"szpital w sercu miasta"
Szpital Miejski im. Józefa Strusia w Poznaniu
ul. Szkolna 8/12

Pracownia Radiofizyczna
Szpital Miejski im. Józefa Strusia
Szkolna 8/12; 61-833 Poznań
tel.(061)852 23 39; (061)85 85 733
renomic2@go2.pl

Ocenianie wyników renoscyntygrafii czynnościowej RENOMIK II

ZALEGANIE MOCZU W PĘCHERZU PO FORSOWANEJ MIKCJI
Na podstawie rozkładu częstości występowania
w zbiorze wyników 3622 badań (1807 K; 1815 M)

		% zalegania				
		Do 8	9-16	17-28	29 - 40	Ponad 40
Objętość zalegająca cm^3	Do 20	*Norma*	*Norma*	*Norma*	*Niewielkie*	*Niewielkie*
	21 - 50	*Norma*	*Niewielkie*	*Wzmożone*	*Wzmożone*	*Wzmożone*
	51 -85	*Niewielkie*	*Niewielkie*	*Wzmożone*	*Wzmożone*	*Znaczne*
	86 - 120	*Niewielkie*	*Wzmożone*	*Wzmożone*	*Znaczne*	*B. znaczne*
	Ponad 120	*Wzmożone*	*Wzmożone*	*Znaczne*	*Znaczne*	*B. znaczne*

Dr n. przyr. Szczęsny Górski

Kierownik Pracowni

Analiza modelowa swobodnego rozwoju infekcji moczu w zależności od wielkości diurezy i zalegania moczu po mikcji [x]

Szczęsny Górski
Pracownia Radiofizyczna Instytutu Radiologii AM w Poznaniu
kierownik: dr n. przyr. Szczęsny Górski

Streszczenie

Proces swobodnego rozwoju infekcji w moczu, związanej z zaleganiem moczu po mikcji, analizowano Jako funkcję

$$\frac{C_t}{C_o} = \exp \frac{t \ln 2}{40} / \left(1 + \frac{D}{V_o}\right)$$

C_t - aktualne stężenie mikroorganizmów w moczu, C_o - stężenie wyjściowe po mikcji, t - czas w minutach, D - diureza cm^3/min, V_o - objętość moczu zalegająca w pęcherzu po mikcji w cm^3. Przyjęto z piśmiennictwa 40-minutowy okres podwajania się liczby mikroorganizmów w moczu. Wykazano, że już przy niewielkich objętościach zalegania rzędu 10-20 cm^3, mogą łatwo powstać warunki sprzyjające rozwojowi infekcji. Upowszechnienie oznaczania wielkości diurezy odniesionej do objętości moczu zalegającego w pęcherzu po mikcji, np. w toku poszerzonej renografii radioizotopowej, może więc mieć istotne znaczenie kliniczne.

[x]Praca wykonana w ramach tematu CPBR 11.9/23

Analiza modelowa swobodnego rozwoju infekcji moczu w zależności od wielkości diurezy i zalegania moczu po mikcji [x]

Szczęsny Górski
Pracownia Radiofizyczna Instytutu Radiologii AM w Poznaniu
kierownik: dr n.przyr. Szczęsny Górski

Zaleganie moczu w pęcherzu po mikcji uznaje się bez zastrzeżeń jako jeden z czynników sprzyjających infekcji. Panuje jednak duża rozbież-ność opinii co do wielkości zalegania, która może już mieć istotne znaczenie. Celem pracy jest dyskusja tego zagadnienia oparta na pros-tym modelu szybkości mnożenia się mikroorganizmów w moczu.

MODEL KINETYKI STĘŻEŃ MIKROORGANIZMÓW W MOCZU

Założenia

1. Mikroorganizmy mnożą się w moczu z prędkością proporcjonalną do ich aktualnej liczebności N

$$\frac{dN}{dt} = k N$$

k - stała szybkości mnożenia t - czas

2. Ilość mikroorganizmów podwaja się co 40 minut /3/, zatem k - 1n2/40
3. Nie ma ingerencji żadnego czynnika bakteriostatycznego – mnożenie jest swobodne.
4. Mocz dopływający do pęcherza jest jałowy

Przyjmijmy, że w chwili t_o nastąpiła mikcja i w pęcherzu pozostała objętość V_o, w której znajdowało się K_o mikroorganizmów. Stężenie ich wynosiło więc N_o/V_o. W dalszym ciągu biegną dwa przeciwstawne procesy: mnożenie mikroorganizmów z szybkością dN/dt = N1n2/40 oraz dopływ moczu z szybkością D cm^3/min.

[x] Praca wykonana w ramach tematu CPBR 11.9/23

Liczba mikroorganizmów w chwili t wyniesie więc $N_o$exp t1n2/40 zaź odpowiednia objętość moczu $V_t = V_o + D\,t$. Stężenie C_t będzie więc

$$C_t = \frac{N_o \exp \frac{t \ln 2}{40}}{V_o + D\,t}$$

Dla uwolnienie się od jednostek wyraźmy stężenie C_t jako krotność stężenia wyjściowego C_o

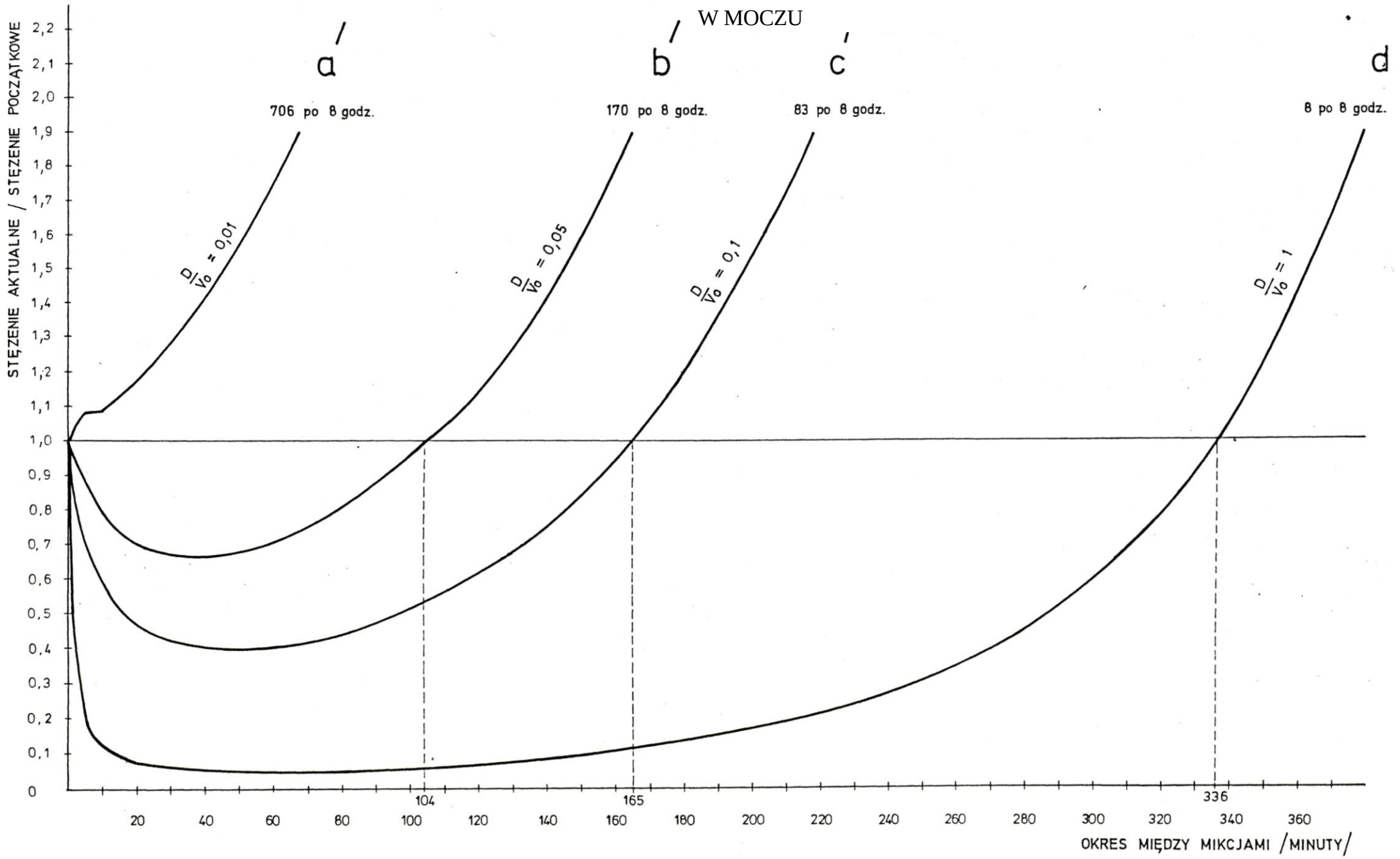
$$\frac{C_t}{C_o} = \frac{\exp/\frac{\ln 2}{40}/t}{1 + \frac{D}{V_o}\,t}$$

Wykres funkcji C_t/C_o przedstawiono na rys. 1, dla różnych wielkości diurezy wyrażonej jako krotność zalegającej objętości V_o. Na rysunku 2 pokazano zależność czasu po mikcji osiągnięcia stężenia wyjściowego /krzywa B/ oraz krotność stężenia wyjściowego po 8 godzinach bez mikcji /krzywa A/ w funkcji $\frac{D}{V_o}$.

OMÓWIENIE

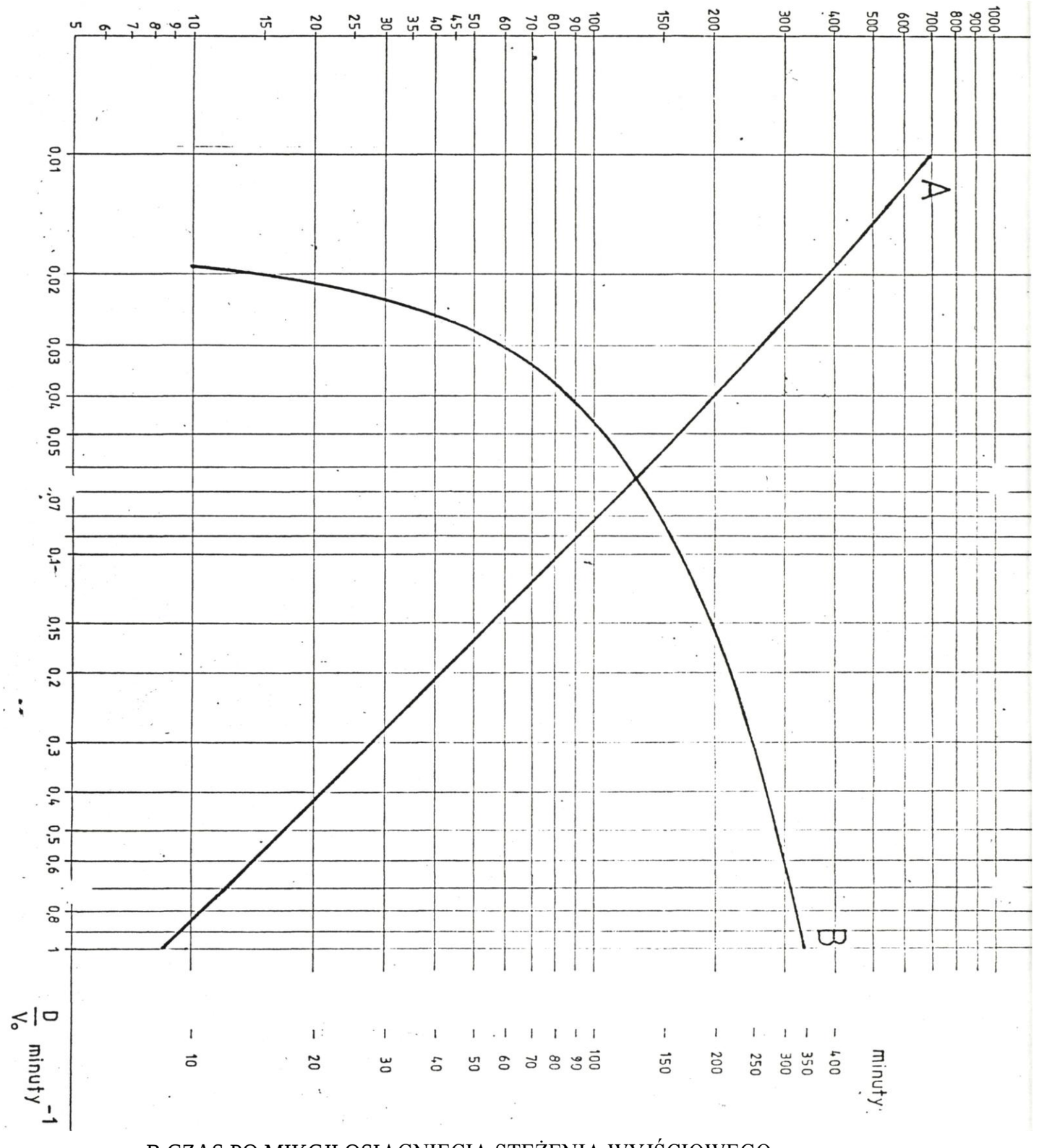
Przyjmijmy, że do pęcherza napływa co minutę objętość moczu równa zalegającej po mikcji, to jest $D/V_o = 1$, np. $D=1cm^3/min$, $V_o=1cm^3$ Stężenie mikroorganizmów zmienia się wówczas, przy przyjętych założeniach, według krzywej d. Do około 40-ej minuty stężenie naleje gdyż przeważa rozcieńczanie nad mnożeniem; między 40-ą a 100-ą minutą oba procesy wzajemnie się kompensują. W dalszym ciągu proces mnożenia zaczyna górować, stężenie coraz szybciej wzrasta i w 336 minucie osiąga poziom wyjściowy. Jeśli w tym czasie nie nastąpi mikcja, stężenie moczu będzie coraz bardziej przewyższać wartość wyjściową. Po każdej dalszej mikcji w odstępach większych od 336 minut, proces będzie się powtarzał startując z coraz to wyższych poziomów stężeń początkowych. Przy stosunku diurezy do zalegania utrzymującym się na poziomie jedności, powstają więc warunki sprzyjające rozwojowi infekcji.

WPŁYW DIUREZY, CZASU ORAZ WIELKOŚCI ZALEGANIA MOCZU PO MIKCJI NA STĘŻENIE MIKROORGANIZMÓW W MOCZU



$$\frac{\text{STĘŻENIE AKTUALNE}}{\text{STĘŻENIE POCZATKO}} = \frac{e^{\frac{\log n\,2}{40}\cdot t}}{1+\frac{D}{Vo}\cdot t}$$

A KROTNOŚĆ STĘŻENIA WYJŚCIOWEGO PO 8 GODZINACH BEZ MIKCJI



B CZAS PO MIKCJI OSIĄGNIĘCIA STĘŻENIA WYJŚCIOWEGO

Z rysunku widać, że sytuacja pogarsza się silnie z maleniem diurezy względnej D/V_o.

I tak np. przy $D/V_o=0,1$, tj. np. $D=1cm^3/min$, $V_o=10cm^3$, wyjściowy poziom stężenia zostaje osiągnięty po 165 minutach i po 8 godzinach dochodzi do 83-krotnej wartości wyjściowej /krzywe c/. Przy $D/V_o=0,05$, tj. np $D=1cm^3/min$, $V_o=20cm^3$, poziom wyjściowy pojawi się po 104 minutach i po 8 godzinach bez mikcji wyniesie 170-o krotną wartość poziomu początkowego /krzywa *b*/.

Przy $D/V_o=0,01$, tj. np. $D=1cm^3/min$, $V_o=100cm^3$, stężenie od początku rośnie ponad poziom wyjściowy i po 8 godzinach bez mikcji osiąga 706-o krotną wartość poziomu wyjściowego /krzywa *a*/.

Z powyższych przykładów widać, że nawet niewielkie zalegania moczu, rzędu 10-20 cm^3, jeśli utrzymują się przez pewien czas, wyraźnie sprzyjają rozwojowi infekcji. Jeśli mocz wpływający do pęcherza nie jest jałowy, stężenie mikroorganizmów w pęcherzu będzie rosło szyb-ciej niż w przypadku moczu jałowego i infekcja może się rozwinąć przy jeszcze wyższych stosunkach $\frac{D}{V}$.

Dlatego upowszechnienie oznaczania wielkości diurezy odniesionej do objętości moczu zalegającego po mikcji może mieć istotne znaczenie kliniczne. Można by w tym celu stosować radioizotopową metodę Gasteyera i wsp. /2/ uzupełnioną o pomiar diurezy np. według schematu używanego w naszej pracowni w ramach ilościowej renocystografii kłębkowo-kanalikowej /1/.

WNIOSKI

1. Szybkość swobodnego mnożenia się mikroorganizmów w moczu zależy silnie od stosunku diurezy do objętości zalegającej. Już przy wartościach tego stosunku równych lub mniejszych od jedności powstają łatwo warunki sprzyjające rozwojowi infekcji.
2. Upowszechnienie oznaczenia wielkości stosunku diurezy do objętości moczu zalegającego po mikcji metodą radioizotopową może mieć istotne znaczenie kliniczne.

PIŚMIENNICTWO

1. Górski S.: Ilościowa renocystografia kłębkowo-kanalikowa przy pomocy renocystografu mikrokomputerowego RENO DUAL MK1. w przygotowaniu do publikacji w Polskim Tygodniku Lekarskim

2. Magnus H.E., Brauchla E., Haubrich R.: Zur Restharnbestimmung mit Radioisotopen. Der Radiologe, 1970, 10, 418-421

3. Williams D.J., Chisholm G.D.: Scientfic Foundations of Urology. W.Heinemann Medical Books, London. 1976.

Zaleganie moczu po mikcji; analiza statystyczna i implikacje kliniczne [x]

Szczęsny Górski
Pracownia Radiofizyczna Instytutu Radiologii AM w Poznaniu
kierownik: dr n. przyr. Szczęsny Górski

Streszczenie

W poprzedniej pracy wykazano, że wartości $D/V_o<1$ sprzyjają rozwojowi infekcji w pęcherzu /D - diureza, V_o - objętość moczu zalegająca po mikcji/. Celem obecnej pracy było stwierdzenie z jaką czystością występują wartości $D/V_o<1$. Zbadano 1521 pacjentów /48 % kobiet/ kliniki internistycznej, urologicznej oraz z odpowiednich przychodni, kierowanych do renografii w związku z kamicą /31 %/, stanami zapalnymi nerek /33 %/, nadciśnieniem /33 %/ oraz cukrzycą, w wieku 5-85 lat, wartości modalne 30-35 i 45-50 lat. Oznaczenia D i V_o wykonywano w toku ilościowej renocystografii kłębkowo - kanalikowej z użyciem hipuranu J125 oraz EDTA Cr51, za pomocą własnej konstrukcji renocystografu mikrokomputerowego RENO DUAL MK1. Pacjentom podawano 500 cm^3 wody na godzinę przed mikcją. Przed wstrzyknięciem znaczników pacjenci opróżniali pęcherz. Stwierdzono wartości $D/V_o<1$ u 39 % badanych z czego 30 % w przedziale $0,01 \leq D/V_o \leq 0,5$ tj. w zakresie silnie sprzyjającym rozwojowi infekcji. Wnioskuje się o celowości upowszechnienia oznaczania D/V_o. Można by to zrealizować stosunkowo prosto poszerzając renografię o pomiar odsetkowego zalegania oraz diurezy.

[x] Praca wykonana w ramach tematu CPBR 11.9/23

Zaleganie moczu po mikcji: analiza statystyczna i implikacje kliniczne [x]

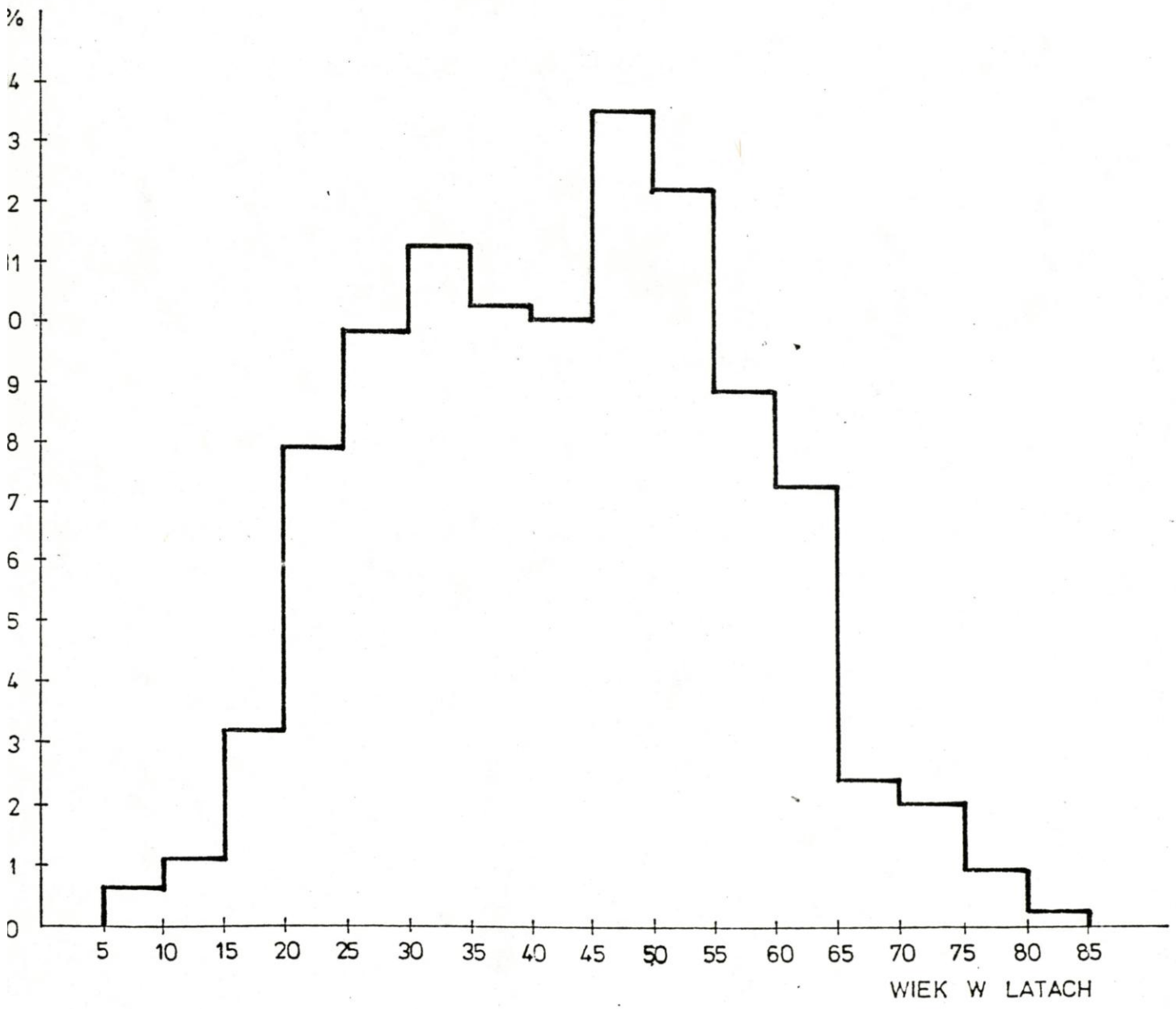
Szczęsny Górski
Pracownia Radiofizyczna Instytutu Radiologii AM w Poznaniu
kierownik: dr n.przyr. Szczęsny Górski

W poprzedniej pracy wykazano, że wartości $D/V_o<1$ sprzyjają rozwojowi infekcji w pęcherzu /D - diureza, V_o - objętość moczu zalegająca po mikcji/. Celem obecnej pracy było stwierdzenie z jaką częstością występują wartości $D/V_0<1$. Zbadano 1521 pacjentów /48 % kobiet/ kliniki internistycznej, urologicznej oraz z odpowiednich przychodni, kierowanych do renografii w związku z kamicą /31 %/, stanami zapalnymi nerek /33 %/, nadciśnieniem /33 %/ oraz cukrzycą, w wieku 5-85 lat, wartości modalne 30-35 i 45-50 lat. Oznaczenia D i V_o wykonywano w toku ilościowej renocystografii kłębkowo - kanalikowej z użyciem hipuranu J125 oraz EDTA Cr51, za pomocą własnej konstrukcji renocystografu mikrokomputer-wego RENO DUAL MK1. Pacjentom podawano 500 cm^3 wody na godzinę przed mikcją. Przed wstrzyknięciem znaczników pacjenci opróżniali pęcherz. Stwierdzone wartości $D/V_o<1$ u 39 % badanych z czego 30 % w prze-dziale $0,01 \leq D/V_o \leq 0,5$ tj. w zakresie silnie sprzyjającym rozwojowi infekcji. Wnioskuje się o celowości upowszechnienia oznaczania D/V_o. Można by to zrealizować stosunkowo prosto poszerzając renografię o pomiar odsetkowego zalegania oraz diurezy.

[x] Praca wykonana w ramach tematu CPBR 11.9/23

ROZKŁAD WIEKU BADANYCH OSÓB RYS. 1

1525 = 100 %



W poprzedniej pracy /1/ stwierdzono, że już przy niewielkich zaleganiach moczu po mikcji, rzędu 10-20 cm^3, mogą łatwo wystąpić warunki sprzyjające rozwojowi infekcji w moczu; upowszechnienie oznaczania diurezy odniesionej do objętości zalegającej może więc mieć istotne implikacje kliniczne. Celem obecnej pracy bało ustalenie rozkładu statystycznego wielkości diurezy D, objętości zalegającego moczu V_o oraz stosunku obu tych parametrów D/V_o w dużej grupie osób, dla określenia czystości występowania zalegań istotnych klinicznie, według kryteriów modelowych podanych w poprzedniej pracy /1/.

MATERIAŁ

Zaleganie moczu po mikcji oraz wielkość średniej diurezy oznaczano w grupie kolejnych pacjentów 3 klinik chorób wewnętrznych, kliniki urologicznej, ~~oraz~~ 3 przychodni urologicznych i 1 nefrologicznej oraz 1 przychodni nadciśnieniowej; osoby te kierowano do Pracowni Radiofizycznej celem wykonania ilościowej renocystografii kłębkowo kanalikowej /IRCKK/. Ogółem wykonano 1521 oznaczeń, z czego 48 % u kobiet. Skierowania do IRCKK były związane z kamicą /31 % przypadków/, z chorobami zapalnymi nerek /33 %/, z nadciśnieniem tętn-czym /33 %/ oraz z cukrzycą. Na rys. 1 przedstawiono rozkład wieku badanych osób.

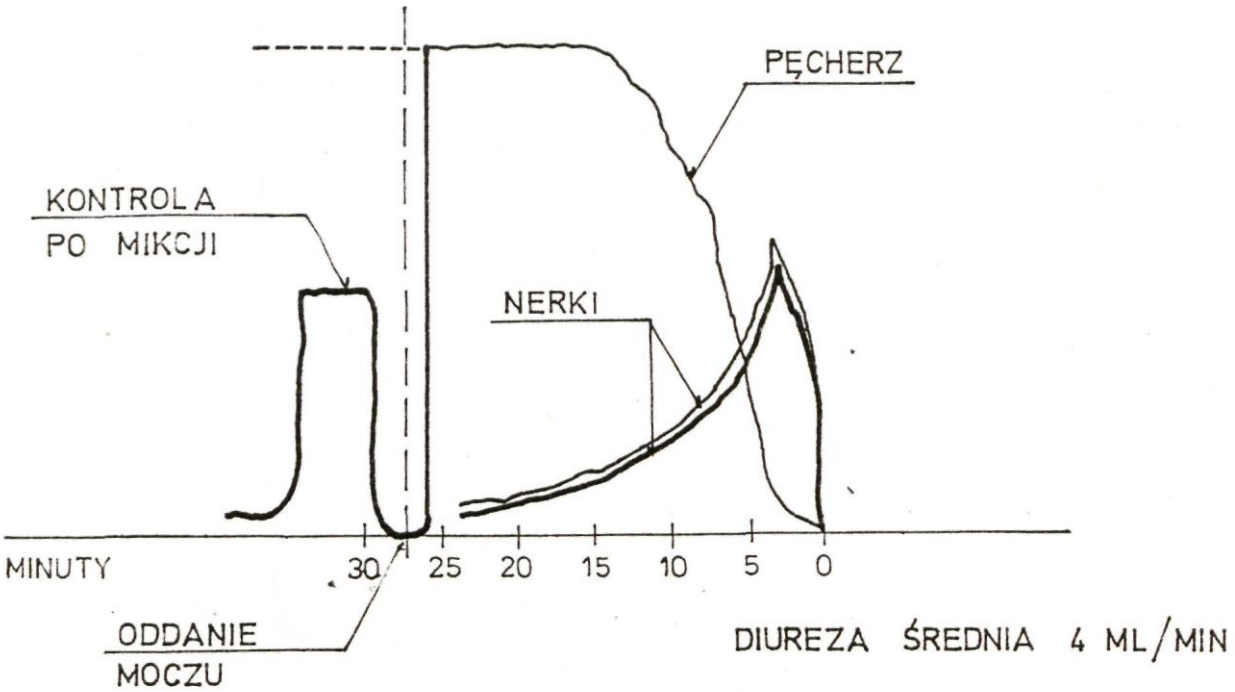
METODYKA

Zaleganie moczu i diurezę oznaczano w trakcie renocystografii kłębkowo - kanalikowej według zasady podanej przez Gasteyera i wsp. /2/, we własnej modyfikacji /3/. Przed badaniem pacjent wypi-jał 500 cm^3 wody, dzieci do okresu pokwitania - 250 cm^3 wody. Renocystografię wykonywano przy jednoczesnym użyciu hipuranu J125 oraz EDTA Cr51, za pomocą renocystografu mikroprocesorowego RENO DUAL MK1 własnej konstrukcji /4/. Pod koniec badania znajdowano

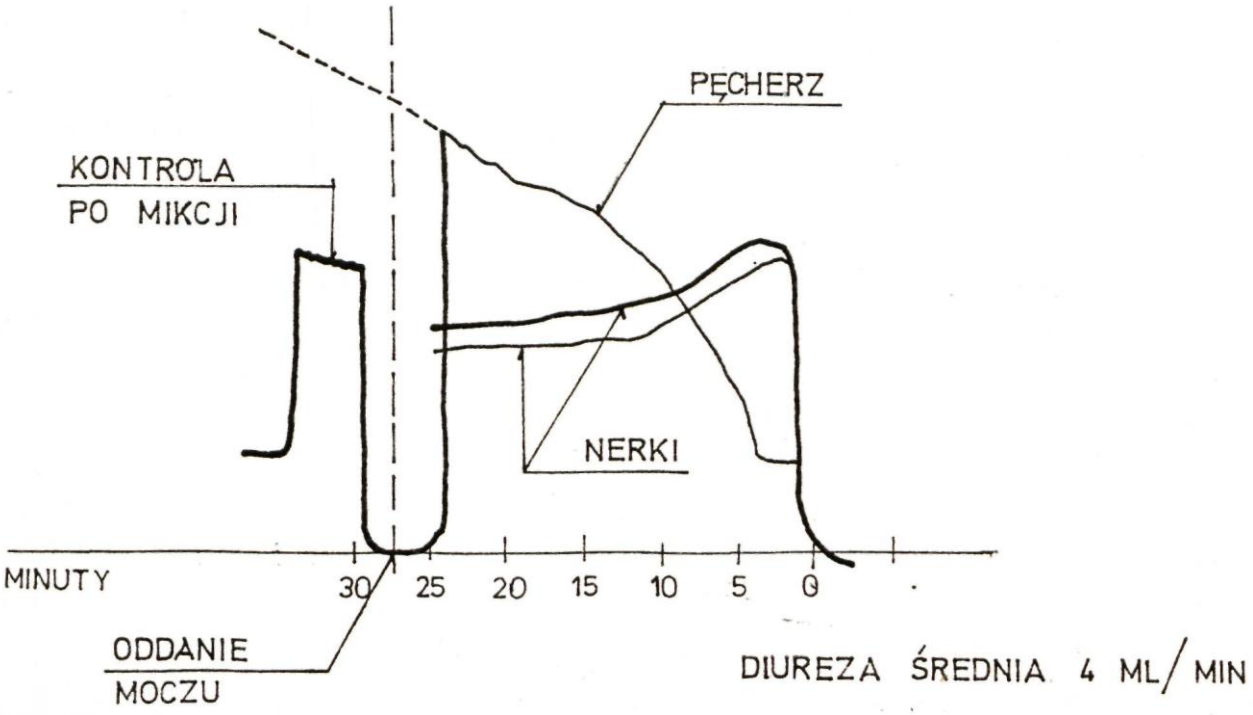
RYS. 2

ZALEGANIE MOCZU W PĘCHERZU PO MIKCJI WYZNACZONE Z OBU CYSTOGRAMÓW

HIPURAN J 125 52 % = 48 cm^3



EDTA Cr 51 51 % = 47 cm^3



ręcznie optymalne położenie licznika pęcherzowego. Po 5 min rejestracji aktywności moczu w tym położeniu, pacjent oddawał mocz do zlewki 1 wyłączał elektryczny stoper mierzący okres diurezy, po czym powracał na fotel renocystografu. Powtarzalne usytuowanie pęcherza względem licznika uzyskiwano dzięki dociskowi pleców do oparcia, dzięki bocznym ogranicznikom oraz dzięki zatrzaskowi sprzęgającemu wózek kolumny licznika pęcherzowego z fotelem. Po 5 min rejestracji aktywności pozostającej w pęcherzu po mikcji wyznaczano zaleganie względne jako stosunek rzędnej cystogramu po mikcji do rzędnej przed mikcją, obliczany dla momentu wyłączenia stopera. Objętość zalegającą obliczano na podstawie zalegania względnego oraz objętości wydalonego moczu. Oznaczenia te wykonywano na podstawie cystogramu hipuranowego i EDTA. Uzyskiwano dwie, na ogół różne wartości, które u osób bez nadwagi różniły się nie więcej niż 10 % wartości dla EDTA /rys.2/. Jako wartość zalegania przyjmowano średnią arytmetyczną obu wyników. Jeśli zaleganie różniło się o więcej niż 10 %, przyjmowano wartość dla EDTA jako miarodajną. Różnice takie występowały bowiem u osób z nadwagą i były spowodowane znacznie większym pochłanianiem promieniowania J125 niż Cr51, szczególnie przez spojenie łonowe. Diurezę oznaczano Jako wartość średnią dzieląc łączną objętość moczu wydalonego i zalegającego przez okres między oddaniem moczu przed oraz po badaniu.

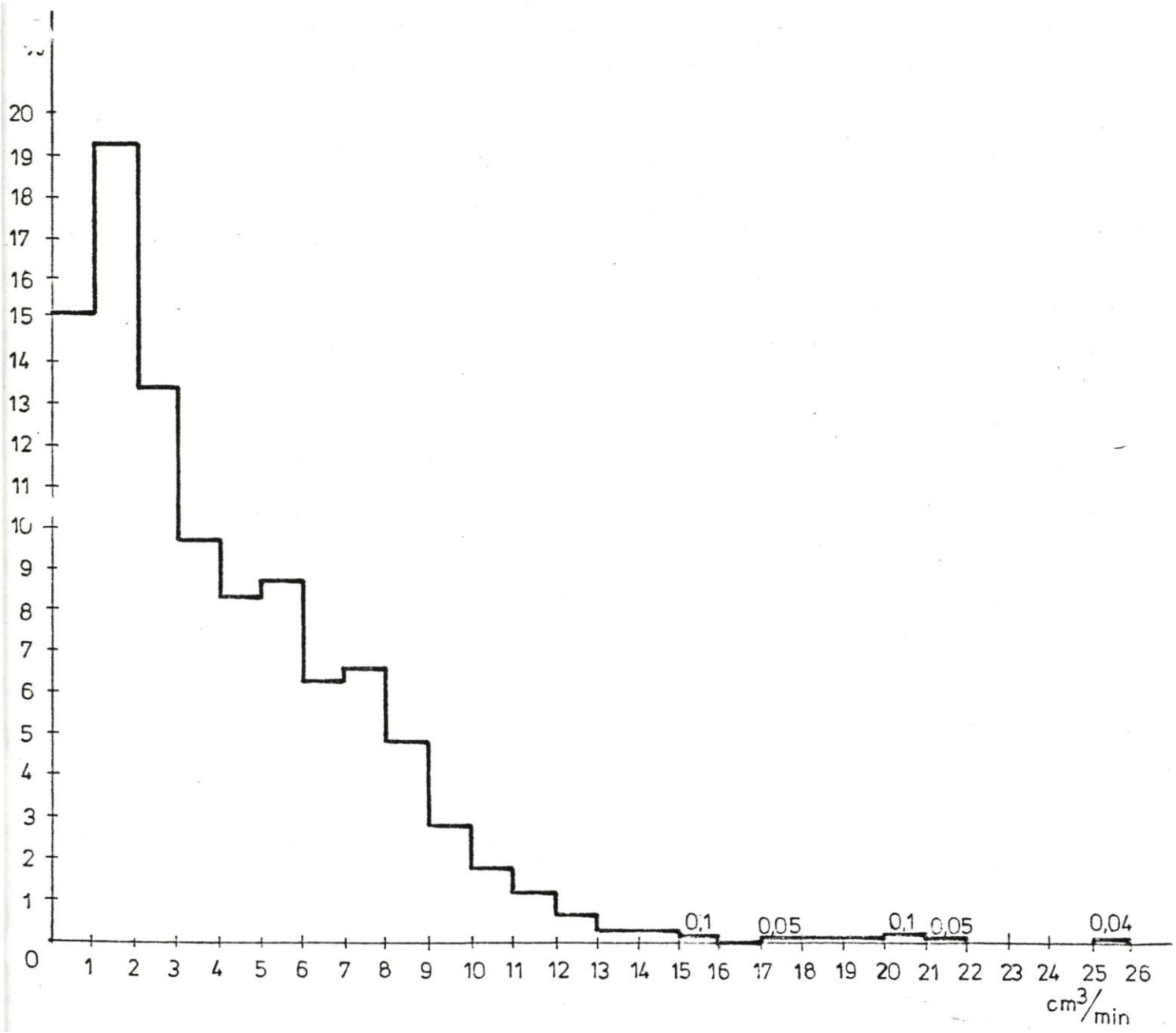
WYNIKI

Rozkład statystyczny wartości średniej diurezy przedstawiono na rys. 3. Najczęściej diureza wynosiła 1-2 cm^3/min. Rozkład względnych wartości zalegania moczu odniesionych do całkowitej jego objętości ukazuje rys. 4. Najczęstsze były przypadki zawarte w granicach 1-10 %. Rozkład wartości bezwzględnych objętości moczu zalegających po mikcji zilustrowano na rys. 5. Najczęściej występowały

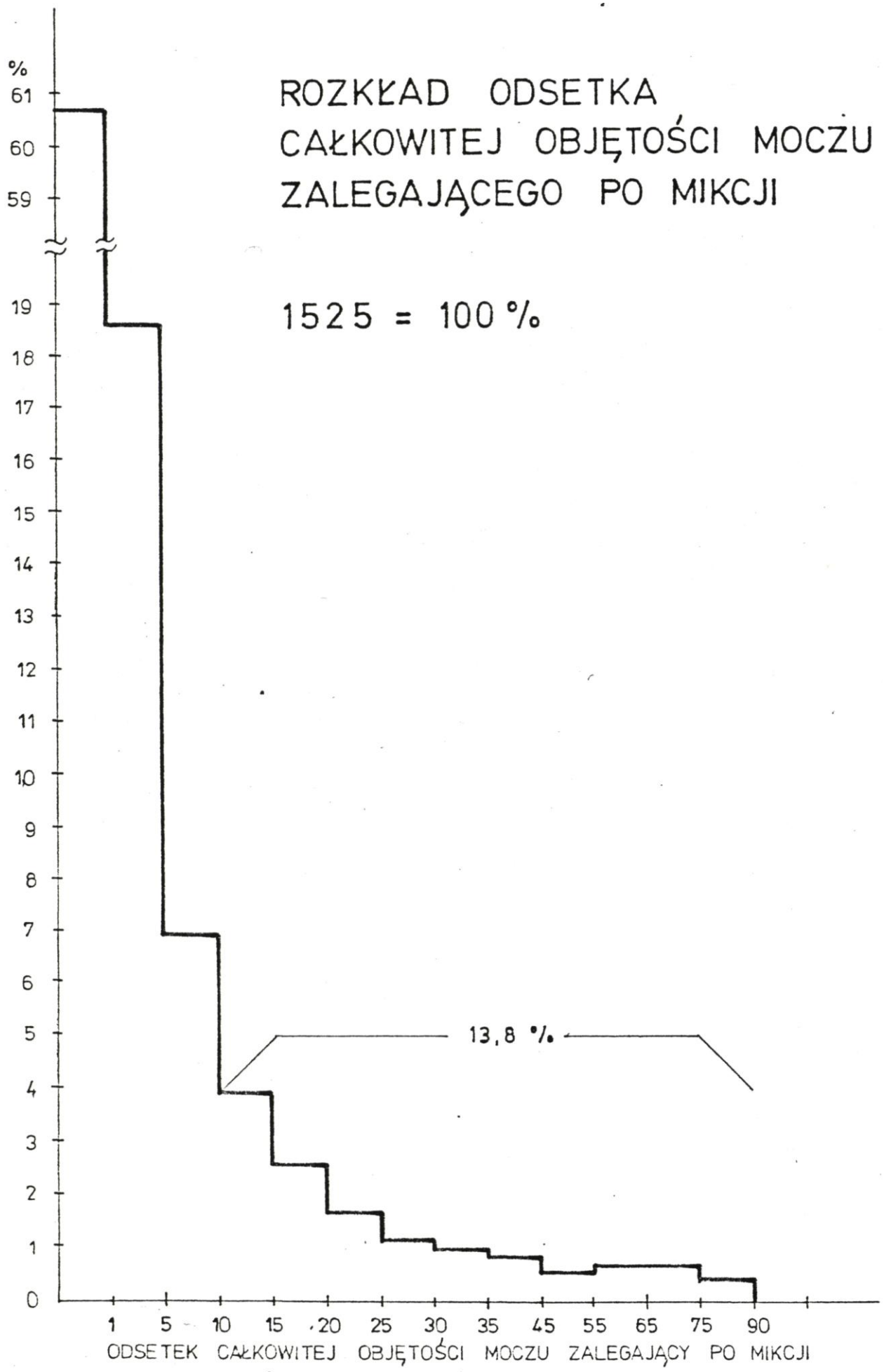
RYS. 3

ROZKŁAD WARTOŚCI ŚREDNIEJ DIUREZY WODNEJ

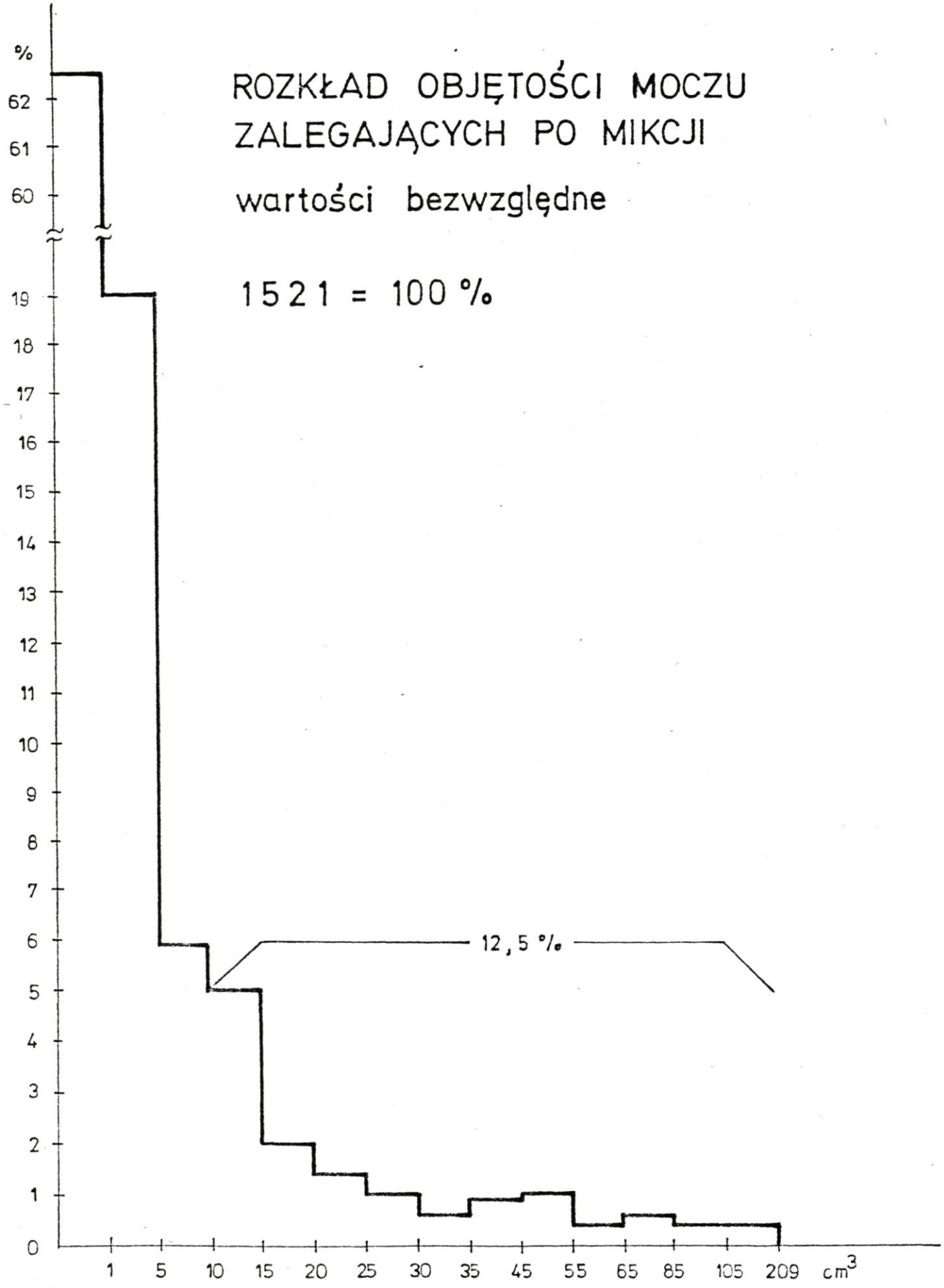
1521 = 100 %



RYS. 4


ROZKŁAD ODSETKA
CAŁKOWITEJ OBJĘTOŚCI MOCZU
ZALEGAJĄCEGO PO MIKCJI
1525 = 100 %
%
61
60
59
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
13,8 %
1
5
10
15
20
25
30
35
45
55
65
75
90
ODSETEK CAŁKOWITEJ OBJĘTOŚCI MOCZU ZALEGAJĄCY PO MIKCJI

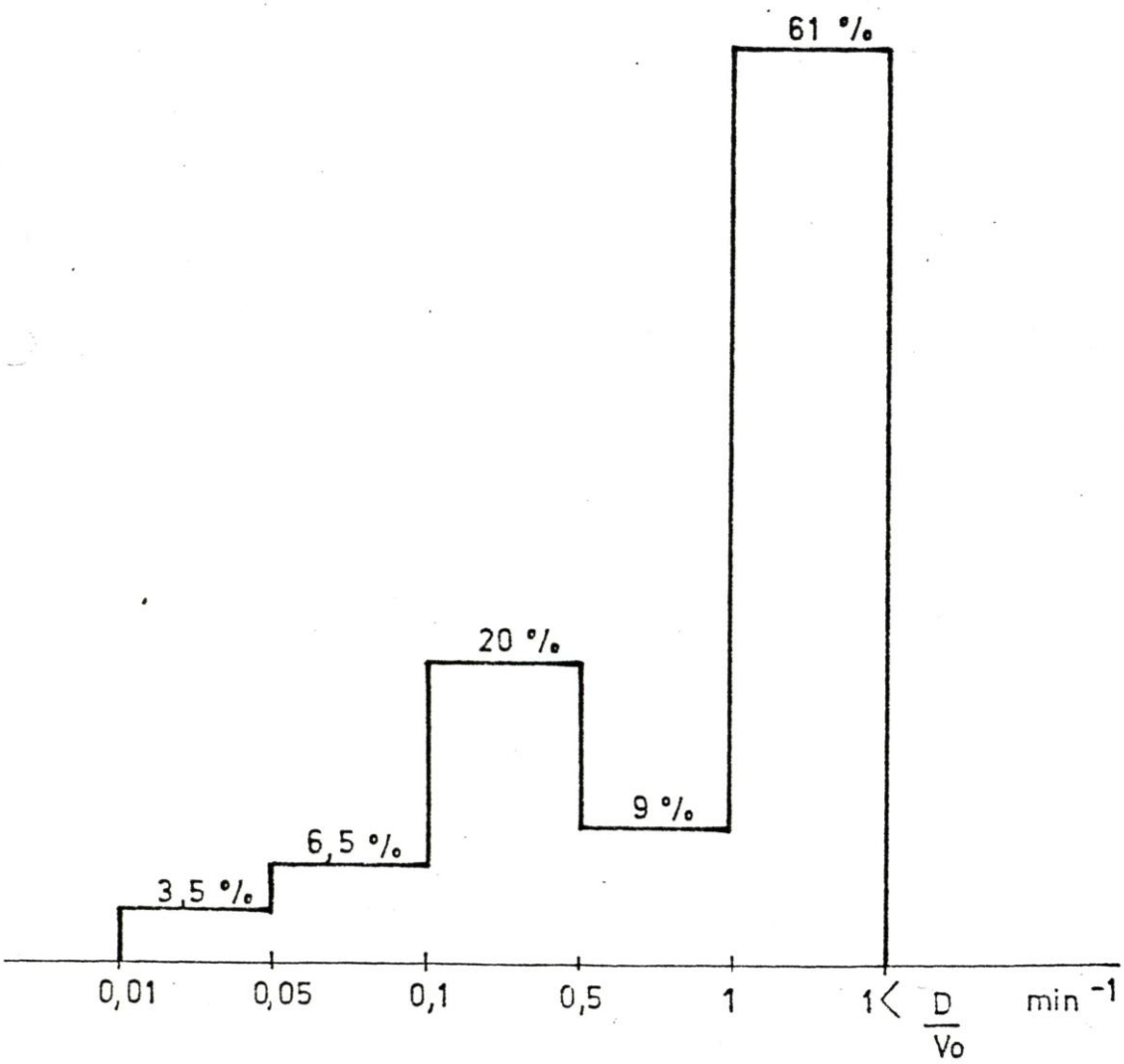
RYS. 5


ROZKŁAD OBJĘTOŚCI MOCZU
ZALEGAJĄCYCH PO MIKCJI
wartości bezwzględne
1521 = 100 %
%
62
61
60
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
12,5 %
1
5
10
15
20
25
30
35
45
55
65
85
105
209
cm3

RYS. 6

ROZKŁAD WARTOŚCI DIUREZY WZGLĘDNEJ

$\frac{D}{Vo}$



objętości 1-5 cm^3. Rozkład wartości diurezy odniesionej do objętości moczu zalegającego po mikcji ukazuje rys. 6. Według kryteriów ustalonych w poprzedniej pracy /1/ u około 60% osób nie stwierdzono warunków sprzyjających infekcji związanej z zaleganiem moczu i diurezą. U około 9 % osób stwierdzono stosunek diurezy do zalegania sprzyjający infekcji v stopniu miernym tj. $0,5<D/V_o\leq 1$. U ponad 26 % osób stwierdzono zaleganie z diurezą silnie sprzyjające rozwojowi infekcji tj. $0,05<D/V\leq 0,5$. U ponad 3 % osób - zaleganie i diurezę bardzo silnie sprzyjające infekcji $0,01\leq D/V_o\leq 0,05$. Wartości D/V_o niższych od 0,01 w naszym materiale nie stwierdzono.

OMÓWIENIE

Pomimo znacznej przewagi przypadków z małym zaleganiem, duża częstość występowania małych wartości diurezy daje w rezultacie dużą częstość występowania przypadków z $D/V_o\leq 1$ co, jak stwierdzono w poprzedniej pracy /1/, sprzyja rozwojowi infekcji. Wyniki te uzyskano po podaniu 500 cm^3 wody na godzinę przed mikcją. Należy przy-puszczać, że bez takiego nawodnienia wyniki byłyby jeszcze gorsze. Stanowi to argument przemawiający za przyjęciem tezy poprzedniej pracy /1/ o znaczeniu upowszechniania rutynowych badań diurezy odniesionej do objętości moczu zalegającego po mikcji. Z naszych doświadczeń wynika, że postulat ten można by zrealizować w stosunkowo prosty sposób, uzupełniając renografię o cystografię i pomiar objętości wydalonego moczu z okresem wydalania, przy przestrzeganiu opróżnienia pęcherza przed renografią.

WNIOSKI

1. U znacznej ilości osób kierowanych do renografii w związku z kamicą, stanami zapalnymi nerek i nadciśnieniem, należy spodziewać się wartości diurezy odniesionej do objętości moczu zalegającego po mikcji w zakresie 0,01 do 1, sprzyjającym rozwojowi infekcji.
2. Celowe jest upowszechnienie oznaczenie diurezy odniesionej do objętości zalegającego moczu.
3. Oznaczenia te można by zrealizować przez poszerzenie renografii o cystografię, o oznaczenie względnego zalegania moczu po mikcji oraz oznaczenie średniej diurezy.

PIŚMIENNICTWO

1. Górski S. Analiza modelowa swobodnego rozwoju infekcji w moczu w zależności od wielkości diurezy i zalegania moczu po mikcji. Przygotowana do druku

2. Magnus H.E., Brauchle E., Haubrich R.: Zur Rescharnbestimmung mit Radioisotopen Der Radiologe, 1970, 418-421

3. Górski S.: Ilościowa renocystografia kłąbkowo-kanalikowa za pomocą renocystografu RENO DUAL MK1. W przygotowaniu do druku.

4. Górski S., Kaźmierczak W, Serba J.: Nowe urządzenie do badań czynnościowych nerek - renocystograf mikrokomputerowy RENO DUAL Praca przygotowana do druku w Polskim Przeglądzie Radiologii i Medycyny Nuklearnej.

Uwaga

Propozycje podane we wnioskach zrealizowano i przedstawiono w szeregu wykładów i referatów zjazdowych. Zob. Gorski S.; RENOMIC 2 2.1.2015 https://drive.google.com/file/d/0B9arBF3QIrpkdDkyQzVfcmZydDg/view