

of the IB and sperm cervical mucus contact (SCMC) tests. There is reliable evidence that IgA-class sperm-specific antibodies are the main mediators of poor sperm penetration of mid-cycle cervical mucus associated with strong shaking reaction during SCMC testing.<sup>11</sup> This phenomenon stresses the importance of sperm surface immunoglobulin detector tests. In this study the IgA and IgG-IB tests revealed a prevalence of 5-7% among consecutive male patients. The results compare excellently with other reports and we are convinced that the IB test can be employed as a sperm antibody detector.<sup>1,9,11</sup> We compared the results of the IgG mixed antiglobulin reaction (MAR)<sup>7</sup> with those of the IgG and IgA-IB tests (E. Pretorius, D. R. Franken, S. Shulman, L. Stevens — unpublished data). During that study we regarded the IB test as a specific and reliable test for the detection of sperm antibodies.

#### REFERENCES

1. Clarke GN, Stojanoff A, Cauchi MN. Immunoglobulin class of spermbound antibodies in semen. In: Bratanov K, ed. *Immunology of Reproduction* (Proceedings of the Fifth International Symposium, Varna, Bulgaria). Sofia: Bulgarian Academy of Sciences Press, 1982: 482-485.
2. Husted S, Hjort T. Sperm antibodies in serum and seminal plasma. *Int J Fertil* 1975; **20**: 97-103.
3. Rümke P, Hekman A. Auto- and iso-immunity to sperm in infertility. *Clin Endocrinol Metab* 1975; **4**: 473-496.
4. Friberg J. Relation between sperm agglutinating antibodies in serum and seminal fluid. *Acta Obstet Gynecol Scand [Suppl]* 1973; **36**: 73-79.
5. Shulman S. Immunologic aspects of infertility. In: Rosse WF, ed. *Clinical Immunology Update*. Amsterdam: Elsevier, 1985: 215-231.
6. Jager S. Immunoglobulin class of antispermatozoal antibodies and inhibition of sperm penetration into cervical mucus. Ph.D. thesis, State University Groningen, The Netherlands, 1981.
7. Jager S, Kremer J, Van Slochteren-Draaisma T. A simple method of screening for antisperm antibodies in the human male: detection of spermatozoal surface IgG with the direct mixed antiglobulin reaction carried out on untreated fresh human semen. *Int J Fertil* 1978; **23**: 12-20.
8. Belsey MA, Eliasson R, Gallegos AJ et al., eds. *Laboratory Manual for the Examination of Human Semen and Semen Cervical Mucus Interaction*. Geneva: WHO, 1980.
9. Shulman S, Pretorius E, Keane T. Antibodies to spermatozoa: XI. The use of immunobeads for the detection of sperm antibodies in serum. *Am J Reprod Immunol* 1985; **9**: 62-66.
10. Franken DR, Slabber CF, Maas DA, Giesteira MVK. Forward progression of spermatozoa: standardization of results. *S Afr Med J* 1978; **54**: 438-440.
11. Pretorius E, Franken DR, Shulman S, Gloeb J. Sperm cervical mucus contact test and immunobead test for sperm antibodies. *Arch Androl* 1986; **16**: 105-107.

# Drukometers in die kliniese en navorsingspraktyk

## 'n Kort kritiese beskouing

P. R. FOURIE, E. BADENHORST, A. R. COETZEE

### Summary

The correct measurement of various blood pressures in clinical practice is of obvious importance. A method by which the frequency response and damping of various transducers and catheters can be determined is discussed and reference is made to values obtained in the validation of certain catheters.

*S Afr Med J* 1987; **71**: 651-654.

Die gebruik van drukometers in die kliniese praktyk, veral in intensiewe sorgenhede sowel as die peri-operatiewe periode, is 'n gevestigde praktyk.<sup>1,2</sup> Akkurate bepaling van bloeddrukwaardes is belangrik aangesien funksionele diagnoses en die daaropvolgende terapie gebaseer word op die lesings of op die waardes wat daarvan bereken word. Aangesien die arteriële en

pulmonêre arteriekateters aan konduksielyste gekoppel word en die waardes ook geregistreer word, is dit noodsaaklik dat die totale registrasiesisteme, d.w.s. die kannule, konduksielyste, drukometer en registreerapparaat, 'n voldoende frekwensierespons moet hê wat die drukveranderinge korrek kan weergee.

Hierdie artikel verwys na 'n eenvoudige en reeds beskreefde tegniek om die frekwensierespons en demping van kateters in die kliniese praktyk te evalueer.<sup>3</sup>

### Metode

In Afb. 1 word die basiese metodiek van frekwensiebepaling grafies uiteengesit. 'n Reservoirsak met fisiologiese soutoplossing onder druk word 1 meter bokant die drukometer gehang. 'n Klepstelsel laat vloei toe met aktivering van die klep en sodra die klep afgesluit word, word 'n vinnige drukdaling teweeggebring en 'n trappoldrukrespons kan sodoende verkry word. Hierdeur kan verskillende kombinasies van kateters en drukometers geëvalueer word. Die kenmerkende respons word in Afb. 2 weergegee.

Om die gedempte natuurlike frekwensie (fd) te bepaal, word die papierspoed van die registreerder genoteer en een siklusafstand (λ, Afb. 2) moet akkuraat uitgemeet word. Deur gebruik te maak van die formule:

$$fd = \left[ \frac{\text{papierspoed (mm/s)}}{\text{siklusafstand (mm)}} \right] \text{ Hz}$$

kan die gedempte natuurlike frekwensie (fd) bepaal word.

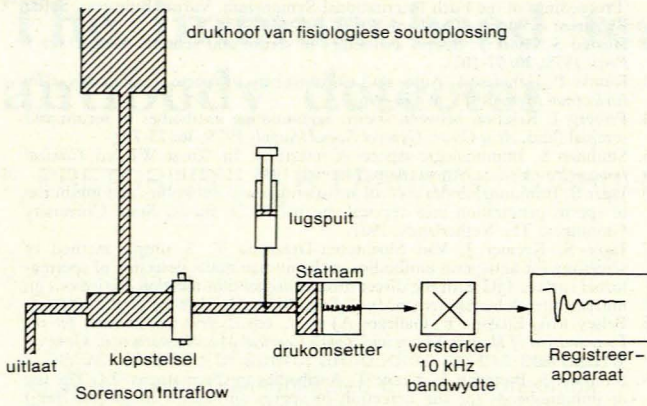
Vir die bepaling van die dempingskoeffisiënt is dit nodig om die amplitude van enige twee opeenvolgende ossillasies te meet (in

Departement Fisiologie en Anesthesiologie, Universiteit van Stellenbosch en Tygerberg-hospitaal, Parowvallei, KP

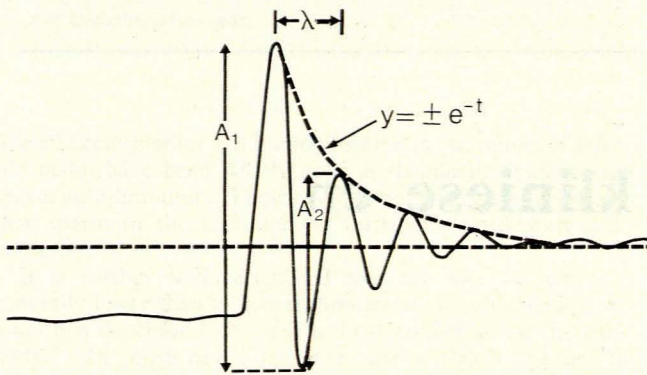
P. R. FOURIE, B.Sc. ING. (ELEKT.), M.B. CH.B.

E. BADENHORST, N.D.T. (MIKROBIOL.)

A. R. COETZEE, M.B. CH.B., F.F.A. (S.A.), M.MED. (ANEST.) F.F.A. R.C.S., PH.D., M.D.



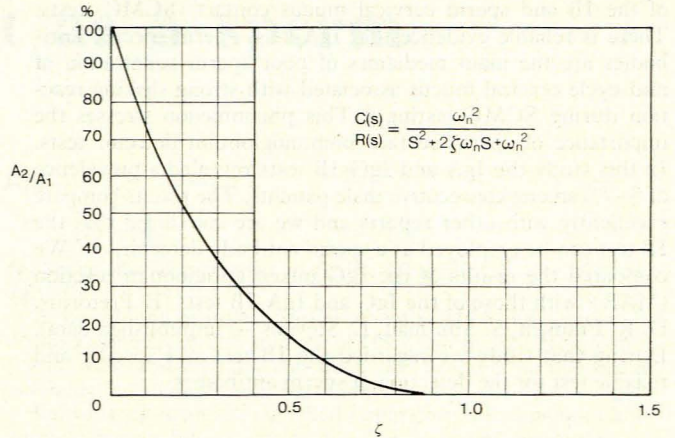
Afb. 1. 'n Grafiese voorstelling van die metodiek wat gebruik is om die frekwensierespons van die verskillende drukomsetters en kateters te bepaal.<sup>3</sup> Die klep verskaf die trapresponsoes wat nodig is om die sisteem se reaksie te evalueer.



Afb. 2. Hier word 'n vinnige drukresponsoes grafies voorgestel. Die verhouding  $A_2/A_1$  beskryf die logaritmiëse afname in die amplitude van 'n ossillasie na 'n onmiddellike drukresponsoesverandering.

mm) na die toepassing van die drukgolf. Die amplitude-ratio ( $A_2/A_1$ ) is gelyk aan die logaritmiëse afname in opeenvolgende ossillasies ( $y = + e^{-kt}$ ) en deur die amplitude-ratio toe te pas op Afb. 3, kan die dempingskoeffisiënt ( $\xi$ ) bepaal word.<sup>4</sup>

Die drukomsetters in die laboratorium gebruik (Statham P23AA, P23Db) is alleen of saam met 'n lae vervormbaarheids- arteriële kateter van 50 cm (Vygon 1159.95 Lectrocath, interne deursnit 1,5 mm) of saam met 'n No. 7F- of 'n No. 5F- pulmonêre kateter geëvalueer. Daarna is klein hoeveelhede lug inkrementeel tot die kannule toegevoeg en die nuwe frekwensierespons en dempingswaardes is verkry.



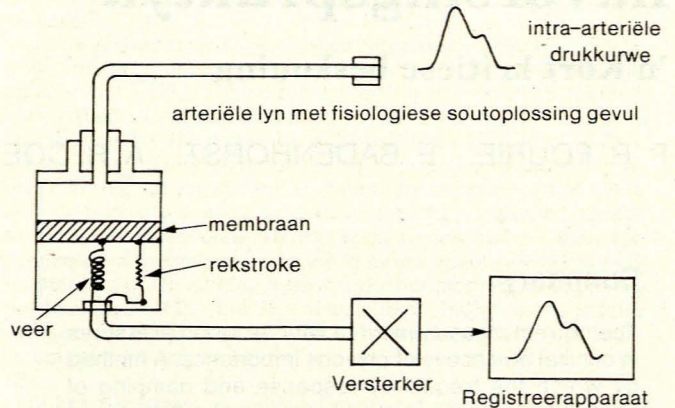
Afb. 3. Verband tussen  $A_2/A_1$  en die dempingskoeffisiënt  $\xi$ .<sup>3,9</sup>

### Resultate

Die resultate verkry, word in Tabel I opgesom. Let veral op die daling in die dempingsfrekwensie wat verkry word as lug in die kateters geplaas word, asook die lae dempings- en natuurlike frekwensie van albei pulmonêre kateters.

### Bespreking

Die beginsel waarop drukomsetters funksioneer, word grafies in Afb. 4 voorgestel. 'n Skyfvormige membraan word deur die



Afb. 4. 'n Grafiese voorstelling van 'n drukomsetter. Die arteriële drukgolf word oorgeplaas in die arteriële lyn wat die membraan beweeg en sodoende elektriese veranderings aanbring in die rekstroke wat deur middel van elektroniese versterking op 'n registreerapparaat registreer word.

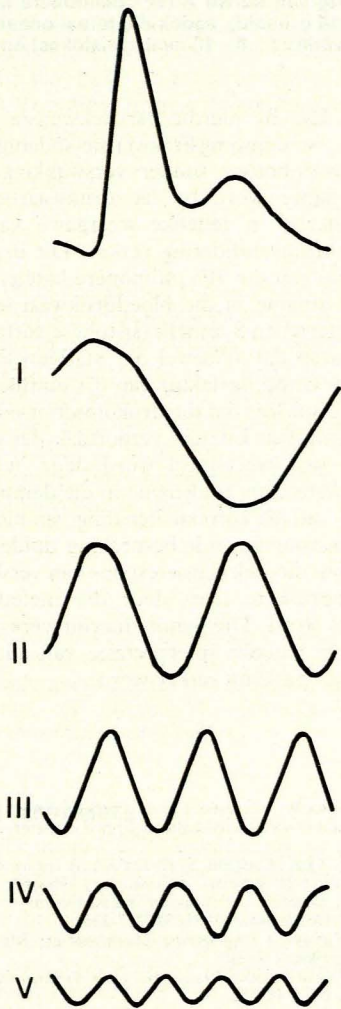
TABEL I. DEMPINGSFAKTOR, FREKWENSIE EN NATUURLIKE FREKWENSIE VAN VERSKEIE DRUKOMSETKOMBINASIES\* (N = 3)

	Sthatham P23AA + 50 cm arteriële lyn	Sthatham P23AA + 50 cm arteriële lyn + 0,05 ml lug	Sthatham P23AA + 50 cm arteriële lyn = 0,1 ml lug	Sthatham P23AA + 7F- pulmonêre kateter	Sthatham P23AA + 5F- pulmonêre kateter
Dempingsfaktor	0,1	0,16	0,24	0,36	0,5
Frekwensie (Hz)	50	22	5	5,3	3,4
Natuurlike frekwensie (Hz)	50,3	23,0	5,1	5,7	3,9

\*fd = fn  $\sqrt{1 - \xi^2}$

veranderde druk, wat deur die arteriële kannule oorgeplaas word, aangespan wat dan weer op sy beurt 'n rekstrokie vervorm. Die verandering in elektriese weerstand (of induksie of kapasitansie) van die rekstrokie word elektronies versterk om 'n weergawe van die oorspronklike drukverandering op die registreerapparaat te gee.<sup>5</sup>

Die drukgolf, soos in Afb. 5 aangetoon, kan opgebou word deur die superponering van 'n reeks golwe wat wiskundig deur 'n Fourier-reeks voorgestel word.<sup>6</sup> Om 'n drukgolf akkuraat uit die grondtoon en botone op te bou, is die korrekte registrasie van 'n minimum van die eerste tien harmonieke nodig. Aangesien die laer harmonieke die grootste amplitude het, kan 'n geredelike indikasie van bloeddruk verkry word deur die grondtoon plus die eerste 8 - 10 botone te registreer.<sup>7</sup> As 'n harttempo van 180/min (3 Hz) 'n maksimum verteenwoordig, sal die drukomsetter en konduksielyste in staat moet wees om die botone tot by ongeveer 30 Hz sonder enige verswakking of vervorming te kan weergee.



Afb. 5. Die eerste 5 harmonieke wat verantwoordelik is vir die finale aortadruk (heelbo aangetoon). D.m.v. 'n Fourier-analise op die finale drukgolf kan die verskillende komponente van die drukgolf duidelik omskryf word.

Wanneer 'n drukimpuls skielik in kontak geplaas word met die membraan in Afb. 4, sal die membraan ossilleer teen 'n frekwensie wat bepaal sal word deur die massa ( $M$ ) en die styfheidsgraad ( $S$ ) van die membraan.<sup>8</sup> In vereenvoudigde wiskunde word dit weergegee as:

$$\text{Natuurlike gedempte frekwensies (fd)} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{M}}$$

In die geval van drukomsetter-konduksielystelsels is  $M$  die massa van die vloeistof in die transduktor en die konduksielyste en dit is dus duidelik dat die hoogste gedempte frekwensie sal voorkom in die sisteem met 'n nie-vervormbare diafragma en die kleinste ossillerende massa.

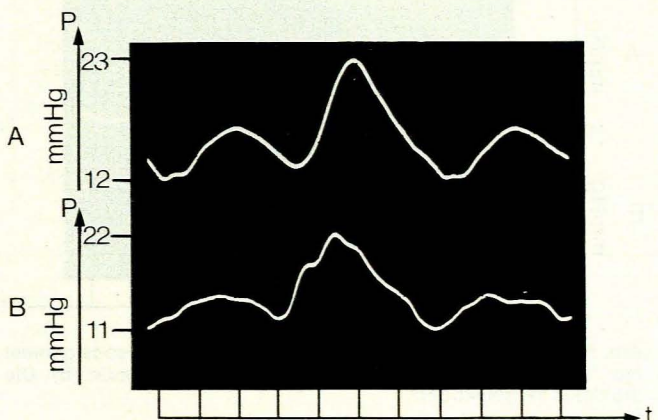
Daar word verder ook verwys na ander, optimaal of krities gedempte, sisteme. 'n Ondergedempte sisteem neig om na stimulasie by sy natuurlike gedempte frekwensie te ossilleer en dit sal dus 'n 'oorgevoelige' sisteem verteenwoordig wat onnodige agtergrondgeraas sal registreer. 'n Kritiese gedempte sisteem sal weer 'n minimumrespons op 'n stimulus wys en is dus 'n 'ongevoelige' sisteem. Optimaal moet die dempingskoëffisiënt tussen 0,4 en 0,7 wees.<sup>9</sup>

Verskillende faktore sal derhalwe 'n invloed hê op die kwaliteit van die drukgolf wat geregistreer word. Indien daar 'n lekkasie in die sisteem is, sal van die druk noodwendig verlore gaan en die geregistreeerde golf sal nie verteenwoordigend wees van die intravaskulêre druk nie. Lugborrels, wat meer saamdrukbaar is as vloeistof in die kateter, sal 'n deel van die drukverandering absorbeer en ook 'n verkeerde eindresultaat tot gevolg hê. Hierdie stelling is veral belangrik indien in gedagte gehou word dat daar 'n minimale hoeveelheid beweging van die drukomsetterdiafragma per drukverandering is.<sup>5,6</sup>

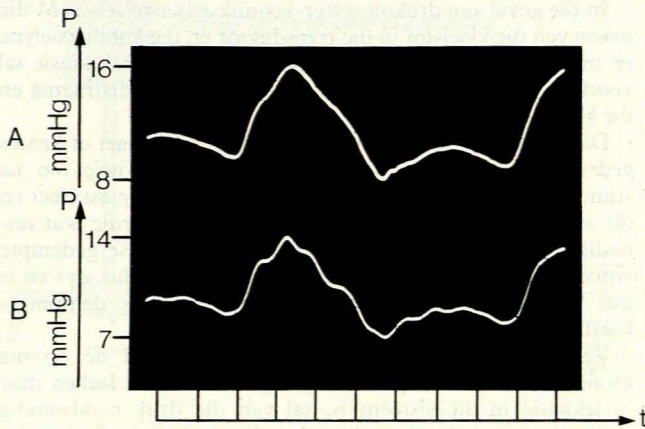
Indien die konduksielyste 'n hoë vervormbaarheid het, sal die uitsetting of inkrumping daarvan oormatige demping veroorsaak en as die kannule se deursnit vernou is, bv. as gevolg van gestolde bloed, sal die geregistreeerde drukgolf nie akkuraat wees nie, aangesien die spoed van die ossillasie sal toeneem.

In die finale analise is dit dus belangrik om 'n kannule-konduksielyste en drukomsetter te kies wat die kleinste moontlike ossillerende massa verteenwoordig. Verder moet die drukomsetter 'n hoë natuurlike frekwensie hê en die dempingsfaktor moet ideaal wees, aangesien 'n ondergedempte sisteem die sistoliese bloeddruk oorskak. 'n Oorgedempte sisteem, daarenteen, sal die sistoliese bloeddruk onderskat. Beide hierdie faktore het egter min effek op die diastoliese bloeddruk.<sup>3</sup>

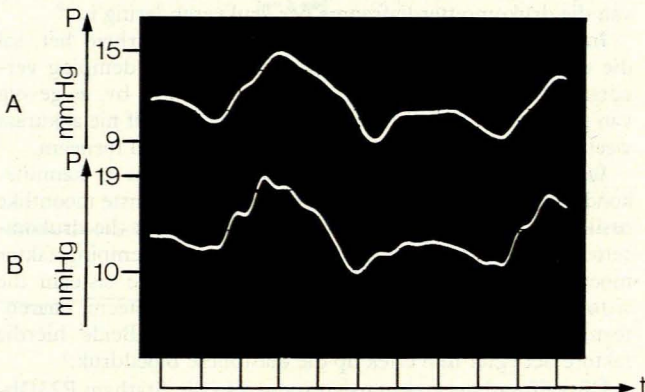
Die aanvaarbare frekwensierespons van die Statham P23Db-drukumsetter toon duidelik dat die toetsmetodiek voldoende is.<sup>5,9</sup> Vanuit die resultate in Tabel I kan gesien word dat 'n minimale hoeveelheid lug (0,05 ml) die frekwensierespons benadeel. Die 7F-pulmonêre kateter toon 'n laer dempingsfrekwensie as wat algemeen in die literatuur beskryf word,<sup>1,5,10</sup> terwyl die 5F-pulmonêre kateter se dempingsfrekwensie onaanvaarbaar is vir die kliniese sowel as die laboratoriumpraktyk. Afb. 6 - 10 toon die intra-arteriële drukgolwe (A met en B sonder spesifieke kannules) by 'n harttempo van 97/min



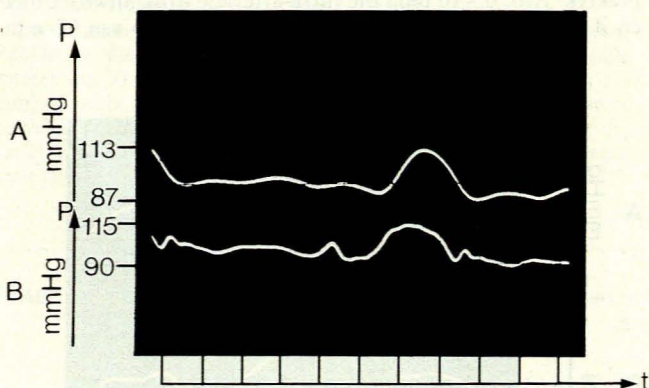
Afb. 6. Die kurwes registreer wanneer 'n drukomsetter d.m.v. 18 g-plastiekkannule (A) en 'n 16 g-metaalnaald (B) aan die pulmonêre arterie gekoppel word. Die afgeronde voorkoms van A dui relatief oormatige demping in vergelyking met B aan. In hierdie afbeelding sowel as Afb. 7 - 10 is druk op die y-aks aangetoon en tyd op die x-aks (1 verdeling = 0,1 s).



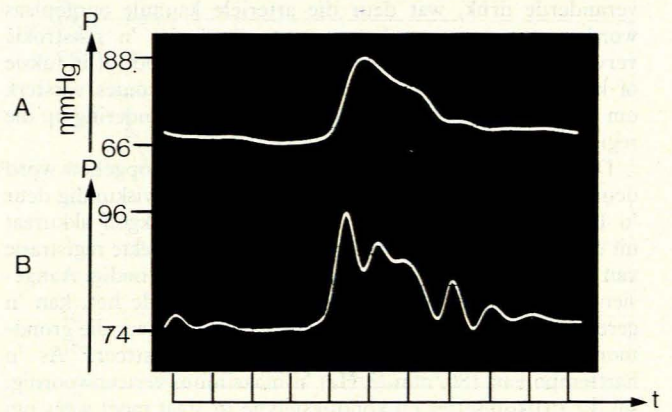
Afb. 7. Die registrasie verkry vanaf die pulmonêre arterie in A met 'n 7F- pulmonêre kateter en B met 'n 16 g-metaalnaald. Alhoewel die demping in A oormatig voorkom in vergelyking met B, toon die druklesings aanvaarbare verskille.



Afb. 8. Registrasie verkry vanaf pulmonêre arterie met 5F- pulmonêre kateter (A) en 'n metaalnaald in B. A is weer eens oormatig gedemp in vergelyking met B, maar die onaanvaarbare drukverskille wat voorkom, is opvallend. Hierdie resultate dui daarop dat die 5F- pulmonêre kateter nie akkuraat genoeg is vir eksperimentele werk nie en moet ook in die kliniese praktyk met agterdog bejeën word.



Afb. 9. Aortadruk (verteenvoerdigend van hoë druk) soos gemeet met 'n 7F- pulmonêre kateter (A) en 'n metaalkannule (B). Die drukke is vergelykbaar.



Afb. 10. Aortadruk (verteenvoerdigend van hoë druk) soos gemeet met behulp van 5F- pulmonêre kateter. In hierdie geval is die oordemping van kurwe A (5F- pulmonêre kateter) in vergelyking met B (16 g-naald), asook die totaal onaanvaarbare verskil in druklesing verkry (+ 8 - 10 mmHg sistolies) opvallend.

ofte wel 1,62 Hz. By hierdie hartfrekwensie is die 7F- pulmonêre kateter se dempingsfrekwensie sodanig dat die grondtoon asook twee botone sonder verswakking gesuperponeer word en derhalwe word by lae drukwaardes, soos in die pulmonêre arterie, 'n redelike weergawe van die werklike intra-arteriële drukverandering verkry. Die drukkogweergawe wat met behulp van die 5F- pulmonêre kateter geregistreer is, toon egter 'n afname in die bloeddrukwaardes van tussen 4 (pulmonêre arterie) en 8 mmHg (sistoliese aortadruk).

Let dus daarop dat alhoewel die Statham P23AA-drukometer alleen se dempingsfaktor van 0,1 eintlik nie optimaal is nie en dus sal impliseer dat die drukometer oormatig sensitief is, die byvoeging van kateters veroorsaak dat die stelsel meer gedemp raak soos weerspieël word deur 'n afname in die dempingsfrekwensie en 'n toename in die dempingsfaktor.

Die essensie van die korrekte bepaling van bloeddrukwaardes behoort uit die voorafgaande bespreking duidelik te wees. Dit is dus maklik om die frekwensierespons van verskillende sisteme in kliniese gebruik te toets deur die metodiek te gebruik waarna verwys word. Die kennis hieruit verkry, behoort deel te wees van die sinvolle interpretasie van alle direkte drukwaardes wat van pasiënte verkry word.

VERWYSINGS

1. Swan HJC, Ganz W, Forrester J *et al.* Catheterization of the heart in man with the use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 1970; 283: 447-451.
2. Shah KB, Rao TLK, Laughlin S, El-Etr AA. A review of pulmonary artery catheterization in 6245 patients. *Anesthesiology* 1984; 61: 271-275.
3. Gardner RM. Direct blood pressure measurement — dynamic response requirements. *Anesthesiology* 1981; 54: 227-236.
4. Wylie CR. *Advanced Engineering Mathematics*. 3de uitg. New York: McGraw-Hill, 1966: 237-240.
5. Geddes LA. *Cardiovascular Devices and their Applications*. New York: John Wiley & Sons, 1984: 18-182.
6. Simon W. *Mathematical Techniques for Physiology and Medicine*. New York: Academic Press, 1972: 161-166.
7. Milnor WR. *Hemodynamics*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1982: 277-291.
8. McDonald DA. *Blood Flow in Arteries*. 2de uitg. Baltimore: Williams & Wilkins, 1974: 174-208.
9. Ogata K. *Modern Control Engineering*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1970: 229-235.
10. Fisher DH, Graves SA, Van der AA J. Catheters for arterial pressure monitoring in pediatrics. *Crit Care Med* 1985; 13: 580-583.