowiedzi na pytanie, jaki wpływ ma woda poddana działaniu pola magnetycznego na zmiany po uprzednio sztucznie wywołanej hipoksji u badanych zwierząt.

Użyta do obecnego doświadczenia aparatura, generująca zewnętrzne pole magnetyczne pozwala na uzyskanie rozproszenia strumienia magnetycznego. Rezultatem tego jest to, że w wodzie przepływającej przez RAM (Rurowy Aparat Magnetyczny) wydłuża się czas relaksacji magnetycznej, co w konsekwencji zmienia parametry lepkości wody, jej napięcia powierzchniowego i przewodnictwa elektromagnetycznego.

To urządzenie służące do namagnesowania wody wypływającej ze zwykłej instalacji wodociągowej użyto także do doświadczeń prowadzonych wcześniej w naszej pracowni. W rezultacie tych badań wykazano, że tak spreparowana woda podawana do picia szczurom wywiera korzystny wpływ na strukturę wewnątrzkomórkową hepatocytów (24). Wyrazem tego była normalizacja kompartmentacji cytoplazmy hepatocytów, w której uczestniczy system cytomembran wewnątrzkomórkowych, właściwe ukształtowanie struktury mitochondriów, cystern aparatu Golgiego i systemu sieci endoplazmatycznych szorstkich i gładkich.

W drugim doświadczeniu badano wpływ wody poddanej działaniu pola magnetycznego na zmiany strukturalne w mikrokrażeniu płuc u szczurów, które przebywały w komorze niskich ciśnień w warunkach hipoksji. Wyniki tej pracy wyrażające się prawidłowym ukształtowaniem wyściółki cytoplazmatycznej zarówno śródbłonek naczyń kapilarnych, jak i pęcherzyków płucnych, oraz uporządkowaniem struktur subkomórkowych

zrębu przegród międzypęcherzykowych, wskazują również na korzystne działanie tej wody, stosowanej u zwierząt, u których hipoksja wywołała określone zmiany strukturalne (38).

Mimo istniejących kontrowersji dotyczących poglądów na temat działania pól magnetycznych na organizmy żywe, ich wpływ na homeostazę jest potwierdzony między innymi na podstawie: działania pola magnetycznego na nieskompensowane spiny elektronowe, działania na ciekłokrystaliczne struktury w organizmach i działania na poruszające się ładunki elektryczne, generowane chociażby przez układ krążenia i układ nerwowy.

Istniejące różnice interpretacyjne, wynikają częstokroć z różnic metodycznych, względnie wielorakości stosowanych parametrów czasowych, fizycznych lub aparaturowych (2, 7, 14, 34, 35, 79).

W naszych doświadczeniach posługiwaliśmy się urządzeniem RAM o określonych, precyzyjnie parametrach dostarczającym wodę o jednakowych wartościach fizykochemicznych.

Pierwsze nasze doświadczenie dotyczące analizy hepatocytów wykazało korzystny wpływ tej wody na komórki wątrobowe, co zostało potwierdzone badaniami ultrastrukturalnymi. Wyniki tych badań przyczyniły się inspirująco do prowadzenia dalszych doświadczeń.

Wiadomo, opierając się tylko na przekazach medialnych, że woda pitna poza czystością bakteriologiczną posiada wiele niedoskonałości, czego dowodzi duże spożywanie wszelkiego rodzaju głośno reklamowanych wód mineralnych.

Zastosowanie wody uzyskanej przez opisane urządzenie jako wody pitnej dla zwierząt poddanych warunkom hipoksji, oceniono jako korzystne także w badaniach mikrokrażenia tkanki płucnej.

Również w obecnym doświadczeniu polegającym na badaniu

mikrokrążenia nerkowego u zwierząt, poddanych podobnym warunkom doświadczalnym oceniano zasadność pozytywnych ocen wody namagnesowanej uzyskane w poprzednich badaniach.

Założeniem mojej pracy było bowiem stwierdzenie, czy woda poddana działaniu pola magnetycznego wpływa na zmiany strukturalne ciała nerkowego wywołane hipoksją hypobaryczną.

Hipoksja wyrażająca się proliferacją śródbłonek naczyń i błon podstawnych, wywołuje w efekcie cały szereg procesów enzymatycznych i molekularnych, prowadzących do zachwiania równowagi między mechanizmami wazokonstrykcji i wazodylatacji (8, 9, 10, 11, 12, 22, 50, 55), zaś zmiany w obszarze błon plazmatycznych podocytów i ich wypustek skutkują zaburzeniami w filtracji produkcji moczu pierwotnego (39, 42, 47, 53, 60, 61).

Podawanie wody namagnesowanej, jako wody pitnej szczurom poddanych warunkom hipoksji, minimalizuje te zmiany, które potwierdzono badaniami morfologicznymi, ocenianymi m.in. w mikroskopie elektronowym.

Przeprowadzone eksperymenty mogą przyczynić się do dalszych badań, w których należałoby prześledzić dokładnie procesy enzymatyczne, molekularne i immunologiczne dla pełnego potwierdzenia korzystnego wpływu strukturalnie zmienionej wody namagnesowanej.

7. Wnioski

1. Przewlekła hipoksja w ciałku nerkowym charakteryzuje się ultrastrukturalnie pogrubieniem śródbłonka naczyń włosowatych kłębka nerkowego, oraz destrukcją wypustek cytoplazmatycznych podocytów, polegającą na ich spłaszczeniu i zatarciu błon filtracyjnych.
2. Pojenie szczurów wodą poddaną działaniu pola magnetycznego w znacznym stopniu minimalizuje zmiany w obrębie podocytów, które wywołane zostały przewlekłą hipoksją, co świadczyć może o pozytywnym działaniu tak przygotowanej wody.

8. Piśmiennictwo

- 1 **Barnothy J.**
Biological effects of magnetic fields.
Plenum Press New York 1964
- 2 **Barnothy M., Sumegi I.**
Abnormalities in organs of mice induced by magnetic field
Nature 1969, 221; 270-273
- 3 **Bilozor S.**
Magnetyzery do uzdatniania wody
Polski Instalator 1994, 86-89
- 4 **Coey J.M.D., Cass S.**
Magnetic water treatment
J. of Magnetism and Magnetic Materials 2000, 209; 71-74
- 5 **Collard CH., Bukusoglu C., Agah A.**
Hypoxia-induced expression of complement receptor type 1 (CR1, CD35) in human vascular endothelial cells
Am. Physiol. Society 1999, 450-458
- 6 **Dohi Y., Hahn A.W.A., Boulanger Ch.M. Buhler F.R., Lüscher T.F.**
Dysfunctions of cell biological mechanisms of visceral epithelial cell (podocytes) in glomerular diseases
Kidney International 1994, Vol. 45; 300-313
- 7 **Dore-Duffy P., Balabanov R., Beaumont T.**
Endothelial activation following prolonged hypobaric hypoxia
Microvascular Research 1999, 57; 75-85
- 8 **Elliott S., Koliwad S.**
Oxidant Stress and endothelial membrane transport
Free Radical Biology & Medicine 1995, 19, 5; 649-658
- 9 **Fadel A., Ghanam M., Elrefaei M., Elgebaly R., AbouEl E., Hussein A., Surour D., Mohamed I.**
Effect of nonionizing fields on biological membranes.
Biophysics of membrane transport 1994 61-93

- 10 Fanelli C., Coppola S., Barone R., Colussi C., Gualandi G., Volpe P., Ghibelli L.**
Magnetic fields increase cell survival by inhibiting apoptosis via modulation of Ca²⁺ influx.
Faseb Journal 1999, 13; 95-102
- 11 Fejes-Toth G., Brinck-Johnsen T., Fejes-Toth AN.**
Endothelin in hypertensive resistance arteries. Intraluminal and extraluminal dysfunction.
Hypertension 1991, 18; 543-549
- 12 Flipo D., Fournier M., Benquet C., Roux P., Le Boulaire C., Pinsky C., La Bella FS., Krzystyniak K.**
Increased apoptosis changes in intracellular Ca²⁺ and functional alterations in lymphocytes and macrophages after in vitro exposure to static magnetic field.
J. Toxicol. Environ Health 1998, 8; 63-76
- 13 Franks F.**
Woda
Wyd. Nauk. Techn., Warszawa 1988
- 14 Goodman E., Greenebaum B., Marron M.T.**
Effects of electromagnetic fields on molecules and cells
Int. Rev. of Cytol. 1995, 158; 279-325
- 15 Gonet B.**
Oddziaływanie stałego pola magnetycznego na organizmy żywe
Praca habilitacyjna Pomorskiej Akademii Medycznej 1991
- 16 Graven K., Zimmerman L., Dickson E., Weinhouse G., Farber H.**
Endothelial cell hypoxia associated proteins are cell and stress specific.
J. of Cell. Physiol. 1993, 157; 544-554
- 17 Groniowski J., Kruś S.**
Podstawy patomorfologii
PZWL Warszawa 1984
- 18 Grzesik J., Bortel M., Duda D.**
Influence of static magnetic field on the reproductive function certain biochemical induced and behavioral of rats.

Pol. J. Occup. Med. 1988, 1; 27-35

- 19 Grzesik J., Kuska R., Błaszczak E.**
Raport z wykonania drugiego etapu badań celu 24 CRBR11
Medycyna Pracy Katowice ŚAM 1989
- 20 Grzybek H., Makosz T., Przeworowska-Kawała M.**
Wpływ hipoksji oraz procesów z nią związanych na czynnościowe i morfologiczne zmiany w pęcherzykach płucnych
Ann. Acad. Med. Siles. Katowice 2000, 44; 93-106
- 21 Gwóźdź B.**
Życie i praca człowieka w warunkach wysokogórskich
Ergonomia 1994, 17; 27-41
- 22 Jin-Zhong Zhang, Behrooz A., Ismail-Beigi F.**
Regulation of glucose transport by hypoxia
Am. J. Of Kidney Diseases 1999, 34; 189-202
- 23 Jungueira L.C., Carneiro J., Schiebler T.H., Peiper U., Schneider Fr.**
Histologie – zweite Auflage
Springer Verlag Berlin Heidelberg 1986
- 24 Kaszubski R.**
Ocena efektu działania wody poddanej ekspozycji pola magnetycznego na czynność i strukturę komórki wątrobowej.
Rozprawa doktorska – Archiwum ŚAM 2000 r.
- 25 Kelestimur H., Leach RM, Ward JPT, Forsling ML**
Vasopressin and oxytocin release during prolonged environmental hypoxia in the rat
Thorax 1997, 52; 84-88
- 26 Konturek S.**
Fizjologia człowieka – Oddychanie, Nerki i płyny ustrojowe
Akad. Med. Kraków 1992 r.
- 27 Kourembanas S., Hannan RL., Faller DV.**
Oxygen tension regulates the expression of the platelet – derived growth factor beta chain gene in human endothelial cells.
J. Clin Invest 1990, 86; 670-674

- 28 Kourembanas S., Marsden PA., McQuilian LP., Faller DV**
Hypoxia induces endothelin gene expression and secretion in cultured human endothelium
J Clin Invest 1991, 88; 1054-1057
- 29 Krämer B., Ritthaler T., Schweda F., Kees F., Schricker K., Holmer S., Kurtz A.**
Effects of hypoxia on renin secretion and renal renin gene expression
Kidney Int. 1998, 54; 155-158
- 30 Krasnowski R., Klinger M.**
Upośledzenie funkcji śródbłonna w chorobie nadciśnieniowej i laboratoryjne możliwości oceny jego stanu.
Post. Hig. Med.. Dośw. 1996, 50; 65-80
- 31 Kula B., Dróżdż M., Sobczak A., Polańska D., Kuśka R.**
Biologiczne skutki działania pól magnetycznych na żywe organizmy
Ann. Acad. Med.Siles. 1997, 32; 93-110
- 32 Liburdy RP.**
Calcium signaling in lymphocytes and ELF field. Evidence for an electric field metric and a site of interaction involving the calcium ion channel.
FEBS Lett 1992, 301; 53-59
- 33 Lisi A., Pozzi D., Pasquali E., Rieti S., Girasole M., Cricenti A., Generosi R., Serafino A., Congiu-Castellano A., Ravagnan G., Giuliani L., Grimaldi S.**
Three dimensional (3D) analysis of the morphological changes induced by 50Hz magnetic field exposure on human lymphoblastoid cells (Raji).
Bioelectromagnetics 2000, 21; 46-51
- 34 Ludwig W., Ehrmann W., Leitner Hv., Persinger M.A., Sodtke R.T.**
Therapie mit MLF – Magnetfeldern
Z. Phys. Med. 1976, 4; 161-169
- 35 Ludwig W.**
Biologische Verträglichkeit elektromagnetischer Felder

Bull. SEV/VSE 1977, 18; 941-945

- 36 Lüscher T.F., Boulanger Ch.M., Dohi Y., Yang Z.**
Endothelium-derived contracting factors
Hypertension 1992, 19; 117-130
- 37 Lüscher T.F., Seo B., Buchler F.**
Effect on Endothelin-1 on glomerular hydraulic pressure and renin release in dogs
Hypertension 1993, 21; 845-851
- 38 Makosz T.**
Wpływ pojenia dojrzałych szczurów wodą poddaną działaniu pola magnetycznego na zmiany strukturalne w pęcherzykach płucnych wywołane hipoksją.
Rozprawa doktorska – Archiwum ŚAM 2001 r.
- 39 Mbaso G., Elger M., Kriz W.**
The ultrastructural organization of the basement membrane of Bowman's capsule in the rat renal corpuscle
Cell Tissue Res 1988, 253; 151-163
- 40 McQuillan L., Leung G., Marsden P., Kostyk S., Kourembanas S.**
Hypoxia inhibits expression of eNOS via transcriptional and posttranscriptional mechanisms.
Am. J. Physiol. 1994, 267; 1921-1927
- 41 Merry P., Grootveld M., Lunec J., Blake D.R.**
Potential role of endothelin in hypertension. Controversy on endothelin in hypertension
Hypertension 1993, 21, 6, Part 1
- 42 Moran K., Mulhall J., Kelly D., Sheehan S., Dowsett J., Fitzpatrick M.**
Morphological changes and alterations in regional intrarenal blood flow induced by graded renal ischemia.
J. Urol. 1992, 148; 463-466
- 43 Naeye R.**
Children at high altitude: pulmonary and renal abnormalities

- 44 Nagata D., Hirata Y., Suzuki E., Kakoki M., Hayakawa H., Goto A., Ishimitsu T., Minamino N., Ono Y., Kangawa K., Matsuo H., Omata M.**
Hypoxia-induced adrenomedullin production in the kidney
Kidney International 1999, 55; 1259-1267
- 45 Narita K., Hanakawa K., Kasahara T., Hisamitsu T., Asano K.**
Induction of apoptic cell death in human leukemic cell line, HL-60, by extremely low frequency electric magnetic fields: analysis of the possible mechanisms in vitro.
In Vivo 1997, 11; 329-35
- 46 Orphanides CH., Fine L., Norman J.**
Hypoxia stimulates proximal tubular cell matrix production via a TGF- β_1 - independent mechanism.
Kidney Int. 1997, 52; 637-647
- 47 Paprocka M., Duś D.**
Niektóre cechy fenotypowe i czynnościowe komórek śródbłonków naczyniowych.
Post. Biol. Komórki 2000, 2; 247-260
- 48 Paradisy S., Donelli G., Santini MT., Straface E., Marloni W.**
A 50Hz magnetic field induces structural and biophysical changes in membranes
Bioelectromagnetics 1993, 14; 247-255
- 49 Pernow J., Boutier J.-F. Franco-Cereceda A., Lacroix J.S., Matran R., Lundberg J.M.**
Oxydative damage to lipids within the inflamed human joint provides evidence of radical-mediated hypoxic-reperfusion injury1-3
Am. J. Clin. Nutr. 1991, 53; 362S-9S
- 50 Peters S., Tijssen M., Van Os C.,**
Hypoxia decreases calcium influx into rat proximal tubules
Kidney Int. 1998, 53; 703-708

- 51 Poloński L.**
Zastosowanie leków blokujących kanał wapniowy - nifedypiny i werapamilu- w zapobieganiu i leczeniu hipoksyjnego nadciśnienia płucnego
Rozprawa habilitacyjna, Katowice 1989
- 52 Pröstler V.**
Co się dzieje w magnetyzerach
Polski Instalator 1993, 20-23
- 53 Racusen L., Prozialec D., Solez k.**
Glomerular epithelial cell changes after ischemia or dehydration
Am. J. Pathol. 1984, 114; 157-163
- 54 Rai S., Singh N.N., Misha R.N.**
Magnetic restructuring of water.
Medical, Biological, Engineering Computing 1995, 33; 614-617
- 55 Ratcliffe PJ., Ebert BL., Firth JD., Gleadle JM., Maxwell PH., Masaya N., O'Rourke JF., Pugh CW., Wood SM**
Oxygen regulated gene expression: erythropoietin as a model system.
Kidney Int. 1997, 51; 514-526
- 56 Reimer L.**
Elektronenmikroskopische Untersuchungs - und Präparationsmethoden (II Aufl.)
Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1967
- 57 Sahai A., Mei Ch., Pattison T., Tannen R.**
Chronic hypoxia induces proliferation of cultured mesangial cells: role of calcium and protein kinase C
Am. J. Physiol. 1997, 273; 954-960
- 58 Sahai A., Mei Ch., Zawosh A., Tannen R.**
Chronic hypoxia induced LLC-PK₁ cell proliferation and dedifferentiation by the activation of protein kinase C.
Am. J. Physiol. 1997, 272; F809-F815
- 59 Sahai A., Mei Ch., Schrier W. Tannen R.**
Mechanism of chronic hypoxia induced renal cell growth.
Kidney Int. 1999, 4; 1277-1281

- 60 Sakai T., Kris W.**
The structural relationship between mesangial cells and basement membrane of the renal glomerulus
Anat. Embriol. 1987, 176; 373-386
- 61 Sapilak B.J., Steciwko A.**
Elementy budowy i konformacja przestrzenna błon podstawnych
Post. Hig. Med. Dośw. 2000, 54, 1; 83-97
- 62 Shweiki D., Itin A., Soffer D., Keshet E.**
Vascular endothelial growth factor induced by hypoxia may mediate hypoxia initiated angiogenesis
Nature 1992, 359; 843-845
- 63 Sieroń A.**
Zastosowanie pól magnetycznych w medycynie
Wyd: α-medica press 2000 r.
- 64 Sieroń A., Żmudziński J., Cieślar G.**
Problemy oddziaływania zewnętrznych pól magnetycznych na organizm ludzki
Post. Fiz. Med. 1989, 24; 75-80
- 65 Sieroń A., Cieślar G., Kamiński M., Teister M., Laitl-Kobierska A., Konieczny P.**
Oddziaływanie zmiennego pola magnetycznego na aktywność wybranych enzymów błonowych i mitochondrialnych w hepatocytach u szczurów.
Baln. Pol. 1997, 39; 124-130
- 66 Stevens A., Lowe J.**
Histologia
Wydawnictwo Medyczne Słotwiński Verlag 2001
- 67 Steciwko A., Sapilak B.J.**
Znaczenie biologiczne błon podstawnych. Bariera filtracyjna kłębuszków nerkowych.
Post. Hig. Med. Dośw. 2000, 54, 2; 199-211
- 68 Tse M., Levine S., Yun Ch., Brant S., Counillon L.T.,**

- Pouyssegur J., Donowitz M..**
Structure /function studies of the epithelial isoforms of the mammalian Na⁺/H⁺ exchanger gene family
J. Membrane Biol. 1993, 135; 93-108
- 69 Udintsev N., Moroz V.**
Response of pituitary - adrenal system to the action of a variable magnetic field
Bull. exp. Biol. Med. 1974, 77; 641-646
- 70 Varga A.**
Proteinbiosynthese bei Mikroorganismen unter Einwirkung von äußeren elektromagnetischen Feldern.
Fortschr. exp.theor. Biophys. 1976, 20; 36-39
- 71 Wadas R.**
Biomagnetyzm
PWN Warszawa 1978 r.
- 72 Warnke U.**
Grundlagen zu magnetisch induzierten physiologischen Effecten
Therapiewoche 1980, 30; 4609-4616
- 73 Wojtusiak R.J., Majlert Z.**
Geomagnetobiologia
PAN Warszawa 1992 r.
- 74 Woldańska-Okońska M., Czernicki J.**
Pola magnetyczne w medycynie - znaczenie i zastosowanie.
Folia Med. Lodz. 1998, 25; 45-60
- 75 Xie Y., Sakatsume M., Nishi S., Narita I., Arakawa M.**
Expression, roles, receptors, and regulation of osteopontin
Kidney Int. 2001, 60; 1645-1657
- 76 Yamagishi S., Yonekura H., Yamamoto Y.**
Vascular endothelial growth factor acts as a pericyte mitogen under hypoxic conditions
Lab. Invest. 1999, 79; 501-509

- 77 Yan SF., Tritto I., Pinsky D., Liao H., Huang J., Fuller G., Brett J., May L., Stern D.**
Induction of interleukin-6 (IL-6) by hypoxia in vascular cells
J. Biol. Chem. 1995, 270; 11463-11471
- 78 Zapaski S., Chęciński P.**
Kliniczne aspekty niedokrwienia i reperfuzji
Wyd.: SCHWARC Pharma α medica press 1998
- 79 Zieliński G.**
Ekspozycja ludności osiedli mieszkaniowych woj. śląskiego na wolnozmiennie pola magnetyczne .
Praca doktorska, Katowice 1999

9. Streszczenia

Magnetoterapia stosowana ostatnio dość powszechnie w Klinikach i ambulatoriach, uzasadniona jest korzystnymi wynikami uzyskanymi w leczeniu różnych stanów chorobowych. Mechanizm działania użytych w tej terapii pól magnetycznych, nie jest do końca poznany i wymaga dalszych badań. Duże zainteresowanie poświęcone jest magnetyzerom, urządzeniom generującym zewnętrzne pole magnetyczne, służące do uzdatniania wody pitnej, używanej w gospodarstwach domowych i przemyśle.

Otwartym pozostaje jednak pytanie czy spożywanie tak strukturalnie zmodyfikowanej wody jest korzystne dla zdrowia, czy też pociąga za sobą negatywne skutki zdrowotne.

Przedstawiona rozprawa jest jedną z cyklu prac doświadczalnych z zakresu stosowania wody poddanej działaniu pola magnetycznego i podawanej szczurom badanym jako wody pitnej.

Obecne badania mają na celu stwierdzenie, jakie zmiany strukturalne obserwuje się w obszarze mikrokrażenia kłębków nerkowych u szczurów, poddanych warunkom hipoksji, pojonych wodą namagnesowaną w stosunku do wody podawanej z normalnej instalacji wodociągowej.

Do doświadczenia użyto 30 samic szczurzych szczepu Sprague-Dawley podzielonych na cztery grupy: Ia i Ib – grupy kontrolne po 5 zwierząt każda, przebywające w warunkach normoksji, pojone wodą ze zwykłej instalacji wodociągowej i wodą poddaną działaniu pola magnetycznego, oraz IIa i IIb – grupy badane z wywołaną hipoksją, pojone wodą zwykłą i wodą namagnesowaną.

Po 30-dniowym doświadczeniu wszystkie zwierzęta użyte do badań uśmiercano. Z brzeżnych obszarów nerki pobrano wycinki tkankowe, które

w sposób rutynowy przygotowano do analizy i opisów w mikroskopie świetlnym i mikroskopie elektronowym. Uzyskane wyniki wskazują, że u zwierząt badanych przebywających w komorze niskich ciśnień uzyskano zmiany odpowiadające hipoksji.

Zmiany bardziej ewidentne są w grupie zwierząt badanych, pojonych wodą ze zwykłej instalacji wodociągowej, zarówno na podstawie analizy preparatów histologicznych, jak i w ocenie elektronogramów.

Zmiany strukturalne kłębków nerkowych dotyczą w głównej mierze przepływu krwi przez sieć naczyń włosowatych kłębków nerkowych. W ultrastrukturze zmiany wyrażają się pogrubieniem śródbłonek naczyń kapilarnych kłębka, oraz destrukcją wypustek cytoplazmatycznych nabłonka ciała nerkowego (podocytów), wskazujące na zaburzenia filtracji kłębkowej.

Podawanie do picia szczurom, przebywającym w warunkach hipoksji wody poddanej działaniu pola magnetycznego, dowodzi jej korzystnego działania.

Autorka zdaje sobie sprawę, że wyniki przeprowadzonych doświadczeń mogą być tylko przyczynkiem do dalszych badań i poszukiwań z zakresu wpływu pól magnetycznych na organizmy żywe.

Summary

Recently magnetotherapy is quite widely employed in clinics and out-patients' departments, which is supported by advantageous results obtained in the treatment of different diseases. The mechanism of this magnetic field impact is still not well-understood and requires further research. Magnetizers, which are external magnetic field generators are especially interesting as they are employed for water conditioning.

However there is a question still under discussion: is drinking such structurally modified water advantageous for human health or there is a negative impact of such water.

Current discussion is one of the projects concerning examinations of rats watered with magnetized water.

The aim of the current project is to determine whether there are any structural changes in the area of microcirculation in nephrons in rats under hypoxemia, watered with magnetized water and rats under hypoxemia, watered with tap water.

30 female rats from Sprague-Dawley tribe were used to conduct the experiment. The animals were grouped in 4 sections. Group Ia consisted of 5 control rats watered with tap water and not subjected to hypoxemia. Group Ib consisted of 5 control rats watered with magnetized water and not subjected to hypoxemia. Group IIa were 5 animals with induced hypoxemia and watered with tap water and magnetized water, respectively.

After 30 days the animals were put to death. The tissues were biopsed from the peripheral area of kidneys and prepared for light and electron microscope analysis by use of standard techniques. The results confirm that hypoxemia was induced in animals that resided in the low-pressure chamber. More serious changes were found in the group of animals

(IIb) under hypoxemia watered with tap water by analysis of both histological slides and electronograms. Structural changes in kidney tubules refer mainly to blood circulation in the capillary system of nephrons. Ultrastructural changes were also found. The epithelium of the nephron capillars was thickened and podocytes were damaged, which indicate nephron filtration disorders. Watering with magnetized water resulted in less severe changes, which points on its advantageous effect.

The author is aware that these are only preliminary results leading to further examination of the effects of magnetized water on organisms.