

**Silesian Medical Academy in Katowice
Faculty of Medicine in Zabrze**

Ryszard Kaszubski

Surgery Ward of Municipal Hospital in Rydułtów

**ASSESSMENT OF EFFECT OF WATER EXPOSED TO
MAGNETIC FIELD
ON FUNCTION AND STRUCTURE OF LIVER CELL**

Thesis for M.D. degree

Supervisor: Aleksander SIEROŃ, Professor Doctor Habilitated of Medicine

**Reviewers: Feliks JAROSZYK, Professor Doctor Habilitated of Medicine
Henryk GRZYBEK, Professor at Silesian Medical Academy, Doctor
Habilitated of Medicine**

Zabrze, 2000

CONTENTS

1. Introduction	1
2. Assumptions and objective of Thesis	6
3. Material and methodology	8
a) material	8
b) apparatus	9
c) morphological examination	12
d) biochemical examination	14
e) statistical analysis	14
4. Examination results	15
a) morphological and ultra structural	15
b) biochemical determination of concentration of enzymes	26
5. Sum-up of	31
morphological results	31
biochemical results	33
6. Discussion	34
7. Conclusions	39
8. Bibliography	40
9. Summary	49

1. WSTĘP

Współcześnie prowadzi się wiele badań mających na celu wyjaśnienie oddziaływania zmiennych pól magnetycznych na człowieka. Wiele z tych badań, to badania ultrastrukturalne oraz badania doświadczalne.

Dynamika tych badań wynika z rozwoju medycyny fizykalnej, będącej aktualnie jakby nowym odkryciem współczesnej kliniki. Wynika to z możliwości wykorzystania oddziaływania metod fizykalnych w różnych klasycznych dyscyplinach medycznych, do których należą ortopedia i traumatologia, medycyna sportowa, chirurgia oraz reumatologia.

Zainteresowanych i zaangażowanych tą tematyką jest wiele znaczących ośrodków naukowych, oraz różnych fundacji między innymi takich jak:

Biomagnetic Research Foundation przy Uniwersytecie Evanston (USA),
Agency

Hydrographic Center w Waszyngtonie, czy wreszcie American Food and Drug Administration (USA) i NASA(National Aeronautics and Space Administration)

(5, 8, 47, 57, 77, 79).

Zawiłe czynniki współzależności molekularnych, trudne nieraz do rozwiązania przy pomocy dotychczas stosowanego instrumentarium badawczego, pobudzają inicjatywę naukowców do ciągłego poszukiwania rozwiązań w różnych działach biofizyki, biologii, biochemii, patomorfologii i tym podobnych dziedzinach nauki (21, 23, 30, 77, 79, 81).

Taki kierunek działania badaczy różnych specjalności naukowych jest konieczny, powinien być zachowany, kontynuowany i rozbudowywany dla wyjaśnienia wątpliwości dotyczących zbadania istoty działania pola magnetycznego (3, 4, 5, 6, 8).

Ostatnie lata charakteryzują się dynamicznym rozwojem badania wpływu pola magnetycznego na otaczające je struktury żywe.

Dotyczy to zarówno roślin jak i zwierząt (2, 3, 30, 37, 46, 55, 58, 71, 73, 76).

W szczególności jednak sposób okres ten charakteryzuje się rozwojem badań eksperymentalnych i klinicznych, mających wskazać możliwości wykorzystania pola magnetycznego dla dobra i zdrowia człowieka (20, 41, 44, 45, 50, 74).

Nie powinno się jednak pomijać spostrzeżeń istoty problemów wynikających z samego faktu obecności pola geomagnetycznego (PGM), które jest uniwersalnym, niepostrzeganym czynnikiem koordynującym wszelkie reakcje biofizyczne i biochemiczne ustroju (27, 78).

Dane literaturowe, z ostatnich lat pozwalają jednak zaszeregować określone podstawowe mechanizmy (1, 3, 4, 10, 30-36, 72), względnie hipotetyczne przypuszczenia dotyczące oddziaływania pola magnetycznego na organizmy żywe jako:

- oddziaływanie na nieskompensowane spiny magnetyczne (impulsy obrotowe wokół własnej osi) pierwiastków paramagnetycznych, będących składnikami koenzymów, oraz grup prostetycznych enzymów (6),
- przemieszczanie poruszających się ładunków elektrycznych, tworzących w organizmie prądy biologiczne jako efekt Halla, będący konsekwencją działania siły Lorentza (siła z jaką pole magnetyczne działa na poruszającą się cząsteczkę naładowaną),
- zmianę stanu kryształów i błon plazmatycznych zewnątrzkomórkowych, jak i struktur błoniastych wewnątrzkomórkowych, których warstwy mają charakter ciekłokrystaliczny (37-40, 49, 53, 54, 60),
- indukowanie w elektrolitycznych strukturach komórkowych różnic potencjałów przemieszczających się jonów (7, 9, 51, 52),
- zmiany właściwości fizykochemicznych wody (lepkość i napięcie powierzchniowe), najpospolitszego rozpuszczalnika, a równocześnie najbardziej idealnego półprzewodnika, o wyjątkowych właściwościach

rekombinacji protonów i elektronów pod wpływem pola elektromagnetycznego (5, 27),

- modyfikację procesów depolaryzacji błon komórkowych, wykorzystujących ich własny automatyzm (komórki nerwowe)(7, 28, 40).

Dane kliniczne (7, 12, 16, 24, 72, 73, 74, 77) oparte o szczegółowe i wnikliwe badania laboratoryjne, dobrze udokumentowane w piśmiennictwie naukowym, dotyczące efektów działania pola magnetycznego wyrażają się:

- zwiększeniem procesów oksydo-redukcyjnych w mitochondriach (1, 2, 36),
- pobudzeniem syntezy białek, oraz przyśpieszeniem podziałów komórkowych prowadzących do intensyfikacji procesów regeneracji tkankowej (18, 19, 20, 25, 26, 63, 70),
- pobudzeniem angiogenezy (80),
- działaniem przeciwzapalnym i przeciwobrzękowym (41, 56),
- działaniem przeciwbólowym przy udziale endogennego układu opiatowego (56, 67),
- zmianami właściwości reologicznych krwi (16),
- wpływem na aktywność hormonalną i enzymatyczną, wynikającą nieraz z konieczności rozszerzenia kanałów wapniowych błon komórkowych (9, 10, 46, 68).

Pola magnetyczne stosowane są także w technice na użytek wkomponowania ich w przedmioty codziennego użytku. Od lat znane są właściwości oddziaływania pola magnetycznego na systemy hydrauliczne, w których powoduje ono zmniejszanie się osadu w układzie rur przesyłowych. W technologiach związanych z płynnymi nośnikami energii (benzyny) powoduje ich bardziej ekonomiczne spalanie.

Przyjmując, że wpływ pola magnetycznego jest niezaprzeczalny

w różnych obszarach naszego życia, szczególnie istotne wydaje się znalezienie odpowiedzi na pytanie, na ile woda zmieniająca swoje właściwości fizykochemiczne pod wpływem pola magnetycznego oddziałuje na organizmy żywe.

Woda, stanowiąca 70% masy ciała jest w różny sposób związana strukturalnie, jest odpowiedzialna za wszystkie procesy biochemiczne toczące się na obszarze komórki, tkanki i narządów całego organizmu.

Szczególnie istotne jest zbadanie, na ile woda, która stosowana przez dłuższy czas jako jedyne źródło płynów wymienia niejako cały zasób wodny, zmienionymi właściwościami fizykochemicznymi pod wpływem pola magnetycznego oddziałuje na żywy organizm.

Z piśmiennictwa (27, 69, 77, 78) wiadomo, że woda poddana działaniu pola magnetycznego wywołuje określone efekty biologiczne, polegające np. na przyśpieszeniu wzrostu roślin, oraz korzystniejszym rozwoju organizmów jednokomórkowych (75). Te dane pozwalają na wysunięcie przypuszczenia, że obserwowane i opisywane efekty działania pola magnetycznego u człowieka mogą zależeć w szczególny sposób od jego wpływu na wszechobecną w organizmie wodę. Wiadomo jednak również z badań prowadzonych na zwierzętach laboratoryjnych, że ekranizowanie ich od pola geomagnetycznego (PMG) doprowadza do daleko idących zmian destrukcyjno-strukturalnych (79).

W dostępnym piśmiennictwie (70, 72) poświęconym tematyce oddziaływania tego pola na człowieka brak jest danych potwierdzających lub zaprzeczających, czy woda poddana magnetyzacji jest korzystna lub niekorzystna dla zdrowia człowieka.

Odpowiedzi na tak ważne pytanie do tej pory nie uzyskano. Wynika to z wielu czynników, między innymi z trudności utworzenia losowo dobranej (randomizowanej) grupy osób pijących wodę poddaną działaniu pola magnetycznego, u której wykonano by badania wyjaśniające ten problem.

2. ASSUMPTIONS AND OBJECTIVE OF THESIS

Until today we do not have an unambiguous answer about the mechanism of influence of magnetic fields producing positive effects in treatment of some chronic diseases. However, it has been ascertained that magnetic fields accelerate the healing of injuries, including burns. Magnetic fields also influence vascular function causing a vasodilatation effect and facilitate osteosynthesis processes, especially in case of retarded union of a fractured bone or false joints.

It cannot be excluded that the reason for such effects on a molecular level is, besides Lorentz force, Hall effect and the effect of the field with diamagnetic molecules and paramagnetic atoms - the effect which water exposed to a magnetic field has on tissues.

The explanation of the effect of water previously exposed to a magnetic field on a living organism is also important as many water systems supplying water to houses employ magnetisers - the systems of permanently fixed magnets generating magnetic fields influencing the water flowing through their area.

Both of the above factors affected the attempt to answer the question about the systemic effect which water exposed to a magnetic field has on the condition of tissues and organs.

A liver is the most active organ as far as metabolism is concerned. Due to this fact the principal objective of my work was to answer the following question:

- How does water previously exposed to a magnetic field influence processes taking place in a liver cell?

In order to reach the principal objective I have set the following partial objectives:

- to ascertain the morphological and ultrastructural changes in hepatocytes of rats supplied with water exposed to a magnetic field,
- to analyse selected biochemical parameters reflecting the liver function of those animals.

3. MATERIAL AND METHODOLOGY

A - Material

Tests on animals were conducted after receiving a consent from the Commission of Ethics for Tests on Animals of the Silesian Medical Academy in Katowice.

Sprague Dawley rats were provided by the Central Animal Farm of Silesian Medical Academy in Katowice Ligota run by A. Stojko, Professor Doctor Habilitated.

The rats used for experiments were sexually mature males whose weight amounted to 250g (± 20). The animals were kept in standard laboratory conditions. The room temperature amounted to 20-22°C, the light was changed according to a 12-hour cycle (7am-7pm – a light phase, 7pm-7am – a dark phase). The rats were fed with standardised Murigran feed.

A control group: 15 rats received any amount of drinking water from a normal water supply system.

A test group: 15 rats received also any amount of water, which, however, was previously exposed to a magnetic field (according to the description presented in Section “Equipment”).

The group was divided into groups consisting of 5 animals watered with water which had flown through a dispersed stream magnetic field changing the time of relaxation of magnetic water as well as its viscosity and surface tension.

Group I – 6 days’ watering

Group II – 10 days’ watering

Group III – 14 days’ watering

B – APARATURA

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

Wspomniane urządzenie do magnetyzacji cieczy 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 równa połowie magnetyzacji nasycenia i wynoszącą odpowiednio nie mniej niż 420 m T i 210 mT.

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 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 Tamson TV-2000 AKV)

Należy zaznaczyć, że zastosowanie do doświadczenia rurowego aparatu magnetycznego (RAM) do magnetyzacji wody pitnej podawanej zwierzętom traktować należy jako unikalne. Nie znalazłem w dostępnym piśmiennictwie opisu zbliżonych lub podobnych badań.

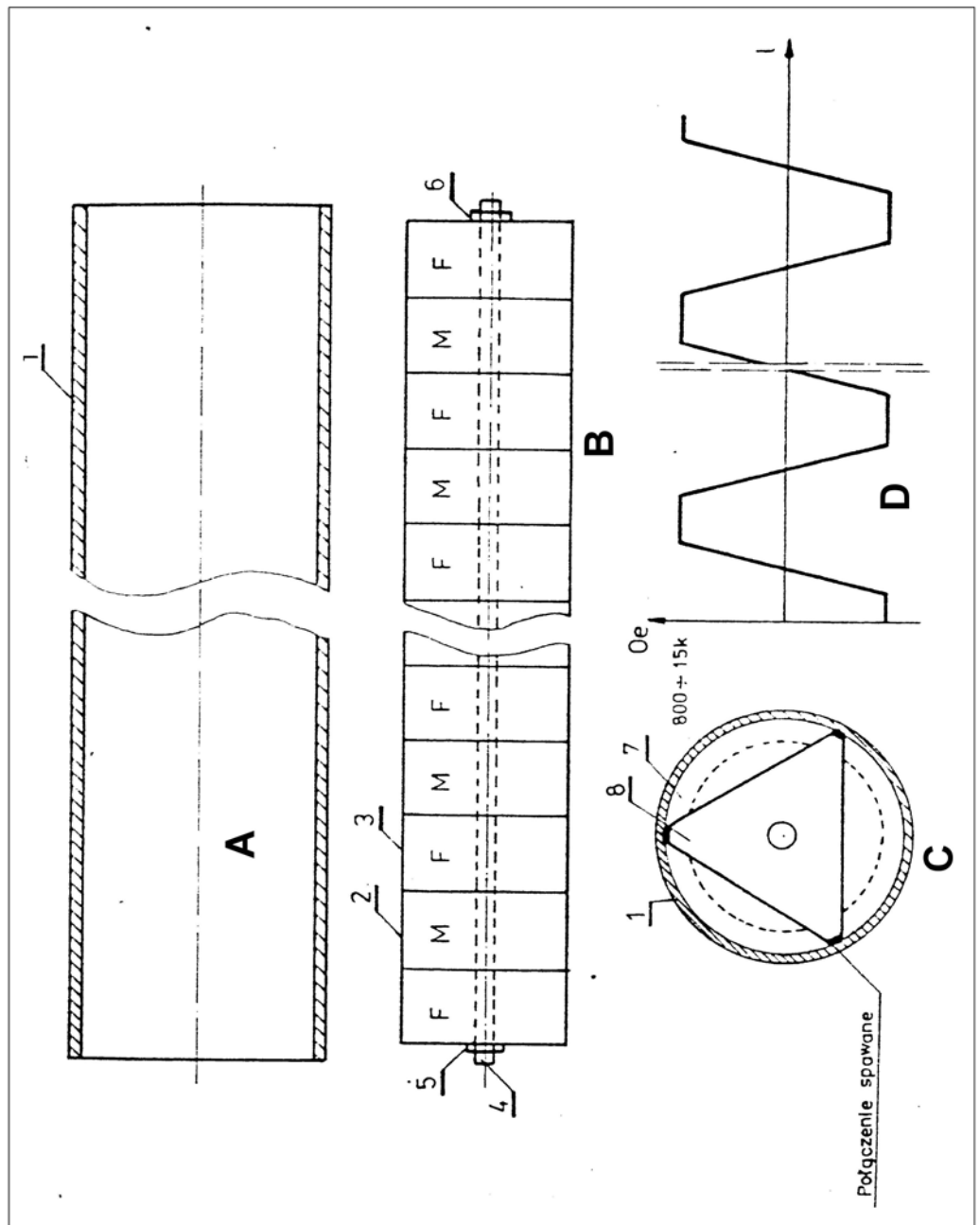
Rys.

A - odcinek rury stalowej

B - stos magnetyczny składający się z krążków ferrytowych i magnesów stałych.

C - stalowa kształtka centrująca stos magnetyczny i obudowę

D - charakterystyka pola magnetycznego



C – MORPHOLOGICAL EXAMINATION

Both the rats from the control group and those from test groups were taken a segment from the left lobe of the liver (the animals were intraperitoneally given 2.5% solution of thiopental – in a dose of 40mg/kg of the body mass). The tissular specimen for morphological examination was immediately placed in a cold fixing solution (3% glutaraldehyde buffered with cacodylic buffer of pH 7.2) for 2 hours at 4°C. Afterwards, the specimen was washed two times (12 hours each time) in a cacodylic buffer. The specimens were fixed again in 1% a solution of osmium tetroxide (O_5O_4) for two hours buffered with cacodylic buffer of pH 7.2.

Routine dehydration of tissues in an increasing alcoholic series was finished by means of propylene oxide. Afterwards, the specimen were sunk in an epoxy mixture – Epon 812 and polymerised in gelatinous capsules at the thermostat temperature (12 hours at 36°, 42° and 60°C).

Epon pulleys were cut into 0.5 - 1µm semithin sections by means of the Reichert (Oum-3) ultramicrotome. The sections were put on microscopic slides and dyed blue with a water solution of toluidine. The specimens were observed in an optical microscope and used in order to obtain histomorphological documentation as well as to locate and determine the place for unltrathin cutting.

The ultrathin sections were put on copper grids (300 mesh) and contrasted by means of solutions of uranyl acetate and lead citrate (52). The observations of the ultrastructure of tissular materials and the photographic documentation were made by means of a JEOL manufactured JEM 100CX electron microscope.

The examination was conducted in the laboratory of electron microscopy of the Chair of Histology and Embryology in Zabrze of Silesian Medical Academy in Katowice.

D – BIOCHEMICAL EXAMINATION

In the homogenates of hepatic tissue taken along with the specimens for morphological examination – from both control group and test group animals, the concentration of the following enzymes in IU/g of protein was as presented below:

- a) glutamate dehydrogenase - GLDH - (EC 1.4.1.2)
- b) malate dehydrogenase - MDH - (EC 1.1.1.3.7.)
- c) lactate dehydrogenase - LDH - (EC 1.1.1.27)
- d) alanine aminotransferase - AIAT - (EC 2.6.1.2)

The tests were conducted in the Chair and Department of Biochemistry of Silesian Medical Academy in Zabrze.

E – STATISTICAL ANALYSIS

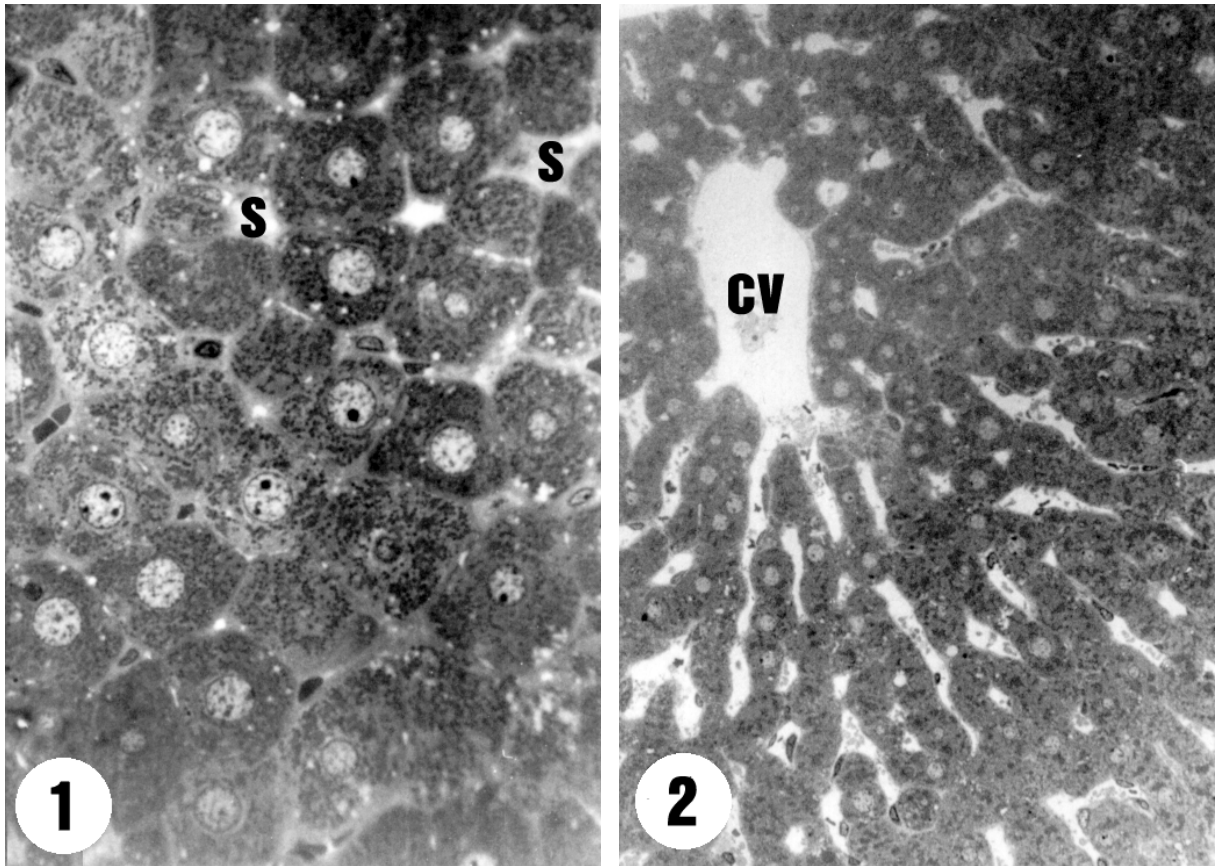
The statistical analysis, the calculation of the average value as well as the calculation of the standard deviation and that of the statistical error of the mean value were conducted by means of STATGRAPHICS-Plus statistical spreadsheet (version 7 for DOS). Due to a small number of tests (n=5) and lack of assumptions in a normal distribution, Mann-Whitney U test was applied in order to compare the mean values. The level of $p.(a) < 0.05$ was assumed as statistically significant.

4. EXAMINATION RESULTS

A) MORPHOLOGICAL AND ULTRASTRUCTURAL EXAMINATION RESULTS

**CONTROL GROUP
TEST GROUP I
TEST GROUP II
TEST GROUP III**

**FOTOS 1-8
FOTOS 9-12
FOTOS 13-16
FOTOS 17-20**



Test group (optical microscope)

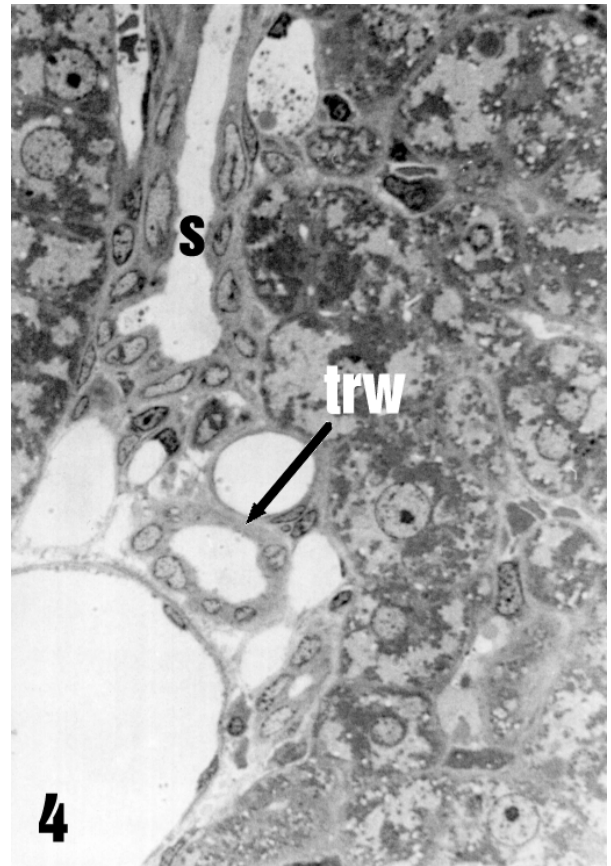
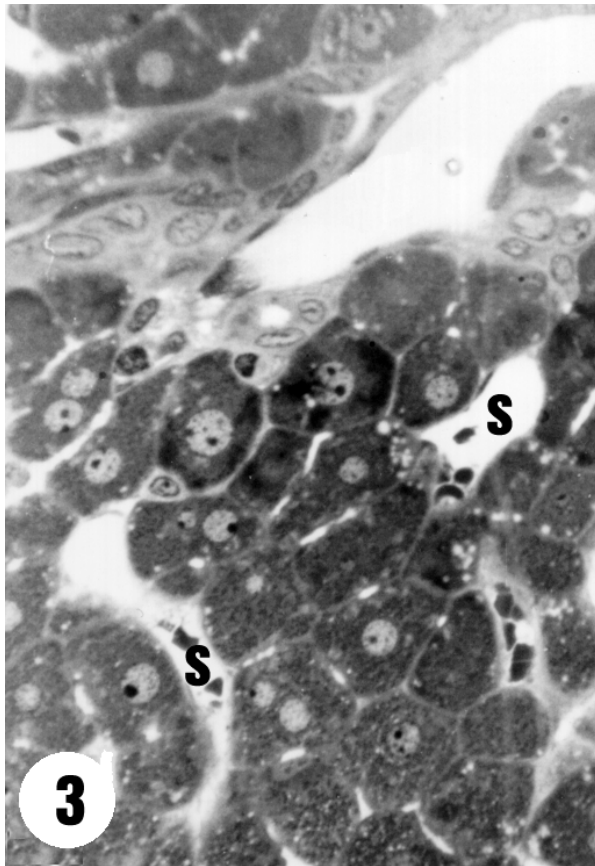
Fig 1 Microphotograph presents a fragment of a liver lobule (zone I) of a test rat. The hepatocytes have regular structure with centrally located nuclei. In some hepatocytes nucleoli are well visible. Sinusoids (S) can be seen between liver trabeculas.

Immersion magnification – 1000x.

Fig 2 A fragment of liver tissue from the area of the central vein (CV) is convergent. The system of liver trabeculas is directed at the central vein, the structure of hepatocytes is regular.

Magnification – 250x

Microphotographs present the specimens of semithin sections (thickness 0.5 - 1µm) prepared by means of an ultramicrotome and dyed blue with a solution of toluidine.



Test group (optical microscope)

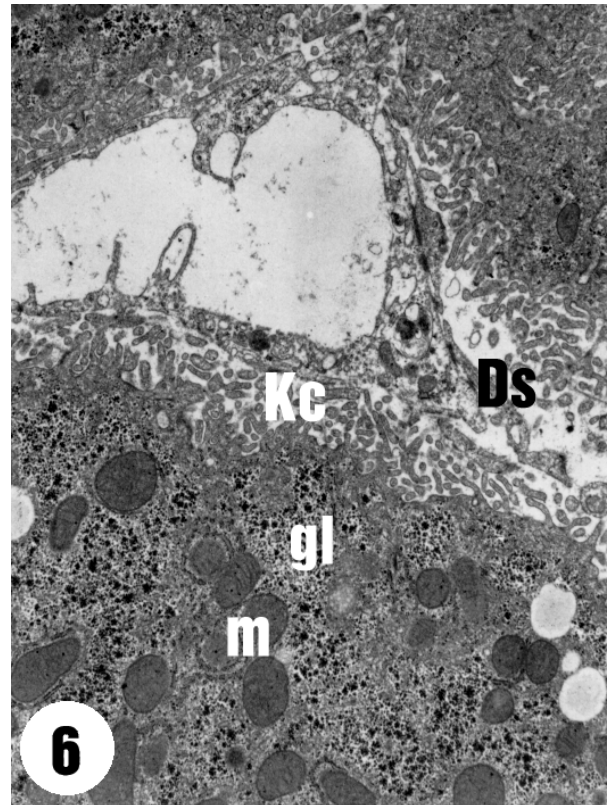
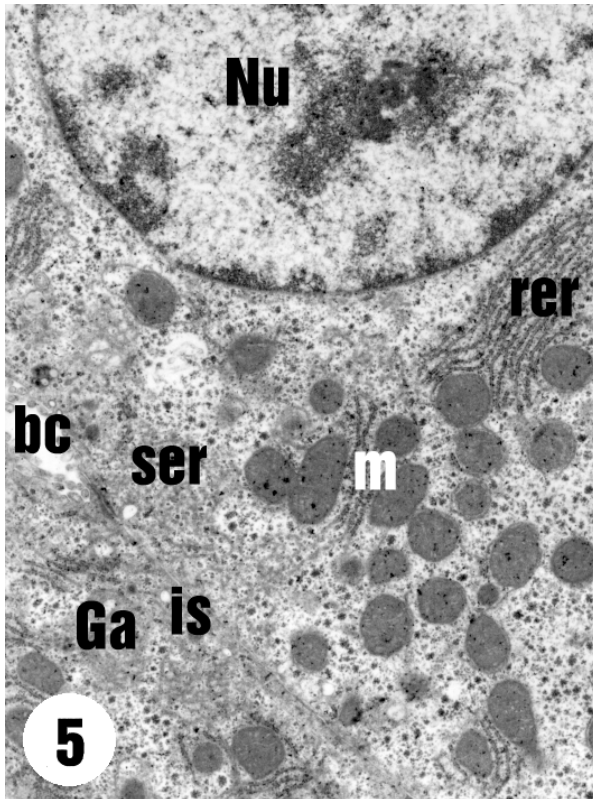
Fig 3 A fragment of liver tissue of a test rat – the area of zone I of a liver lobule. The hepatocytes have regular structure, some sinusoids (S) are slightly broadened.

Immersion magnification – 1000x.

Fig 4 A fragment of liver tissue of a test rat – the periportal area with liver triad (trw) visible, the arrow indicates a biliary ductule. S - a sinusoid.

Immersion magnification – 1000x.

Microphotographs present the specimens of semithin sections (thickness 0.5 - 1 μ m) prepared by means of an ultramicrotome and dyed blue with a solution of toluidine.



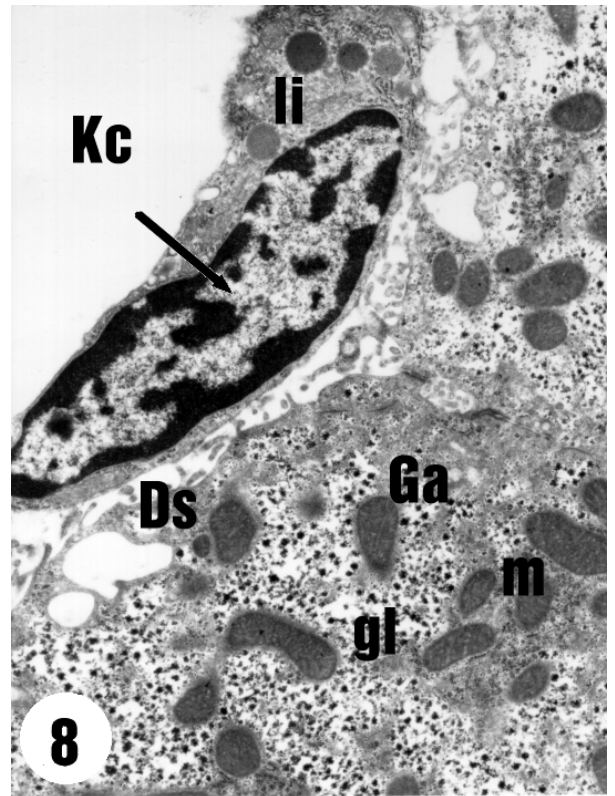
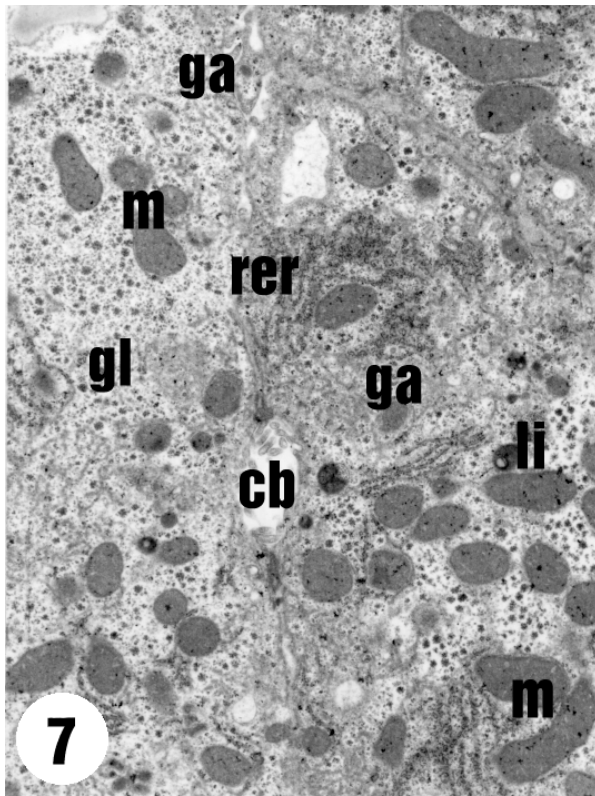
Test group (optical microscope)

Fig 5 The fragment of a liver cell of zone I of a lobule; a visible section of nucleus (Nu) with regular membrane in karyoplasm; a visible nucleolus of granular and fibrous structure as well as peripherally located nuclear chromatin; Oval or round mitochondria of regular structure; the basal cytoplasm contains sparse clusters of rough endoplasmatic rete (rer); sparse glycogen grains are located near the smooth endoplasmatic rete (ser). Visible membranous structures of Golgi apparatus (Ga) are near the biliary canaliculus (bc) and intercellular space.

Ultimate magnification 16 250x.

Fig 6 Fragments of two hepatocytes adjacent to a sinusoid; Disse spaces (Ds.) filled with numerous microvilli of sinusal surface of liver cells; the process of Browicz-Kupfer cell (Kc) separates the lumen of a sinusoid; basal cytoplasm contains oval or round mitochondria (m) and glycogen granules (gl).

Ultimate magnification 16 250x.



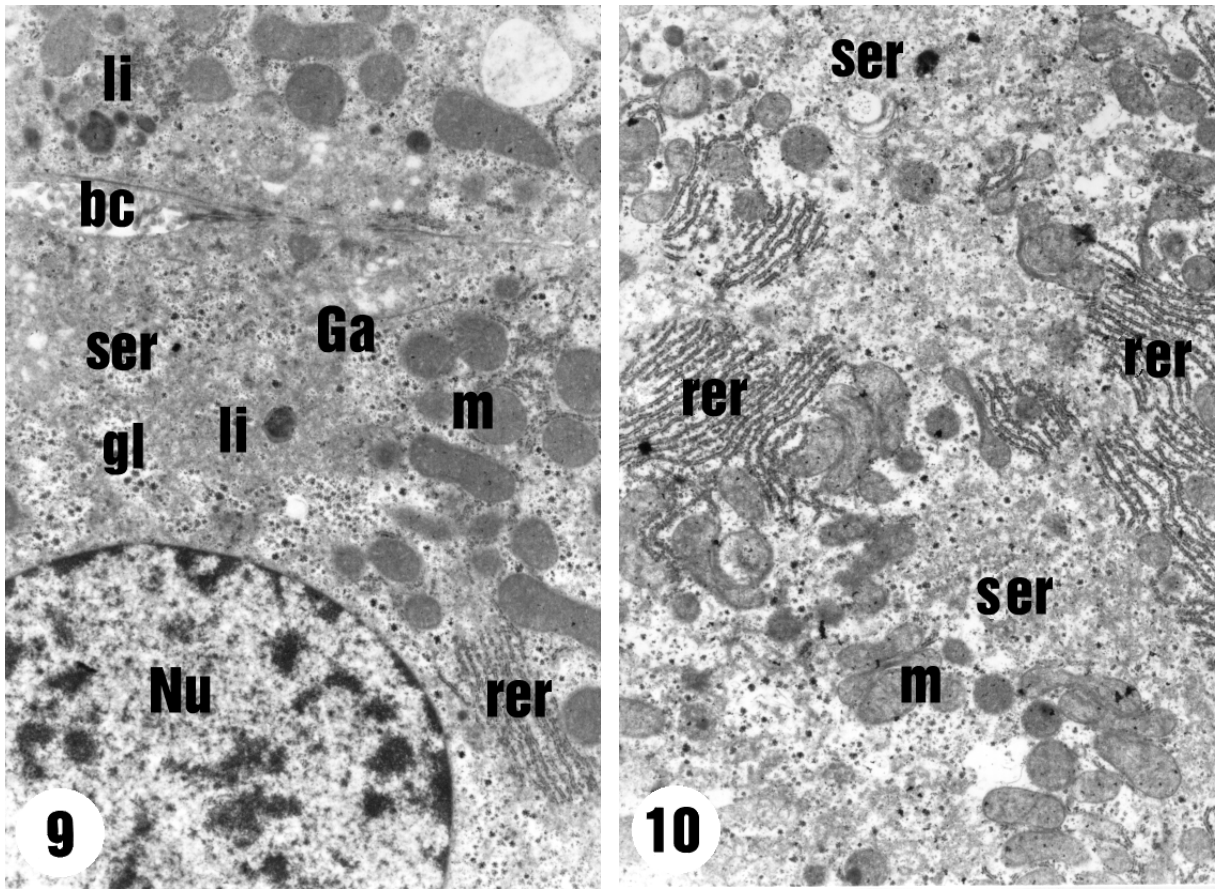
Test group (optical microscope)

Fig 7 Fragments of two liver cells contacting each other by means of canaliculus surfaces. In the centre of the microphotograph one may see a biliary canaliculus (bc) forming a secretory pole of liver cells. Next to the biliary canaliculus, in the basal cytoplasm there are numerous lysosomes (li), mitochondria of regular structure and various sizes (m), sparse, flattened canaliculi of rough endoplasmic rete (rer) and fragments of a Golgi apparatus (Ga) and glycogen granules (gl).

Ultimate magnification 16 250x.

Fig 8 The electronogram presents the sinusal surface of a hepatocyte with a Browicz-Kupfer cell (Kc). Microvilli penetrate the Disse space. In the cytoplasm of the Browicz-Kupfer cell are numerous lysosomes (li). In the basal cytoplasm of liver cells there are visible mitochondria of various sizes (m), fragments of a Golgi apparatus (Ga) and glycogen granules (gl).

Ultimate magnification 16 250x.



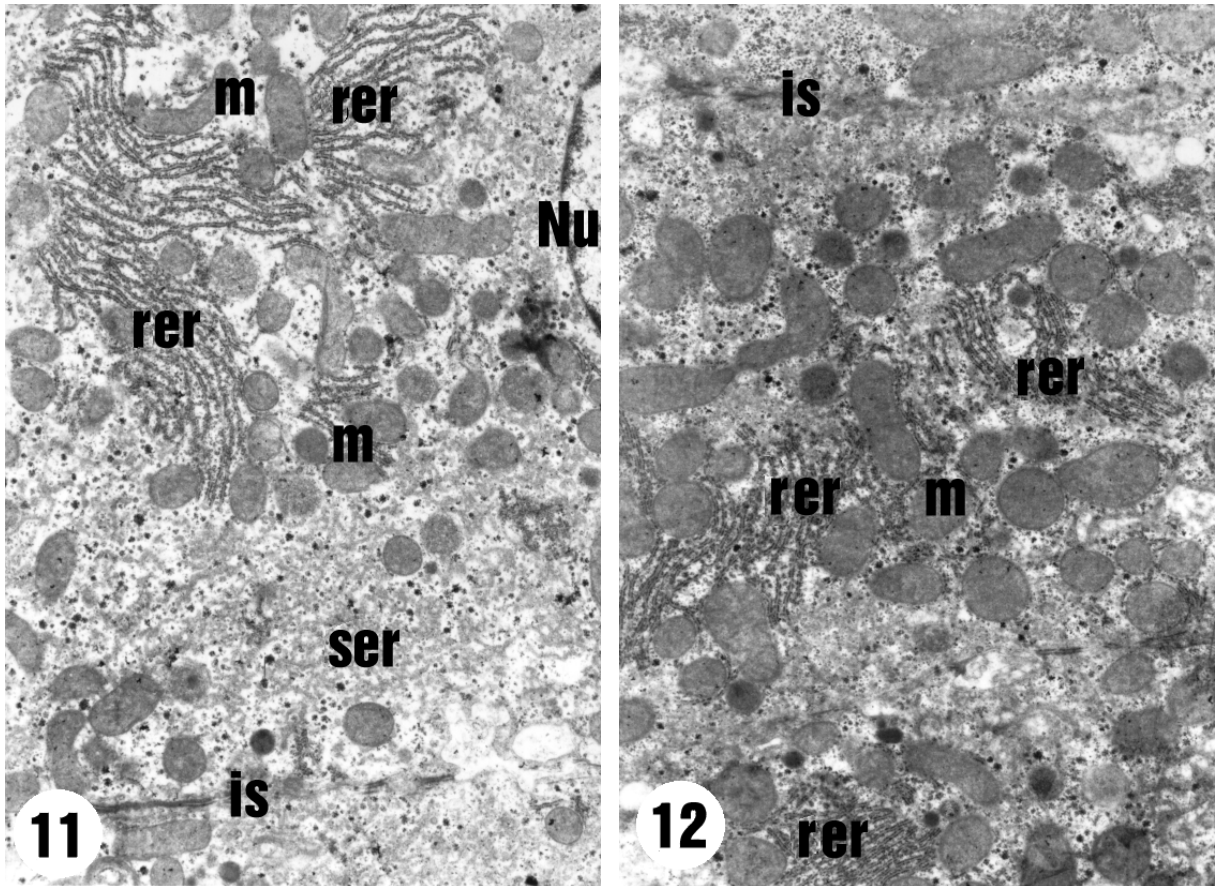
Group I after 6 days (electron microscope)

Fig 9 The electronogram presents the fragments of two liver cells contacting each other by means of canaliculus surfaces. Along the surfaces there is a biliary canaliculus (bc) with microvilli. In the basal cytoplasm of liver cells, near the biliary canaliculus there are fragments of a Golgi apparatus (Ga), lysosomal structures (li), mitochondria of various sizes (m), flattened sacculi of rough endoplasmatic rete (rer) and canaliculi of smooth endoplasmatic rete (ser) as well as glycogen granules (gl).

Ultimate magnification 16 250x.

Fig 10 A fragment of hepatocyte cytoplasm with numerous piles of flattened canaliculi of rough endoplasmatic rete (rer). Despite the various sizes, the structure of mitochondrias is regular. Near the clusters of smooth endoplasmatic rete (ser) are sparse glycogen granules.

Ultimate magnification 16 250x.



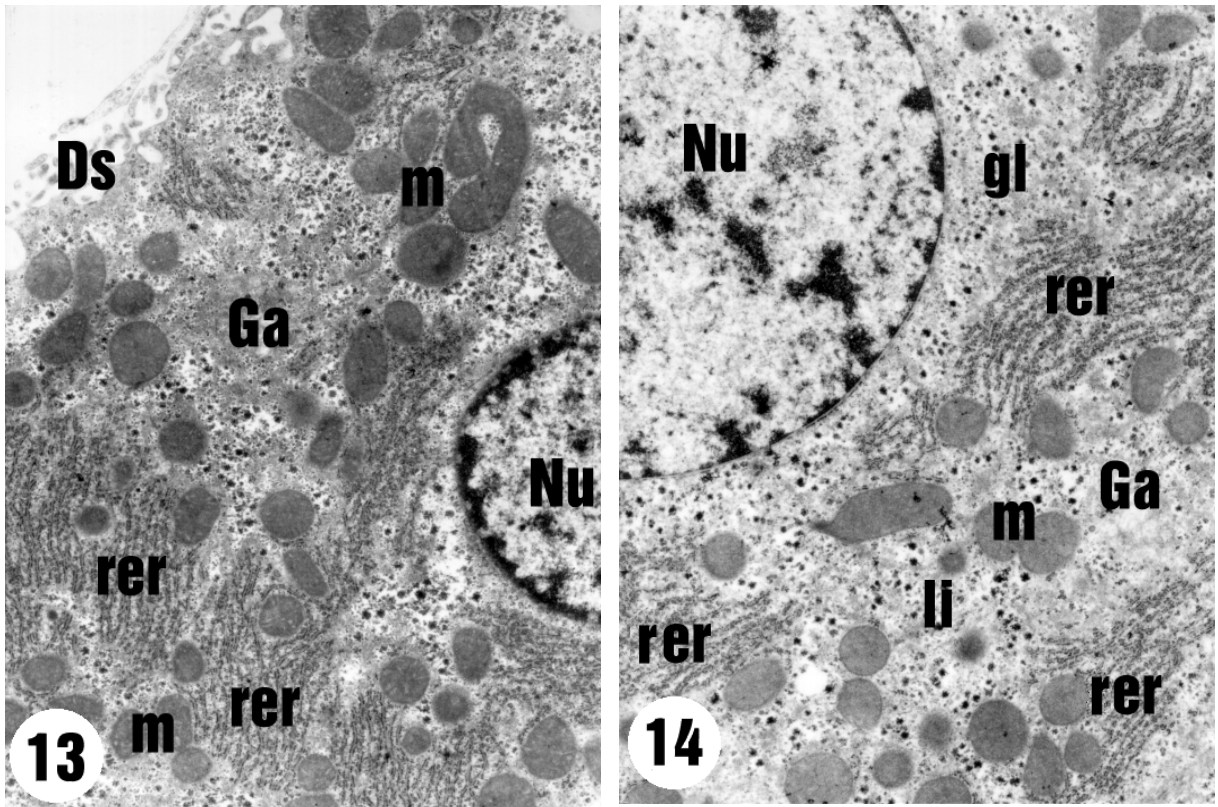
Group I after 6 days (electron microscope)

Fig 11 A fragment of liver cell cytoplasm of a test rat; in the perinuclear area (Nu) there are visible clusters of rough endoplasmatic rete (rer) and numerous mitochondria (m) of regular structure. In the area of smooth endoplasmatic rete (ser) there are visible glycogen granules. At the bottom of the microphotograph there is a visible intercellular space (is).

Ultimate magnification 16 250x.

Fig 12 A similar fragment of liver cell cytoplasm of a group I test rat with numerous mitochondria (m) and clusters of rough endoplasmatic rete (rer). In the upper part of the photogram there is a visible intercellular space (is).

Ultimate magnification 16 250x.



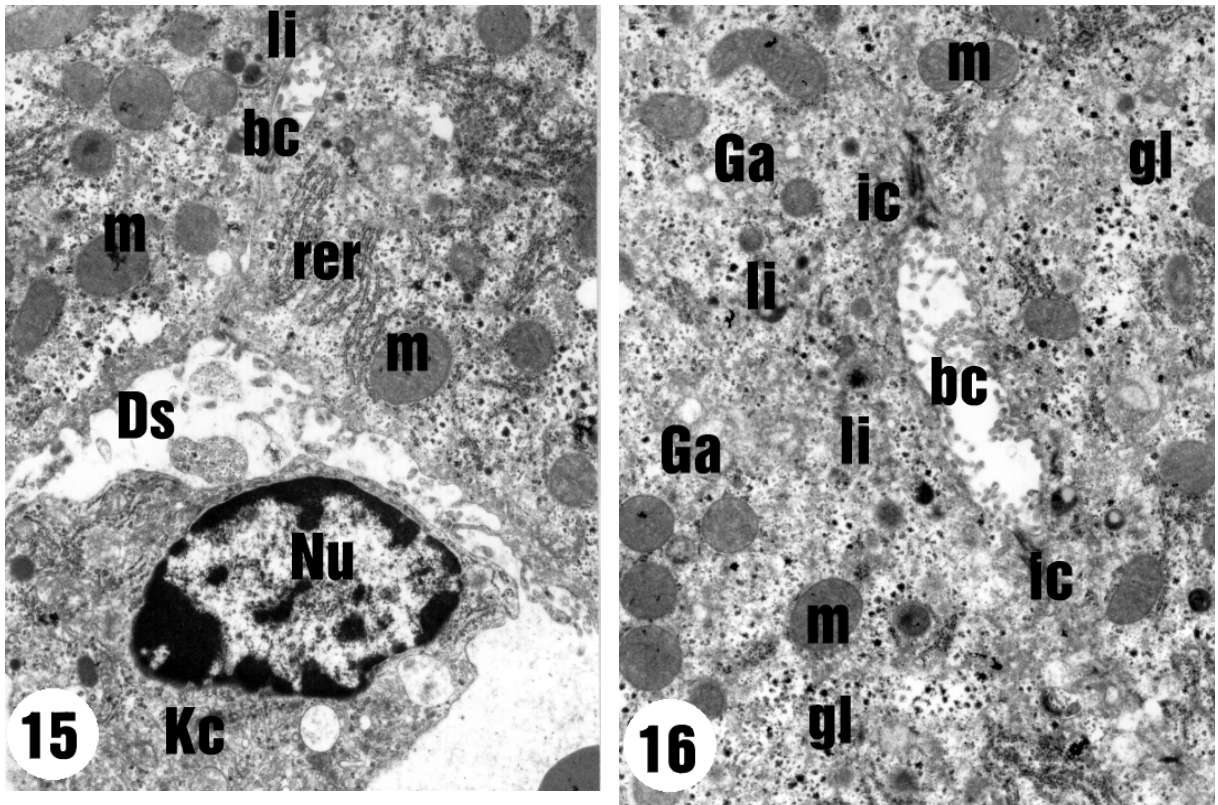
Group II after 10 days (electron microscope)

Fig 13 The hepatocyte cytoplasm with sinusal surface (Ds); a fragment of the nucleus with a distinctly border location of nuclear chromatin (Nu). Oval or round mitochondria (m) have a regular ultrastructure; numerous piles of rough endoplasmatic rete (rer); Ga – a fragment of Golgi apparatus – dictyosom.

Ultimate magnification 16 250x.

Fig 14 A fragment of hepatocyte cytoplasm from the perinuclear area (Nu); numerous clusters of rough endoplasmatic rete (rer); mitochondria of various size (m) have a regular ultrastructure. Next to the Golgi apparatus are lysosomal vesicles (li). The basal cytoplasm contains dispersed glycogen granules (gl).

Ultimate magnification 16 250x.



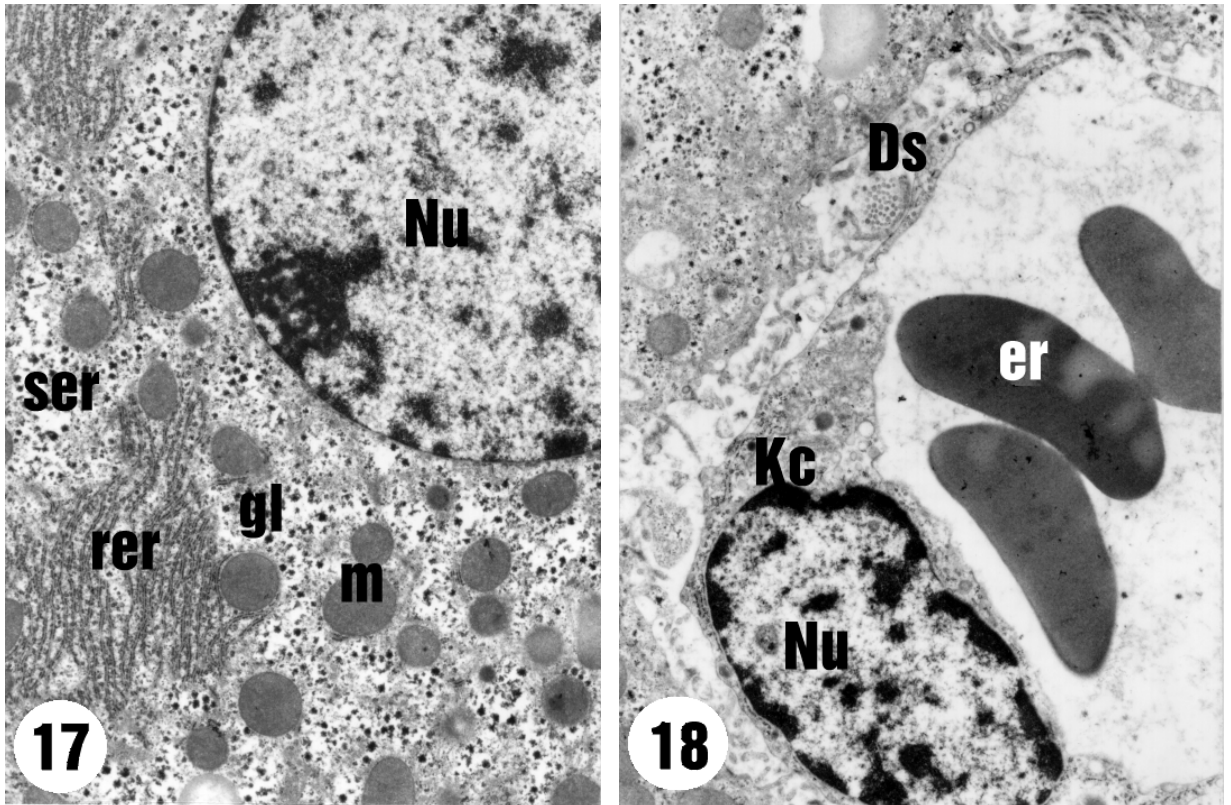
Group II after 10 days (electron microscope)

Fig 15 A fragment of the hepatocyte cytoplasm with sinusal surface (Ds). At the bottom of the electronogram there is a visible Browicz-Kupfer cell (Kc) with a nucleus with distinctly border accumulation of heterochromatin and the border location of the nucleolus in karyoplasm. In the basal cytoplasm of Browicz-Kupfer cell (Kc) there are individual primary lysosomes. The processes of hepatocytes project into the Disse space. In the cytoplasm of those cells are properly shaped mitochondria (m), clusters of rough endoplasmic rete (rer) and primary lysosomes (li), near the biliary canaliculus (bc).

Ultimate magnification 16 250x.

Fig 16 The electronogram presents fragments of the cytoplasm of liver cells adjacent to the biliary canaliculus (bc); visible desmosomal strengthening (ic). Microvilli protrude into the lumen of the biliary canaliculus. Mitochondria (m) have a regular structure. Next to the Golgi apparatus are primary lysosomes (li). In the basal cytoplasm there are sparse glycogen granules (gl).

Ultimate magnification 16 250x.



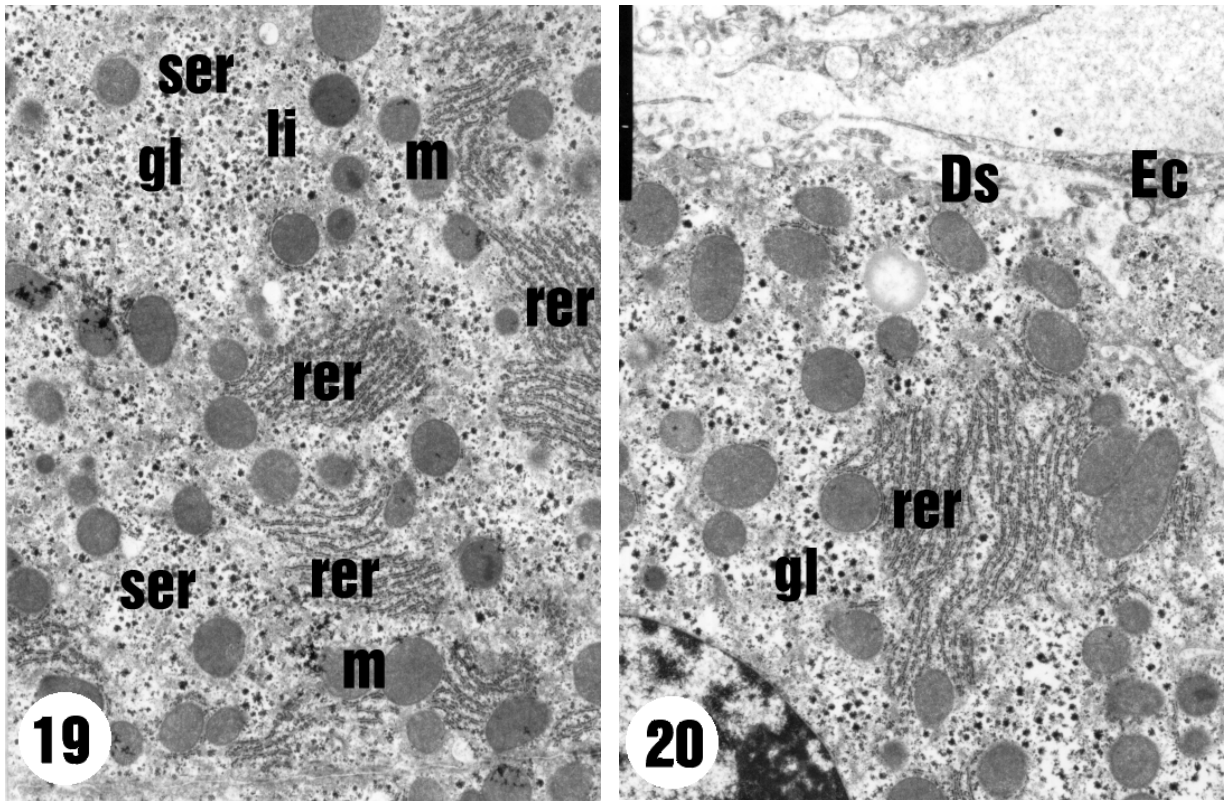
Group III after 14 days (electron microscope)

Fig 17 A fragment of hepatocyte cytoplasm from the perinuclear area of a group III test rat. The nucleus of regular contour and the border location of the nucleolus contains the clusters of rough endoplasmatic rete (rer) as well as the sacculi of smooth endoplasmatic rete (ser) accompanied by numerous glycogen granules (gl). Mitochondria (m) have a regular structure.

Ultimate magnification 16 250x.

Fig 18 The microphotograph presents the cross-section of a sinusoid. In the lumen of the sinusoid there are three individual erythrocytes (er) and a large fragment of Browicz-Kupfer cell (Kc) with a properly shaped nucleus (Nu). In the cell cytoplasm there are electron dense granules corresponding with primary lysosomes. The Disse space (Ds) with numerous microvilli and reticular fibres separates the lumen of the sinusoid with a thin trabecula of endothelium cells.

Ultimate magnification 16 250x.



Group III after 14 days (electron microscope)

Fig 19 A fragment of hepatocyte cytoplasm of a group III test rat. Attention should be paid to regularly shaped clusters of rough endoplasmatic rete (rer) and round, regularly shaped mitochondria (m). Next to the smooth endoplasmatic rete (ser) is the cluster of glycogen grains (gl).

Ultimate magnification 16 250x.

Fig 20 The hepatocyte cytoplasm with the sinusal surface; at the top of the electrogram there is a visible lumen of a sinusoid lined with a delicate cell of endothelium (Ec) separating the cytoplasm of the liver cell with the Disse space. There are visible numerous, regularly shaped mitochondria, the clusters of rough endoplasmatic rete (rer) and regularly occurring glycogen granules (gl).

Ultimate magnification 16 250x.

**B) BIOCHEMICAL DETERMINATION OF CONCENTRATION OF
ENZYMES**

GLUTAMATE DEHYDROGENASE

MALATE DEHYDROGENASE

LACTATE DEHYDROGENASE

ALANINE AMINOTRANSFERASE

Poziom dehydrogenazy glutaminionowej (GLDH) w badanych grupach zwierząt w 6, 10 i 14 dniu badania

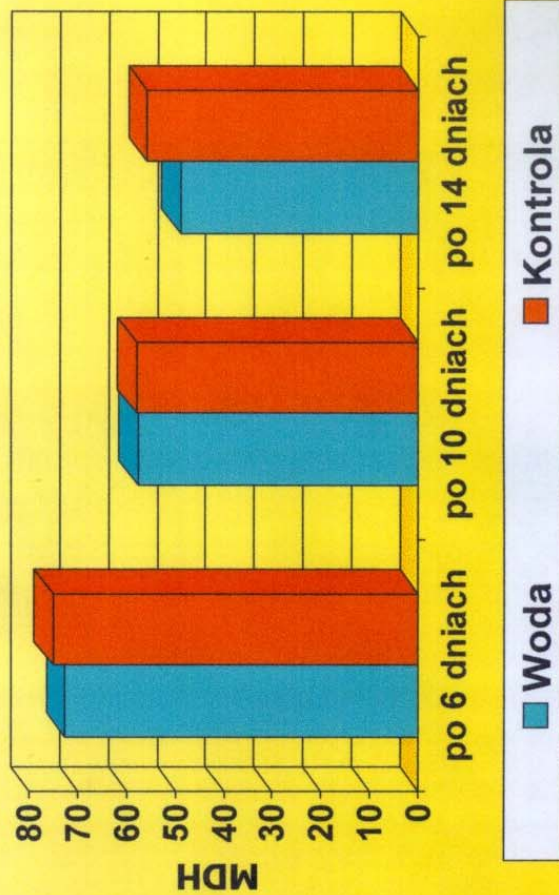
GLDH [EC 1.4.1.2.]	Woda			Kontrola		
	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach
średnia	14,24	12,38	8,75	13,78	11,99	9,4
SD	6,1	3,59	1,12	6,75	2,23	1,7
N	5	5	5	5	5	5
p = 0,223			p = 0,402			



Woda	po 10 dniach	po 14 dniach
po 6 dniach	p=0,34	p=0,17
po 10 dniach		p=0,17
Kontrola	po 10 dniach	po 14 dniach
po 6 dniach	p=0,6	p=0,6
po 10 dniach		p=0,07

Poziom dehydrogenazy jabłczanowej (MDH) w badanych grupach zwierząt w 6, 10 i 14 dniu badania

MDH [EC 1.1.3.7.]	Woda			Kontrola		
	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach
średnia	72,62	57,83	49,09	75,15	58,09	55,93
SD	17,54	12,68	4,95	14,82	6,82	7,64
N	5	5	5	5	5	5
p = 0,055			p = 0,059			

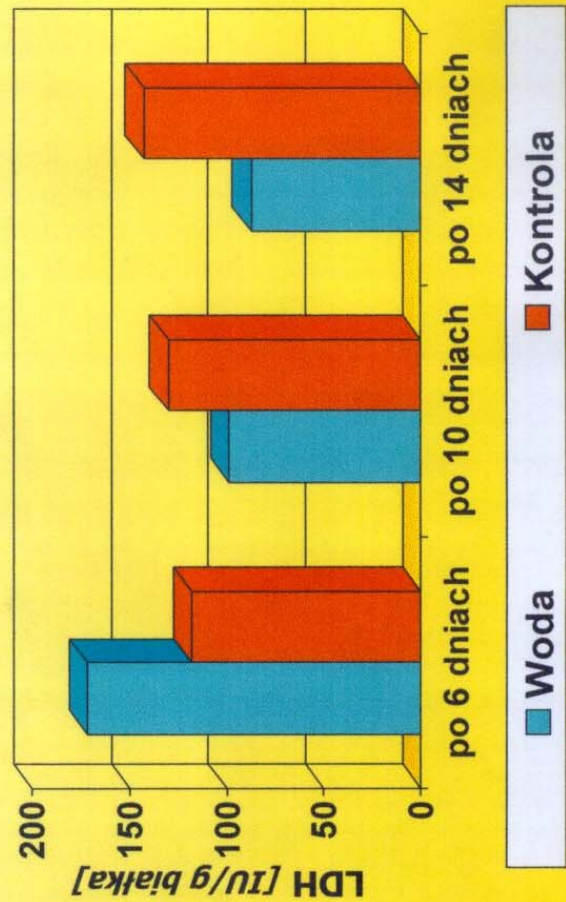


Woda	po 10 dniach	po 14 dniach
po 6 dniach	p=0,17	p=0,02
po 10 dniach		p=0,17

Kontrola	po 10 dniach	po 14 dniach
po 6 dniach	p=0,07	p=0,02
po 10 dniach		p=0,6

Poziom dehydrogenazy mleczanowej (LDH) w badanych grupach zwierząt w 6, 10 i 14 dniu badania

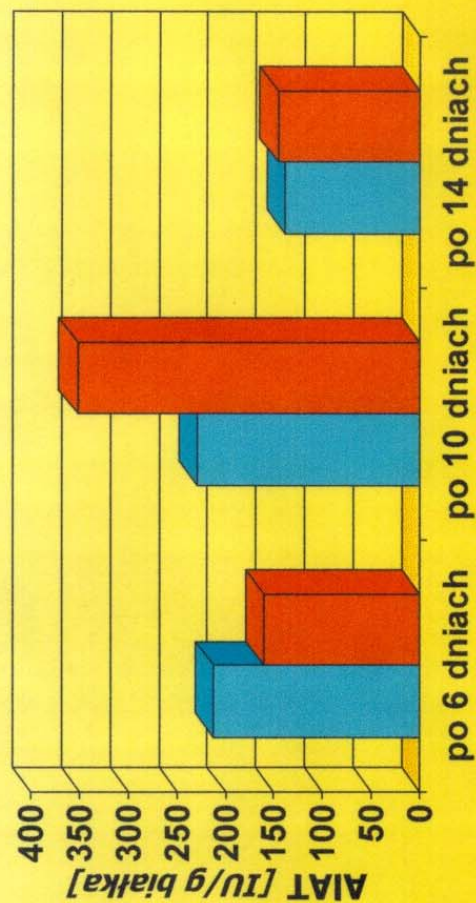
LDH [IU/g białka]	Woda			Kontrola		
	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach
średnia	171,61	98,57	87,44	117,9	130,18	142,72
SD	87,08	48,75	17,79	71,21	46,92	75,07
N	5	5	5	5	5	5
$p = 0,22$			$p = 0,82$			



Woda	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach
	$p=0,17$		$p=0,12$
			$p=0,92$
Kontrola	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach
	$p=0,6$		$p=0,6$
			$p=0,92$

Poziom AIAT w badanych grupach zwierząt w 6, 10 i 14 dniu badania

AIAT [IU/g białka]	Woda			Kontrola		
	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach	po 6 dniach	po 10 dniach	po 14 dniach
średnia	212,7	229,18	138,62	160,58	352,29	146,54
SD	104,12	124,34	42,97	111,11	266,59	37,1
N	5	5	5	5	5	5
p = 0,402			p = 0,223			



Woda	po 10 dniach	po 14 dniach
po 6 dniach	p=0,91	p=0,25
po 10 dniach		p=0,25
Kontrola	po 10 dniach	po 14 dniach
po 6 dniach	p=0,17	p=0,92
po 10 dniach		p=0,12

5. SUM-UP OF RESULTS

SUM-UP OF MORPHOLOGICAL RESULTS

Control group – photographs 1 – 8

All the semithin specimens of all the liver lobule areas of zones I, II and III (photographs 1 – 4) present a regular system of liver trabeculas. Individual hepatocytes do not have any deviations from the regular condition.

The electrograms (photographs 5 – 8) present various ultrastructural fragments of hepatocytes, mostly from zone I of the liver lobule. The nucleus has regular contours and mitochondria have a regular structure, despite various sizes (photographs 7 and 8). A more significant accumulation of glycogen granules (photographs 6 and 8) is to be observed in the basal cytoplasm adjacent to the vascular pole (Disse space). Numerous lysosomes are present in the cytoplasm of Browicz-Kupfer cells.

Test group I – photographs 9 – 12

All the electrograms present the hepatocytes from zone I of the liver lobule. Similarly as in case of the control group, we can observe a regular ultrastructure. The nucleus has regular contours (photograph 9) and mitochondria have a regular structure, despite various sizes and shapes (photographs 9 and 10). Numerous piles of flattened canaliculi of rough endoplasmatic rete (rer) can be observed (photographs 10 and 11).

Test group II – photographs 13 – 16

The electrograms of the hepatocytes of this group of animals present a regular structure with the rough endoplasmatic rete's (rer) tendency to grow as against the previous group (photographs 13 and 14). The nuclei of regular contours show the increase of the grain-like structure of heterochromatin (photographs 13 and 14). The mitochondria have a regular structure. Individual lysosomes adjacent to the secretory pole (biliary canaliculus) are properly located.

Test group III – photographs 17 – 20

The electrograms of the hepatocytes of the animals tested after 14 days of the experiment present a regular sub-microscopic structure. The nucleus has regular contours and a regularly shaped nuclear membrane (photograph 17). The round mitochondria have a regular structure. The rough endoplasmatic rete (rer) tends to grow in comparison to the control group (photographs 17, 19 and 20). The vascular pole of the hepatocytes separated from the lumen of the sinusoid by Disse space is regularly shaped (photographs 18 and 20).

SUM-UP OF BIOCHEMICAL RESULTS

The determination of the activity of metabolism-related enzymes conducted on hepatic homogenates have not shown any significant differences. The glutamate dehydrogenase, which together with the glutamate synthetase and transaminases plays the principal role in the biosynthesis of amino acids is structurally connected with mitochondria.

The statistically significant increase of the malate dehydrogenase proves the increase of activity of Krebs Cycle, which would be consistent with the statement that a magnetic field positively affects the processes of oxygen respiration.

The lactate dehydrogenase, whose changes in concentration would imply the structural changes in hepatocytes does not statistically indicate any significant changes in the groups of animals watered with magnetised water, if compared with the control group.

The alanine aminotransferase belongs to intracellular indicating enzymes participating in the transmission of amine groups from alanine onto alpha-ketoglutaric acid with the formation of pyruvic acid and glutamate acid. The real values of concentration of this enzyme would prove the undamaged structure of hepatocytes.

The examination of the concentration of the aforementioned enzymes important for the intracellular metabolism as well as their levels in test groups not deviating from control groups well correspond with a properly maintained structure of the liver of the rats supplied with the water previously exposed to a magnetic field.

6. OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Zmienne pola magnetyczne stosowane są coraz to szerzej w medycynie. W 1998 roku Food and Drug Administration dopuściła pola magnetyczne do magnetostymulacji mięśni miednicy małej umożliwiając tym samym rozpoczęcie badań nad leczeniem nietrzymania moczu inną niż dotychczas stosowane drogą (Gaalovay-Urology). Uzyskane wyniki pozwalają przyjąć, że oddziaływanie zewnętrznego pola magnetycznego na mięśnie miednicy małej wpływa korzystnie na pęcherz moczowy zmniejszając dolegliwości związane z nietrzymaniem moczu.

Inne prace dowodzą, że zmienne pola magnetyczne wykazują korzystne działania przeciwzapalne i przeciwbólowe. Jedną z interpretacji tego oddziaływania jest efekt wazodilatacyjny i efekt związany z poprawą komórkowej utylizacji tlenu (12, 13, 42, 43, 48).

Do korzystnych efektów oddziaływania pola magnetycznego wielu autorów zalicza również działanie regeneracyjne i reparacyjne tkanek miękkich, przyspieszenie tworzenia zrostu kostnego, oraz intensyfikację procesów oddychania tkankowego (22, 29, 59, 62).

Wielu autorów podkreśla także możliwość oddziaływania pola magnetycznego na transport błonowy i dystrybucję jonów (11, 14, 15, 16, 17, 64).

Do tej pory w wyjaśnieniach tych efektów nie brano pod uwagę możliwości oddziaływania pola na wodę tkankową, a raczej koncentrowano się na mechanizmach związanych z oddziaływaniem na układ gospodarki humoralnej.

Zmienne pola magnetyczne to w ostatnim okresie czasu nie tylko jedna z dynamicznie rozwijających się dziedzin medycyny fizykanej. Jest to również coraz częściej wykorzystywany w naszym codziennym życiu czynnik

oddziaływania na wodę używaną w gospodarstwach domowych, a więc służącą do picia oraz wodę przemysłową celem uzyskania efektu zmniejszenia wytrącania się osadu kamiennego w rurach i w urządzeniach instalacji wodnych. W związku z tym, że używanie tzw. magnetyzerów wody jest obecnie powszechne, nie łatwą jest odpowiedź na pytanie, czy korzyści płynące ze zmniejszenia się uszkodzenia instalacji wodnych poparte są również korzyściami dla użytkowników tej instalacji.

Istotnym jest fakt, że woda poddana działaniu zewnętrznego pola magnetycznego wykazuje głębokie i nie wyjaśnione do tej pory w pełni zmiany o charakterze ultrastrukturalnym, które powodują zmiany jej własności fizykochemicznych. Zmiany te są szczególnie powiązane z wartością indukcji S' zewnętrznego pola magnetycznego oddziałującego na wodę (65).

Drugim istotnym faktem jest, że zmiany właściwości fizycznych wody spowodowane oddziaływaniem zewnętrznego pola magnetycznego utrzymują się przez kilkadziesiąt godzin po odstawieniu tego pola (72).

Wśród wielu udokumentowanych oddziaływań pól magnetycznych przyjmuje się, że efektem tego oddziaływania są ciekłokrystaliczne struktury będące składowymi błon biologicznych, a także składniki kanałów tych błon. Tym często tłumaczone są stwierdzone oddziaływania pola magnetycznego na pracę układów organelli komórkowych jak i samych komórek. Jak do tej pory brak powiązania tych oddziaływań, choćby hipotetycznego, z wpływem pola magnetycznego na wypełniacz komórkowy jakim jest woda.

Wyniki uzyskane w mojej pracy pozwalają na wyciągnięcie wniosku, że ten mechanizm oddziaływania pola, a więc zmiany, które dokonują się w obrębie ultrastruktury cząsteczki wody są efektem zewnętrznego pola magnetycznego, który wpływa na zmiany w obrębie komórek i organelli

komórkowych, a także gospodarki enzymatycznej, przynajmniej w obrębie wątroby.

W przypadku oceny oddziaływania pola magnetycznego używanego w systemach wodociagowych wody pitnej każdy dowiedziony efekt jest niezmiernie ważny, bo:

- stwierdzenie działań negatywnych powinno pociągać za sobą eliminowanie magnetyzerów wody,
- stwierdzenie braku negatywnych działań, a nie stwierdzenie działań pozytywnych pozwalać może na stosowanie tego typu systemów wpływających na drożność układów wodociagowych,
- stwierdzenie pozytywnego efektu może być czynnikiem sprzyjającym promowaniu magnetyzerów wody w układach wodociagowych doprowadzających wodę pitną do naszych mieszkań

W swoim doświadczeniu podawałem zwierzętom doświadczalnym przez 14 dni wodę po przepływie przez pole magnetyczne o zmiennej indukcji, której wartość znacznie przekraczała wartość indukcji pola ziemskiego.

Woda ta była zwykłą wodą pochodzącą z instalacji wodociagowej, której jedyną różnicą w stosunku do wody, którą piły zwierzęta kontrolne było poddanie jej działaniu pola magnetycznego.

Histomorfologiczne obrazy wycinków wątroby zarówno zwierząt kontrolnych jak i zwierząt grup badanych przedstawiają prawidłową budowę hepatocytów z dobrze widocznymi w skrawkach semicienkich jądrami komórkowymi i zarysowującymi się strukturami wewnątrzkomórkowymi.

Obraz mikroskopowo elektronowy hepatocytów w pierwszych dwóch grupach badanych, które były grupami poddanymi działaniu pola przez 6 i 10 dni nie odbiega strukturalnie od grup kontrolnych. W trzeciej grupie natomiast, która była grupą pijącą wodę poddaną działaniu pola magnetycznego przez

okres 14 dni, dostrzec można cechy "uporządkowania" przedziałowości cytoplazmy i zawartych w niej organelli komórkowych. W stosunku do kontroli zauważalna jest równokształtność mitochondriów, na ogół okrągłych lub owalnych i regularnie w stosy układające się kanaliki sieci endoplazmatycznej szorstkiej.

W żadnej z badanych grup bez względu na czas ekspozycji na wodę poddaną działaniu pola magnetycznego nie spostrzega się cech destrukcyjnych. Można w związku z tym, wyciągnąć ostrożną hipotezę, że oddziaływanie pola magnetycznego na wodę, korzystne ze względu na wymogi technologii sieci wodociągowej, nie jest niekorzystne, a nawet przy dłuższym picu tej wody stwierdza się cechy korzystnego oddziaływania nad strukturę hepatocytów.

Przyjmując że, przedziałowość cytoplazmy komórkowej (kompartmentacja) jest warunkiem prawidłowo przebiegających funkcji życiowych komórki, a każdy z kompartmentów reprezentuje specyficzne środowisko, umożliwiające przebieg określonych reakcji biochemicznych, struktura cytomembran oddzielających poszczególne organella komórkowe odgrywa istotną rolę w przebiegu reakcji metabolicznych komórki.

Błonami lipoproteidowymi otoczone są jądra komórkowe, mitochondria, lizosomy, struktury aparatu Golgiego i przestrzenie zawarte w siateczce śródplazmatycznej szorstkiej i gładkiej.

W badaniach biochemicznych wykonanych przeze mnie wykazałem również, że woda poddana działaniu pola magnetycznego używana w doświadczeniu nie wpływa istotnie na markery uszkodzenia komórki wątrobowej jakimi są dehydrogenaza mleczanowa, dehydrogenaza glutaminianowa oraz transaminaza alaninowa. Dowodzi to, że stosowanie tej wody w warunkach prowadzonego przeze mnie eksperymentu nie przyniosło negatywnych skutków dla komórki wątrobowej.

Podobnie jak w przypadku badań ultrastrukturalnych wydaje się, że istnieją przesłanki aby sądzić, że używana przeze mnie w eksperymencie woda, która

eksponowana była na pole magnetyczne powoduje po dłuższym okresie jej picia korzystne efekty w procesie oddychania tkankowego, za czym przemawiać mogłaby stwierdzona przeze mnie w pracy zmiana aktywności dehydrogenazy mleczanowej.

Uzyskane wyniki badań submikroskopowych wątroby, oraz badania stężeń enzymów odpowiedzialnych za najbardziej istotne reakcje metaboliczne w hepatocytach przemawiają za hipotezą, że woda poddana działaniu pola magnetycznego, a spożywana przez 14 dni przez zwierzęta laboratoryjne nie przyczyniła się do żadnego uszczerbku w homeostazie tych zwierząt.

Na podstawie wyników uzyskanych w pracy można sądzić, że dłuższe stosowanie wody poddanej działaniu użytego w pracy magnetyzera może przynosić pewne efekty korzystne na funkcję i czynność wątroby. Aby wykazać jednak tę zależność należałoby, jak sądzę przeprowadzić eksperyment trwający dłużej .

7. WNIOSKI

1. Zmiany morfologiczno-ultrastrukturalne w hepatocytach szczurów, u których stosowano wodę poddaną działaniu pola magnetycznego wykazują korzystne działanie szczególnie widoczne w prawidłowym ukształtowaniu mitochondriów oraz we wzroście sieci endoplazmatycznej szorstkiej.
2. Uzyskane wyniki badań biochemicznych mogą wskazywać na aktywację cyklu Krebsa w mitochondriach.
3. Woda poddana ekspozycji pola magnetycznego, stosowana do picia u szczurów w początkowym okresie obserwacji nie wykazuje niekorzystnych działań, a po 14 dniach ekspozycji można mówić o korzystnym działaniu na czynność i strukturę komórki wątrobowej.

BIBLIOGRAFIA

- 1 **Adair R.**
Constraints on biological effects of weak extremely-low frequency electromagnetic fields
Phys. Rev. A 43; 1039-1048, 1991
- 2 **Adey N.R.**
Biological effect of electromagnetic fields.
J. Cell Biochem. 51; 410-416, 1993
- 3 **Banaszkiewicz W., Straburzyński G.**
Wpływ pulsującego pola magnetycznego na wybrane parametry przemiany materii i równowagi kwasowo-zasadowej u zwierząt doświadczalnych.
Balneologia Polska 34; 94-108, 1992
- 4 **Banaszkiewicz W., Drobnik M., Straburzyński G., Straburzyńska-Lupa A.**
Wpływ łącznego działania pulsującego pola magnetycznego i laserowego promieniowania podczerwonego na wybrane składniki biochemiczne przemiany materii oraz równowagi kwasowo-zasadowej krwi zwierząt doświadczalnych.
Balneologia Polska 37; 5-12, 1996
- 5 Baranov AN., Kiselev VF., Rozanov VV., Saletskii AM
Effects of weak magnetic poles and water and model biological systems.
Aviakosm. Ekolog. Med. 29(6); 45-49, 1995
- 6 **Barnes F. S.**
Some engineering models for interactions of electric and magnetic fields with biological systems.
Bioelectromagnetics (N.Y.) S1; 67-86, 1992
- 7 **Blackman C.F., Bename S.G. House D.E. Joines W.T.**
Effects of ELF (1-120 Hz) and modulated (50 Hz) RF fields on the efflux of calcium ions from brain tissue.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 6; 1-11, 1985

- 8 Blanchard J.P. and Blackman C.F.**
Clarification and application of an ion parametric resonance model for magnetic field interactions with biological systems.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 14; 217-238, 1994
- 9 Blank M., Soo L.**
The Na, K-ATPase as a model for elektromagnetic field effects on cells.
Bioelectrochem. Bioenerg. 30; 85-92, 1993
- 10 Brocklehurst B., McLauchlan K.A.**
Free radical mechanism for the effects of environmental electromagnetic fields on biological systems.
Int-J-Radiat-Biol. 69;1,3-24, 1996
- 11 Cieślak G., Mrowiec J., Sieroń A., Plech A., Biniszkiewicz T.**
Zmiana reaktywności szczurów na termiczny bodziec bólowy pod wpływem zmiennego pola magnetycznego.
Baln. Pol. 36;3-4,24-28, 1994
- 12 Cieślak G., Sieroń A., Turczyński B., Adamek M., Jaskólski F.,**
The influence of extremely low frequency variable magnetic fields on rheologic and dielectric properties of blood and the water-electrolyte balance in experimental animals.
Bioelectrochem-Bioenerg. 35; 29-32, 1994
- 13 Cossarizza A., Monti D., Bersani F., Cantini M., Cadossi R., Sacchi A., Franceschi C.**
Extremely low frequency pulsed electromagnetic fields increase cell proliferation in lymphocytes from young and aged subjects.
Biochem. Biophys. Res. Commun. 160; 692-698, 1989
- 14 Cossarizza A., Monti D., Bersani F., Cantini M., Cadossi R., Sacchi A., Franceschi C.**
Extremely low frequency pulsed electromagnetic fields increases mitogeninduced lymphocyte proliferation in Down's syndrome.
Aging 3; 241-246, 1991

- 15 Dacha M., Accorsi A., Pierotti C., Vetrano F., Montovani R., Guido G., Conti R., Nicolini P.**
Studies on the possible biological effects of 50 Hz electric and/or magnetic fields: Evaluation of some glycolytic enzymes, glycolytic flux, energy and oxido-reductive potentials in human erythrocytes exposed in vitro to power frequency fields.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 14, 383-391, 1993
- 16 Del_Carratore R., Morichetti E., Della-Croce C., Bronzetti G.**
Effect of magnetic fields on rodent monooxygenase enzymes.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 16;5,324-329, 1995
- 17 Echiwald C., Kaiser F.**
Model for external influences on cellular signal transduction pathways including cytosolic calcium oscillations.
Bioelektromagnetics (N.Y.) 16;75-85, 1995
- 18 Einfeldt H., Heise-Reinecker E.**
Erste Erfahrungen mit der Magnetfeldtherapie bei Ulcera crurum.
Phlebologie und Proktologie
F.K.Schattauer Verlag GmbH 149-151, 1985
- 19 Fitzsimmons R.J., Farley J., Adey W.R. Baylink D.J.**
Frequency dependence of increased cell proliferation, in vitro in exposures to a low-amplitude, low-frequency electric field: evidence for dependence on increased mitogen activity released into culture.
J. Cell. Physiol., 139; 586-591, 1989
- 20 Fitzsimmons R.J., Strong D.D., Mohan S., Baylink D.J.**
Low-amplitude, low-frequency electric fields stimulated bone cell proliferation may in part be mediated by increased IGF-II release.
J. Cell. Physiol 150; 84-89, 1992
- 21 Franks F.**
Woda
Wydawn. Nauk. Techn. Warszawa 1998
- 22 Garcia-Sancho J., Montero M., Alvarez J., Fonteriz R.I., Sanchez A.**
Effect of extremely low frequency magnetic fields on ion transport in several mammalian cells.
Bioelektromagnetics (N.Y.) 15; 579-588, 1994

- 23 Goddman R. Henderson A.S.**
Sine waves enhance cellular transcription.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 7; 23-29, 1986
- 24 Goodman R., Wei L/X., Xu J.C., Henderson A.S.**
Exposure of human cells to low-frequency electromagnetic fields results in quantitative changes in transcripts.
Biochim. Biophys. Acta 1009; 216-220, 1989
- 25 Goodman R., Henderson A. S.**
Transcription and translation in cell exposed to extremely low frequency electromagnetic fields.
Bioelectrochem. Bioenerg. 25; 335-355, 1991
- 26 Goodman R., Buman J., Wei L.X., Henderson A.S.**
Exposure of human cells to electromagnetic fields: Effect of time and field strength on transcript levels.
Electro-Magnetobiol. 11; 19-28, 1992
- 27 Goodman R., Chizmadzhev Y., Henderson A.**
Electromagnetic fields and cells.
Biochem. 51; 436-441, 1993
- 28 Goodman E.M., Greenebaum B., Marron M.T.**
Altered protein synthesis in a cell-free exposed to a sinusoidal magnetic field.
Biochim. Biophys. Acta 1202; 107-111, 1993
- 29 Goodman E.M., Greenebaum B., Marron M.T.**
Effects of Electromagnetic Fields on Molecules and Cells
Intern. Review of Cytology 158; 279-338, 1995
- 30 Grandolfo M., Santini M.T., Vecchia P., Bonincontro A., Cametti C., Indovina P.L.**
Non-linear dependence of dielectric properties of chick embryo myoblast membranes exposed to sinusoidal 50 Hz magnetic field.
Int. J. Radiat. Biol. 60; 877-890, 1991
- 31 Grundler W., Kaiser F., Keilmann F., Walleczek J.**
Mechanisms of electromagnetic information with cellular systems.
Naturwissenschaften 79; 551-559, 1992

- 32 Gundersen R.M., Greenbaum B., Schaller M.**
Intracellular recording during magnetic field application to monitor neurotransmitter release events: Methods and preliminary results. *Bioelectromagnetics* (N.Y.) 7; 271-282, 1986
- 33 Hamada S.H. Witkus R., Griffith R. Jr**
Cell surface changes during electromagnetic fields exposure. *Exp. Cell Biol.* 57; 1-10, 1989
- 34 Kasprzak W.P., Straburzyńska-Lupa A., Straburzyński G., Kostrzewski J.**
Wyniki leczniczego stosowania pulsującego pola magnetycznego i laserowego promieniowania podczerwonego w zaburzeniach ukrwienia naczyń dolnych. *Balneologia Polska* 34; 75-93, 1992
- 35 Kirschvink J.L., Kobayashi-Kirschvink A., Diaz-Ricci J.C., Kirschvink S.J.**
Magnetic in human tissues: A mechanism for the biological effects of weak ELF magnetic fields
Bioelectromagnetics (N.Y.) s1; 101-114, 1992
- 36 Knedlitschek G., Nagy M.N. Dertinger H., Schimmelpfeng J.**
The action of alternating currents of different frequencies upon cyclic AMP and cell proliferation.
Bioelectromagn. 15th Annu. Meet. Los Angeles p. 97, 1993
- 37 Laitl-Kobierska A.**
Oddziaływanie wolnozmiennych pól magnetycznych na strukturę i czynność trzustki u szczurów.
Praca doktorska 1997, Biblioteka Główna ŚAM Katowice
- 38 Lednev V.V.**
Possible mechanism for the influence of weak magnetic fields on biological systems.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 12; 71-76, 1991
- 39 Liboff A.R. McLeod B.R.**
Kinetics of channelized membrane ions in magnetic fields.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 9; 39-51, 1988

- 40** Lisi A
Three dimensional (3D) analysis of the morphological changes induced by 50 Hz magnetic field exposure on human lymphoblastoid cells.
Bioelectromagnetics 21(1); 46-51, 2000
- 41** **Lindstrom E., Lindstrom P., Berglund A., Lundgren E., Mild K.H.**
Intracellular calcium oscillations in a T-cell line after exposure to extremely-low-frequency magnetic fields with variable frequencies and flux densities.
Bioelektromagnetics 16;1, 41-47, 1995
- 42** **Luben R.A.**
Effects of low-energy electromagnetic fields (pulsed and DC) on membrane signal transduction process in biological systems.
Health Phys. 61; 15-28, 1991
- 43** **Malorni W., Paradisi S., Straface E., Santini M.T., Donelli G.**
An in vitro investigation on the subcellular effects of 50 Hz magnetic fields.
Proc. IRPA Int. Conf. Montreal, Canada, May 17-22, 1992
- 44** **Marron M.T. Greenbaum B., Swanson J.E., Goodman E.M.**
Cell surface effects of 60 HZ elektromagnetic fields.
Rat. Res. 94; 217-220, 1983
- 45** **Marron M.T., Goodman E.M., Greenbaum B., Tipnis P.**
Effects of sinusoidal 60-Hz electric and magnetic fields on ATP and oxygen levels in the slime mold Physarum polycephalum.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 7; 307-314, 1986
- 46** **Mazurkiewicz G.**
Ocena działania przeciwbólowego elektroakupunktury i zmiennego pola magnetycznego niskiej częstotliwości w zespołach bólowych szyjnego odcinka kręgosłupa.
Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych, Tychy, 1994
Biblioteka Główna ŚAM

- 47 McLeod B.R., Liboff A.R. Smith S.D.**
Biological systems in transmission: Sensitivity to extremely low-frequency fields.
Electro- Magnetobiol. 11; 29-42, 1992
- 48 Mrowiec J., Cieślak G., Sieroń A., Plech A., Biniszkiewicz T.**
Reakcje behawioralne u szczurów poddanych działaniu zmiennego pola magnetycznego.
Baln, Pol. 36; 3-4, 17-23, 1994
- 49 Paradisi S., Donelli G., Santini M.T., Straface E., Malorni W.**
A 50-Hz magnetic field induces structural and biophysical changes in membranes.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 14; 247-255, 1993
- 50 Parola A.H., Porat N., Kiesow L.A.**
Chicken embryo fibroblasts exposed to weak time-varying magnetic fields share cell proliferation, adenosine deaminase activity, and membrane characteristics of transformed cells.
Bioelectromagnetics (N.Y.) 14; 215-228, 1993
- 51 Philips J.L. Hagreenn W., Thomas W.J., Ishida-Jones T., Adey W.R.**
Magnetic field-induced changes in specific gene transcription.
Biochim. Biophys. Acta 1132; 140-144, 1992
- 52 Reimer L.**
Elektronenmikroskopische Untersuchungs- und Präparationsmethoden
Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1967, II Auflage
- 53 Saburska K., Łukomska E., Szwedek R., Wierusz-Wysocka B.**
Badania skuteczności zabiegów z wykorzystaniem pulsującego pola magnetycznego w leczeniu neuropatii i angiopatii cukrzycowej.
Balneologia Polska 34; 109-119, 1992
- 54 Santoro N., Lisi A., Pozzi D., Pasquali E., Serafino A., Grimaldi S.**
Effect of extremely low frequency (ELF) magnetic field exposure on morphological and biophysical properties of human lymphoid cell line (Raji).
Biochim Biophys Acta 1357(3); 281-290, 1997

- 55 Subas R., Singh N.N., Mishra R.N.**
Magnetic restructuring of water
Medical & Biological&Computing 33; 614-617, 1995
- 56 Schimizu H., Suzuki Y., Okonogi H.**
Biological effects of electromagnetic fields.
Nippon-Eiseigaku-Zasshi 50;5, 919-931, 1995
- 57 Sieroń A.**
Synteza i wydzielanie kwasów żółciowych u szczurów poddanych
działaniu wolnozmiennego pola magnetycznego
Rozprawa habilitacyjna, Zabrze 1995
- 58 Sieroń A., Cieślar G., Adamek M.**
Magnetoterapia i laseroterapia niskoenergetyczna
Śląska Akademia Medyczna, Katowice 1994
- 59 Sieroń A., Żmudziński J., Cieślar G.**
Problemy oddziaływania zewnętrznych pól magnetycznych na
organizm ludzki.
Post. Fiz. Med. 24;75-80, 1989
- 60 Szubzda B., Wilczyński W., Mazurek B.**
Wpływ pola magnetycznego na zjawiska elektrochemiczne
w cieczach na przykładzie wody wodociągowej.
Przegląd Elektrotechniczny 5; 133-136, 1998
- 61 Sustachek J.**
In vivo and in vitro transcriptional effects of electromagnetic field
exposure on E. Coli DNA-dependent RNA polymerase.
Master's Thesis University of Wisconsin-Parkside, 1992
- 62 Tirat Carmel**
Cell-water transfer and stability of biological structures (resonance
of biological structures).
In Vivo 12(2); 233-237, 1998
- 63 Warnke U.**
Grundlagen zu magnetisch induzierten physiologischen Effekten.
Therapiewoche 30; 4609-4616, 1980

- 64 Wojtusiak R.J., Majlert Z.**
Geomagnetobiologia
Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk 1992
- 65 Yen-Patton G.P.A., Patton W.F., Beer D.B., Jacobson B.S.**
Endothelial cell response to pulsed electromagnetic fields: Stimulation of growth rate and angiogenesis in vitro.
J. Cell. Physiol. 134; 37-46, 1988
- 66 Yost M.G., Liburdy R.P.**
Time-varying and static magnetic fields act in combination to alter calcium signal transduction in the lymphocyte.
FEBS Lett. 296; 117-122, 1992

9. STRESZCZENIE

Celem pracy była ocena wpływu wody poddanej działaniu pola magnetycznego na procesy zachodzące w komórce wątrobowej.

Do badania użyto samców szczura płciowo dojrzałych rasy Sprague Dawley o ciężarze ciała około 250g pochodzącej z Centralnej Zwierzętarni Śląskiej Akademii Medycznej w Katowicach Ligocie. Zwierzęta utrzymywano w standardowych warunkach laboratoryjnych, w określonej temperaturze (20-22°C) i zmienianym 12-godzinnym cyklu oświetlenia.

Szczury grupy kontrolnej (15 sztuk) otrzymywały do picia wodę wodociągową, natomiast badane (po 5 sztuk w każdej grupie) przez 6, 10 i 14 dni, wodę poddaną działaniu pola magnetycznego, o strumieniu rozproszonym, co powodowało zmianę czasu relaksacji magnetycznej wody, jej lepkości, oraz napięcia powierzchniowego.

Wodę bieżącą do doświadczenia poddawano magnetyzacji w specjalnie skonstruowanym urządzeniu zwanym RAM (rurowy aparat magnetyczny) firmy Feniks.

W hepatocytach oceniano zmiany ultrastrukturalne u zwierząt kontrolnych i doświadczalnych po zastosowaniu magnetyzowanej wody. Wyniki przeprowadzonych doświadczeń oceniano również na podstawie analizy wybranych parametrów biochemicznych. W homogenatach tkanki wątrobowej zwierząt kontrolnych i doświadczalnych określono stężenie enzymów w IU/g białka: dehydrogenazy glutaminianowej, jabłczanowej, mleczanowej oraz aminotransferazy alaninowej, będącej odzwierciedleniem czynności wątroby.

Wyniki badań morfologiczno-strukturalnych wskazują na korzystny wpływ wody poddanej magnetyzacji na ukształtowanie mitochondriów oraz sieci endoplazmatycznej szorstkiej, natomiast biochemiczne na aktywację cyklu kwasu cytrynowego.

Evaluation of the influence of magnetized water on liver cell function and structure

Key words: magnetic field, water, liver cells, metabolic processes, citric acid cycle

Summary

The aim of the study was an evaluation of the influence of water exposed to magnetic field on the processes in the liver cell.

The study included male sexually grown up rats of Sprague Dawley breed, body weight 250 \pm from the Central Animal Quarters, Silesian Medical University in Katowice Ligota.

The animals were kept in standard laboratory conditions, at the temperature of 20-22°C/ and changeable 12-hour lighting cycle.

The rats from control group /15/ received tap water while the study rats, 5 rats in each group for 6, 10 and 14 days, water exposed to magnetic field, of disperse stream, which caused a change in relaxation time of magnetic water, its viscosity and surface tension.

Tap water for the experiment was magnetized in a special device called RAM (pipe magnetic device) by Feniks company.

The ultrastructural changes in hepatocytes in control and study animals after using magnetized water were evaluated. The results of the experiments were also evaluated on the basis of the analysis of some biochemical parameters. In homogenates of the liver tissue of control and study animals, the enzyme concentration was measured in IU/g, the measurements included: glutamate, malate, lactate, dehydrogenase and alanine aminotransferase, which are a reflection of a liver function.

The results of morphologic and structural tests show a positive influence of water exposed to magnetization on mitochondria creation and rough endoplasmatic reticulum while, in biochemical terms, on the activation of citric acid cycle.