

ODREĐIVANJE ELIPSOIDNIH VOLUMENA TEKUĆEG SADRŽAJA POMOĆU ULTRAZVUKA

Ž. Bobić, A. Polović, M. Polović i G. Bobić

Medicinski centar »Dr Dragomir Drakulić – Puba«, Karlovac

(Primljeno 15. VI. 1987)

Predložena je formula za izračunavanje elipsoidnih volumena tekućeg sadržaja pomoću ultrazvuka kojim su izmjereni potrebni elementi za proračun. Predložena formula glasi: $V = ABC\pi/6$. Model je ispitan na aparatu koji je za ovu priliku posebno konstruiran. Zbog tehničkih karakteristika aparature područje mjerenja bilo je ograničeno na volumene od 50 do 112 ml. Rezultati 32-ju mjerenja na modelu pokazali su veoma visoku povezanost između proračunatih i pravih vrijednosti koja je iznosila $r = 0,979$ i veoma točnu procjenu (najmanja razlika između proračunatih i pravih vrijednosti iznosila je 0,1 ml, a najveća 10,0 ml), pa se otvara mogućnost primjene ovog modela u medicinskoj dijagnostičkoj praksi.

Kako je akustička impedancija fluida i solidnog tkiva različita, to nam omogućuje dobru vizualizaciju oblika presjeka tekućih struktura. Informacije dobivene ovom metodom, odnosno ultrazvučnim dijagnostičkim aparatima korištene su i za određivanje volumena pojedinih organa ispunjenih tekućinom (1, 2, 3). Pedersen i suradnici (3) usporedili su rezultate određivanja volumena mokraćnog mjehura dobivene kateterizacijom i računskim putem. Parametri koji su korišteni za izračunavanje volumena mokraćnog mjehura dobiveni su pomoću ultrazvuka kojim su izmjerili sagitalni i transverzalni presjek, te na taj način odredili dužinu, širinu i dubinu mjehura. Volumen su odredili tako da su pomnožili ova tri parametra. Korelacija između ove dvije skupine podataka iznosila je $r = 0,90$. Također su izvršili i regresijsku analizu. Međutim, iz njihovih rezultata je vidljivo da su volumeni koje su oni odredili računskim putem značajno precijenjeni što upućuje na sistematsku pogrešku, tim prije što je povezanost između ove dvije skupine rezultata bila vrlo visoka ($r = 0,90$). Zbog toga je i cilj ovog rada da se predloži precizniji način izračunavanja ovalnih volumena te da se eksperimentalno ispita.

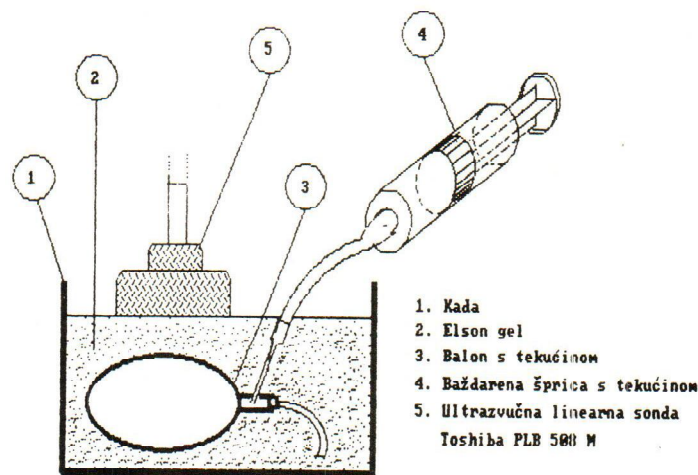
MATERIJAL I METODE

Kako strukture čiji volumen želimo mjeriti imaju oblik nepravilna elipsoida a ne kvadra (3), formula za izračunavanje takvog volumena ne može biti jednostavan umnožak dužine, širine i dubine, nego treba raditi po formuli za izračunavanje volumena nepravilnog elipsoida čiji su parametri po sve tri osi nejednaki. Formula glasi:

$V = ABC\pi/6$ gdje je: A = duljina, B = širina, C = visina, (elipsoida) $\pi = 3,14159$

Pomoću ove formule, uz poznate dimenzije elipsoida, njegov volumen može se vrlo jednostavno i brzo izračunati.

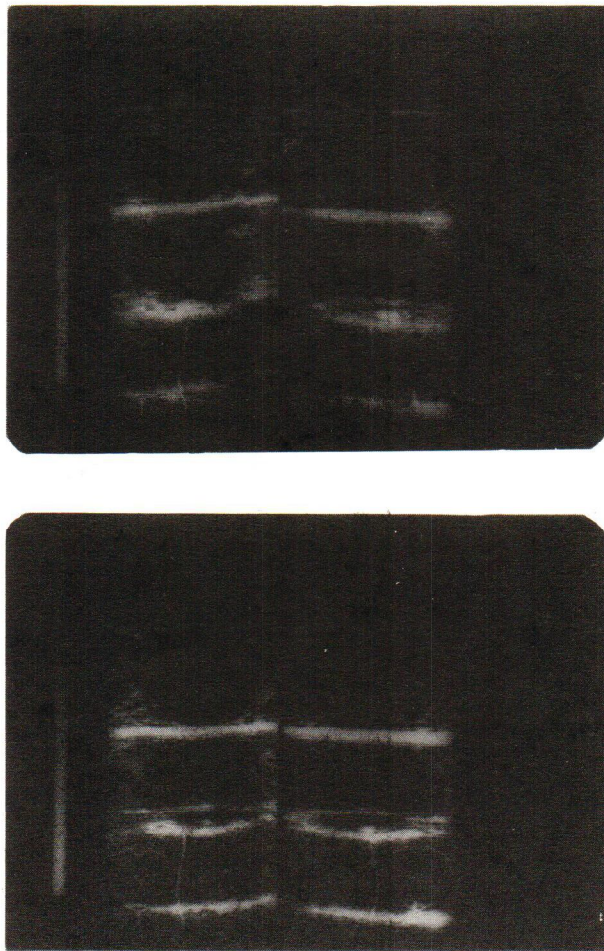
Da bismo eksperimentalno provjerili ispravnost formule, konstruirali smo jednostavnu aparaturu kao što je prikazano na slici 1. Jednu kadu smo ispunili Elson gelom u koji smo uronili balon ispunjen tekućinom. Balon je bio spojen s baždarenom štrcaljkom s kojom je činio zatvoren sistem. Tako je bilo moguće po volji mijenjati količinu tekućine u balonu, a samim tim i njegov volumen. Kroz cijelo vrijeme pokusa mogli smo točno znati koliko ima tekućine u balonu. Pokus je bio izveden tako da je jedan eksperimentator manipulirao štrcaljkom i vodio protokol, a drugi pomoću ultrazvučne sonde određivao presjeke balona i očitavao njihove vrijednosti. Pritom nije znao koliko je tekućine u balonu da bi se isključila mogućnost utjecaja poznavanja volumena na očitavanje rezultata. Bila su izvršena ukupno 32 mjerenja. Rezultati su uneseni u protokol za statističku obradu. Također je bilo učinjeno i nekoliko snimaka (slika 2).



Sl. 1. Shematski prikaz aparature konstruirane za provjeru preciznosti računskog načina određivanja volumena nepravilnog elipsoida.

REZULTATI I RASPRAVA

Kao što su rezultati eksperimenta pokazali, predložena formula pokazala je veliku preciznost i pouzdanost. Korelacija između računski određenih i pravih volumena iznosila je $r=0,979$. Treba napomenuti da su volumeni balona iznosili od 50 do 112 ml. Ispod 50 ml nije bilo moguće mjeriti zbog konstrukcije balona koji je imao određenu formu i kad je bio prazan, pa bi deformacije oblika bile prevelike. Isto tako nisu mogli biti izmjereni volumeni veći od 112 ml zbog veličine ultrazvučne sonde koja ne može mjeriti veličine struktura koje su duže od nje same. U okviru tehničkih mogućnosti korištene aparature mjerenja su bila korektno izvršena.

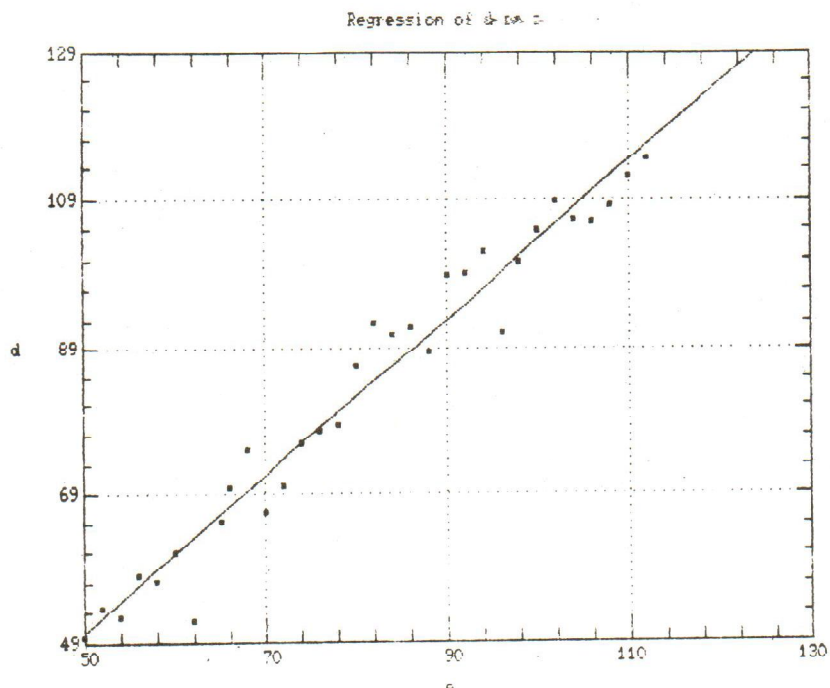


Sl. 2. Ultrazvučna snimka mjerenja dužine, visine i širine balona (na gornjoj slici parametri $D1$ i $D2$ označavaju širinu i visinu balona, a na donjoj, $D1$ označava dužinu balona)

Tabela 1.

Tabelarni prikaz rezultata dobivenih u pokusu
(*A = dužina balona, B = širina balona, C = dubina (visina) balona, D = volumen balona*
dobiven računski iz $V = ABC\pi/6$, E = pravi volumen balona)

RB	A	B	C	D	E
01	7,0	4,0	3,4	49,8	50,0
02	6,8	4,4	3,9	61,1	60,0
03	6,9	4,5	4,1	66,6	70,0
04	7,5	4,8	4,6	86,7	80,0
05	7,9	5,1	4,7	99,1	90,0
06	7,0	4,7	4,5	77,5	76,0
07	6,7	3,9	3,8	52,0	62,0
08	6,4	4,1	3,9	53,6	52,0
09	7,5	4,4	4,4	76,0	74,0
10	7,7	5,2	5,0	104,8	100,0
11	7,6	5,2	4,8	99,3	92,0
12	6,9	4,3	4,2	65,2	64,0
13	7,1	4,5	4,2	70,2	72,0
14	6,6	4,1	3,7	52,4	54,0
15	7,4	5,2	4,6	92,6	82,0
16	6,6	4,2	4,0	58,0	56,0
17	7,4	4,3	4,2	69,9	66,0
18	7,7	4,8	4,7	90,9	84,0
19	7,1	4,6	4,4	75,2	68,0
20	7,2	4,0	3,8	57,3	58,0
21	7,4	4,5	4,5	78,4	78,0
22	7,8	4,8	4,7	92,1	86,0
23	7,5	5,2	5,0	102,1	94,0
24	7,4	5,3	4,9	100,6	98,0
25	7,4	5,2	4,4	88,6	88,0
26	7,6	5,1	4,5	91,3	96,0
27	7,5	5,4	5,1	108,1	108,0
28	8,0	5,3	4,9	108,7	102,0
29	8,1	5,5	4,8	111,9	110,0
30	7,8	5,1	5,1	106,2	104,0
31	8,1	5,4	5,0	114,5	112,0
32	8,1	5,1	4,9	105,9	106,0



Sl. 3. Regresija procjene volumena (D) prema točnoj vrijednosti (E). Koeficijent korelacije između pravih i proračunanih vrijednosti iznosi $r(D, E) = 0,9789$, nagib regresijskog pravca $D = a + bE$ iznosi $1,067 \pm 0,041$, a odsječak $-3,1 \pm 3,4$. Kako odsječak nije statistički značajan valja se poslužiti modelom pravca kroz ishodište: $D = 1,031E$.

ZAKLJUČCI

- 1) Predložena je formula za izračunavanje elipsoidnih volumena tekućih sadržaja čiji su parametri izračunati pomoću ultrazvuka i koja glasi $V = ABC\pi/6$ (A = duljina, B = širina, C = visina, $\pi = 3,14$).
- 2) Formula je provjerena na, za tu svrhu konstruiranoj aparaturi i nađena je visoka povezanost između proračunatih i pravih volumena ($r = 0,979$).
- 3) Najmanja razlika između pravih i proračunatih volumena iznosila je 0,1 ml, a najviša 10,0 ml.
- 4) Kako je formula pokazala visoku pouzdanost, otvara se mogućnost njezine daljnje provjere u medicinskoj dijagnostičkoj praksi.

Literatura

1. Holmes, J. H.: Ultrasonic studies of bladder, J. Urol., 97 (1967) 685.
2. West, K. A.: Sonocystography: method for measuring residual urine, J. Urol. Nephrol., 125 (1967) 69.
3. Pedersen, J. F., Bartrum, R. J. Jr., Grytter, C.: Residual urine determination by ultrasonic scanning, Am. J. Roentgenol. Rad. Therapy & Nuclear Med., 125 (1975) 476.

Summary

A MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINING ELLIPTICAL VOLUMES OF FLUID CONTENTS BY MEANS OF ULTRASOUND

A mathematical model for calculating elliptical volumes of fluid contents by means of ultrasound is described. The suggested formula is: $V = ABC\pi/6$. The model was investigated on the apparatus which was especially constructed for the purpose. Because of the technical characteristics of the apparatus the measuring range was limited to the volumes from 50 to 112 ml. The results of 32 measurements on the model showed a very high correlation between the calculated and real values ($r = 0.979$), and a high accuracy of evaluation (the lowest difference between the calculated and real values was 0.1 and the highest 10.0 ml). This opens a possibility of applying the model in medical diagnostic practice.

»Dr Dragomir Drakulić-Puba«
Medical Centre, Karlovac

Received for publication
June 15, 1987