

# In-vitro volumeberekening met behulp van driedimensionale echoscopie

**Citation for published version (APA):**

Smeets, N. A. C., Dvinskikh, N. A., Tillaart, van den, J., Wijn, P., & Oei, S. G. (2005). In-vitro volumeberekening met behulp van driedimensionale echoscopie. *Medisch Journaal van het Maxima Medisch Centrum*, 34(1), 19-21.

**Document status and date:**

Published: 01/01/2005

**Document Version:**

Publisher's PDF, also known as Version of Record (includes final page, issue and volume numbers)

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# In-vitro volumeberekening met behulp van driedimensionale echoscopie

N.A.C. Smeets, gynaecoloog i.o., N. Dvinskikh, studente technische natuurkunde\* en ir. J. van den Tillaart, klinisch fysicus i.o., prof. dr. ir. P.F.F. Wijn, klinisch fysicus en prof. dr. S.G. Oei, gynaecoloog

## Samenvatting

Driedimensionale echoscopie neemt toe in populariteit. De klinische relevantie van driedimensionale echoscopie voor de verloskunde is echter niet bewezen. Wij veronderstellen dat de mogelijkheid van volumemetingen een meerwaarde zal opleveren voor de klinische praktijk. De standaard gebruikte handmatige methode is bewerkelijk en afhankelijk van de ervaring van de onderzoeker. Het is gelukt een semi-automatiseerde methode voor volumeberekeningen te ontwikkelen. Deze methode is reproduceerbaar en lijkt betrouwbaar. In dit artikel worden de resultaten besproken van een pilotstudy.

## Inleiding

De laatste jaren is de driedimensionale echoscopie in de obstetrie duidelijk in opmars. De klinische meerwaarde van driedimensionale echoscopie boven tweedimensionale echoscopie in de gynaecologie en verloskunde staat echter nog niet vast. Met behulp van de driedimensionale echoscopie is het mogelijk om volumemetingen te verrichten. Daarom zijn we een project gestart in de gynaecologie en verloskunde, waarin we op zoek gaan naar de klinische relevantie van volumemetingen. Momenteel worden de volumemetingen verricht met behulp van een door de fabrikant meegeleverd programma VOCAL® (virtual organ computer aided analysis) (Kretz, Wenen, Oostenrijk), dit is een handmatige procedure die tijdrovend is en een vaste hand vereist. Uit de literatuur blijkt dat de handmatige driedimensionale volumemeting in-vitro betrouwbaar is en dat deze op zijn minst vergelijkbaar is met de conventionele tweedimensionale echoscopie<sup>1-6,9</sup>. Invoering in de dagelijkse praktijk heeft tot nu nog niet plaatsvonden.

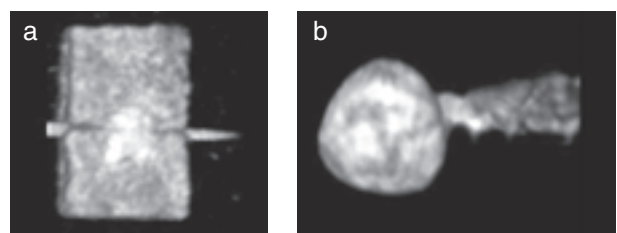
In het verleden bleek een eerder ontwikkelde semi-automatische methode voor endoscopische echoscopische volumemetingen veelbelovend<sup>8</sup>. In een gezamenlijk onderzoeksproject met de Technische Universiteit Eindhoven is een nieuwe semi-automatische methode ontwikkeld voor de volumemeting van verschillende objecten in 3D ultrageluid beelden. De betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van de semi-automatische methode is in-vitro onderzocht met behulp van een ultrageluid fantoom en vergeleken met de handmatige methode. In dit artikel bespreken we onze eerste resultaten. Indien de resultaten van deze pilotstudy positief zijn, zullen grotere onderzoeken worden uitgevoerd in-vitro en in-vivo.

## Materiaal en methode

Voor het in-vitro model hebben we gebruik gemaakt van een ultrageluid fantoom, welke uit een kunststof bak met een metalen frame (afmetingen: 20 x 20 x 30 cm) bestaat. Deze kunststof bak werd gevuld met water, waarna er twee objecten in werden geplaatst. Van beide objecten werd met behulp van de Kretz Voluson 730 (figuur 1) een volumescan gemaakt. Door drie onderzoekers werd van een ballon gevuld met 20 ml water en een kunststof blokje met een volume van 15 ml (figuur 2) vijftien maal het volume bepaald met behulp van het software programma VOCAL® (figuur 3). Ook werd van beide objecten het volume berekend met behulp van een door ons zelf ontwikkelde



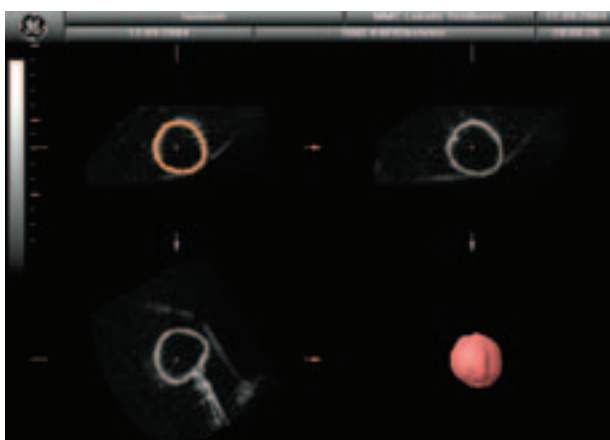
Figuur 1. Kretz Voluson 730.



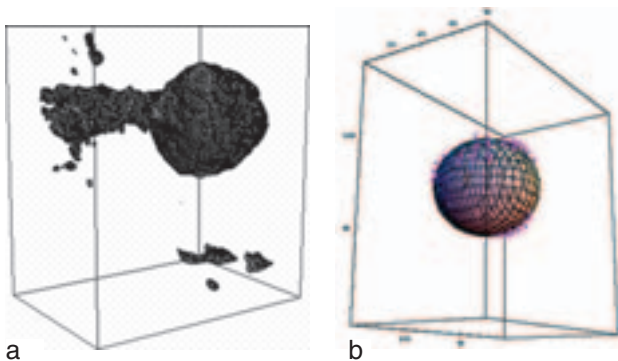
Figuur 2. Driedimensionaal beeld van de gemeten objecten. (a) blok met een inhoud van 15 ml. (b) ballon met een inhoud van 20 ml.

\* Technische Universiteit, Eindhoven

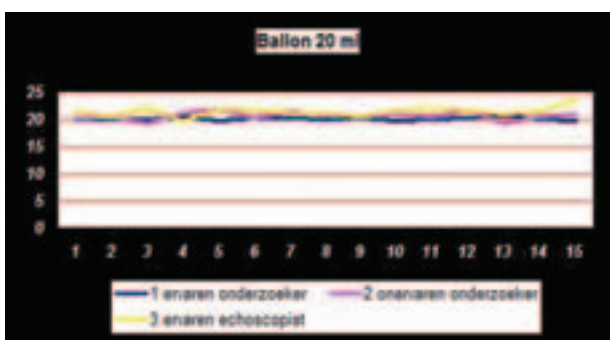
methode met behulp van het software pakket Mathematica (Wolfram Research Inc, Illinois, USA). Het volumebeeld werd versterkt en als driedimensionale matrix bewerkt met behulp van twee verschillende non-linear enhancement technieken om de ruis in het beeld te verminderen. Het 3D ultrageluid beeld werd geoptimaliseerd door het gebied van interesse homogener te maken en de belangrijkste grenzen tussen de objecten aan te scherpen door berekening van de beeldgradiënt (figuur 4). Hierna werden de gewenste objecten gesegmenteerd met twee verschillende segmentatie technieken: iso-intensiteitscontoursegmentatie en rand-focussegmentatie. Als resultaat werd een set van coördinaten in drie dimensies verkregen die beschrijven waar de objecten zich in de volumebox bevinden. Indien de vorm van het object lijkt op een bol of ellipsoïd, kan een pasvorm worden gevonden en het volume worden berekend (figuur 5). Met be-



Figuur 3. Het verkregen volume berekend door middel van de handmatige methode met het programma VOCAL®.



Figuur 5. Iso-intensiteit: (a) de voxels met de geselecteerde grijs-waarde. (b) de hieruit berekende ellipsoïd.



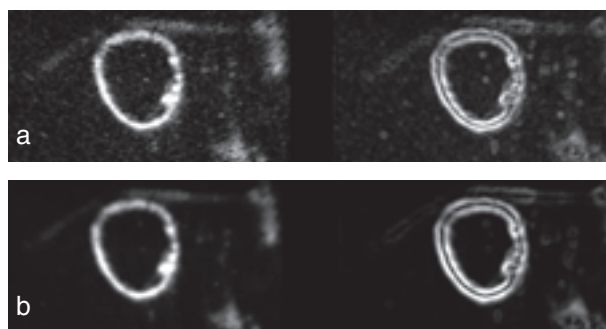
Figuur 7. Transsone ballon met een inhoud van 20 ml.

hulp van edge detection is het ook mogelijk, vanaf het middelpunt van het object, de coördinaten van de grens tussen twee verschillende grijswaarden te berekenen (figuur 6).

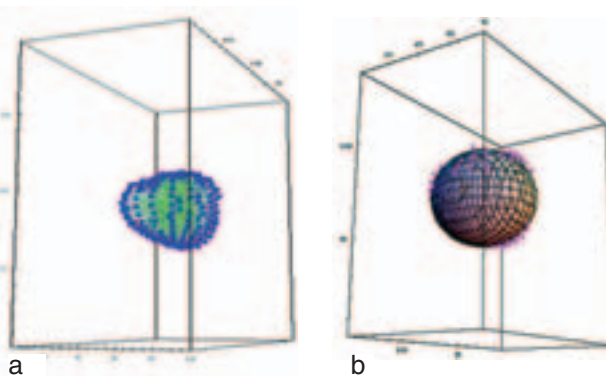
### Resultaten

In figuur 7 en 8 zijn de gegevens van de metingen door de drie onderzoekers weergegeven. Onderzoeker 1 heeft ervaring met echoscopie en met het programma VOCAL®, onderzoeker 2 heeft weinig echoscopie-ervaring, maar wel ervaring met het programma VOCAL®, onderzoeker 3 heeft ervaring met echoscopie, maar weinig ervaring met het programma VOCAL®.

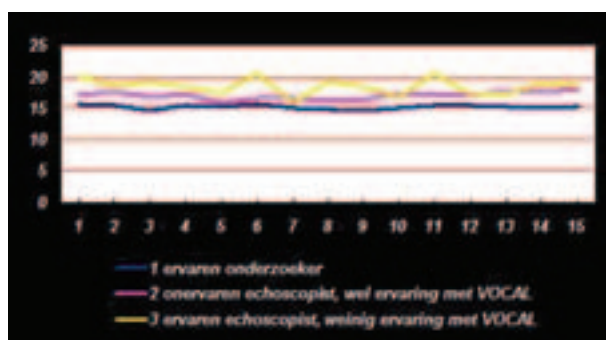
De resultaten van de handmatige en de semi-automatische methode zijn weergegeven in tabel 1 en 2. Bij de meting van de transsone bolvormige structuur wordt met de handmatige meting een procentuele meetfout gevonden variërend van 1,0% voor de onderzoeker die ervaring heeft met het VOCAL® programma tot 7,1% voor de onderzoeker met weinig



Figuur 4. (a) links oorspronkelijk beeld, rechts gradiënt van oorspronkelijk beeld; (b) links beeld na beeldbewerking, rechts gradiënt van dit beeld.



Figuur 6. Randdetectie: (a) de voxels met een bepaalde afstand van tot het middelpunt. (b) de berekende ellipsoïd.



Figuur 8. Echodens blokje met een inhoud van 15 ml.

**Tabel 1. Ballon met een inhoud van 20 ml. Resultaten onderzoeker 1, 2 en 3. De semi-automatische methode is 4.**

Onderzoeker	Gemiddelde (spreiding) (ml)	Absolute meetfout (ml)	Procentuele meetfout (%)
1	20,1 (19,7-20,6)	0,2	1,0
2	20,7 (19,3-20,4)	0,8	4,2
3	21,4 (19,8-23,6)	1,4	7,1
4	19,4	0,6	3,0

ervaring met 3D volumemetingen. De semi-automatische methode heeft een procentuele meetfout van 3,0%. De procentuele meetfout van de ervaren onderzoeker is bij de meting van het echodense blokje 2,1% en van de onervaren onderzoeker 23,1%. De semi-automatische methode heeft een procentuele meetfout van 0,6%.

### Beschouwing

Onze eerste resultaten geven aan dat het mogelijk lijkt om in een nagebootste situatie van een foetus in een met vruchtwater gevulde baarmoeder redelijk betrouwbare volumemetingen te verrichten met een meetfout van enkele procenten. Voor de handmatige methode geldt dat ervaring met het programma de meetfout verkleint. De meetfout van de semi-automatische methode lijkt in de orde te liggen van de handmatige methode met als voordeel dat er geen leercurve is en de reproduceerbaarheid optimaal is.

Deze pilotstudy geeft aan dat het de moeite waard is om een groter onderzoek op te zetten waarin de betrouwbaarheid en reproduceerbaarheid van echoscopische 3D volumemetingen zal worden onderzocht. Er zullen meer vormen van verschillende grootte worden onderzocht door een grotere groep echoscopisten die allen geblindeerd zullen worden voor het oorspronkelijke volume en de resultaten van de metingen.

Het berekenen van het volume van een ellipsoïde vorm is reeds nu betrouwbaar, voor andere niet-ellipsoïde vormen is het huidige software pakket van Mathematica nog niet in staat om volumemetingen te verrichten. Een vorm die niet ellipsoïd is, kan worden opgevat als een sferische vorm met behulp van spherical harmonics. We verwachten dat het met Mathematica op korte termijn ook mogelijk is het volume van deze structuren te berekenen.

**Tabel 2. Blok met een inhoud van 15 ml. Resultaten onderzoeker 1, 2 en 3. De semi-automatische methode is 4.**

Onderzoeker	Gemiddelde (spreiding) (ml)	Absolute meetfout (ml)	Procentuele meetfout (%)
1	15,2 (14,6-15,6)	0,3	2,1
2	17,0 (14,2-17,9)	2,0	4,0
3	18,5 (14,2-20,1)	3,5	23,1
4	15,6	0,1	0,6

### Conclusie

De handmatige volumeberekening, met behulp van het programma VOCAL<sup>®</sup>, is een tijdrovende en bewerkelijke methode en de betrouwbaarheid van deze methode lijkt afhankelijk te zijn van de ervaring van de echoscopist met handmatige volumemetingen. Semi-geautomatiseerde volumeberekening blijkt mogelijk te zijn. In een vervolgonderzoek zal worden onderzocht of de semi-automatische methode een goed en betrouwbaar alternatief is voor de handmatige methode.

### Literatuur

1. Riccabona M, Nelson TR, Pretorius DH, Davidson TE. Distance and volume measurement using three-dimensional ultrasonography. *J Ultrasound Med* 1995; 14: 881-886.
2. Riccabona M, Nelson TR, Pretorius DH. Three-dimensional ultrasound: accuracy of distance and volume measurements. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 429-434.
3. Riccabona M, Nelson TR, Pretorius DH, Davidson TE. In vivo three-dimensional sonographic measurement of organ volume: validation in the urinary bladder. *J Ultrasound Med* 1996; 15: 627-632.
4. Hashimoto S, Goto H, Hirooka Y, Itoh A, Ishiguro Y, Kojima S, Hirai T, Hayakawa T, Naitoh Y. An evaluation of three-dimensional ultrasonography for the measurement of gallbladder volume. *Am J Gastroenterol* 1999; 94: 3492-3496.
5. Wong J, Gerscovich EO, Cronan, Seibert JA. Accuracy and precision of in-vitro volumetric measurements by three-dimensional sonography. *Invest Radiol* 1995; 31: 26-29.
6. Hosli IM, Tercanli S, Herman A, Kretschmann M, Holzgreve W. In-vitro volume measurement by three-dimensional ultrasound: comparison of two different systems. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1998; 11:17-22.
7. De Odorico I, Spaulding KA, Pretorius DH, Lev-Toaff AS, Bailey TB, Nelson TR. Normal splenic volumes estimated using three-dimensional ultrasonography. *J. Ultrasound Med* 1999; 18: 231-236.
8. Yoshino J, Nakazawa S, Inui K, Wakabayashi T, Okushima K, Kobayashi T, Nakamura S, Watanabe S, Asakura N. Volume measurements using tissue characterization of three-dimensional endoscopic ultrasonographic images. *Endoscopy* 2000; 32: 624-629.
9. Barry CD, Allott CP, John NW, Mellor PM, Arandel PA, Thomson DS, Waterton JC. Three-dimensional freehand ultrasound: image reconstruction and volume analysis. *Ultrasound Med Biol* 1997; 23: 1209-1224.