

## *De behandeling van het totaal atrioventriculair hartblock met elektronische pacemakers*

DOOR DR E. DEKKER, CARDIOLOOG TE AMSTERDAM

Meer dan de helft van de patiënten met totaal hartblock vertoont één of meer aanvallen van Adams-Stokes (19). Deze aanvallen tonen een kenmerkend en dramatisch klinisch beeld. De patiënt wordt bleek en verliest het bewustzijn. Indien hij loopt of staat, valt hij neer. Hij vertoont vaak wat trekkingen van de extremiteiten. Ook volledig ontwikkelde epileptische insulten kunnen optreden. Er zijn geen of slechts uiterst trage arteriële pulsaties te voelen. De ademhaling krijgt na enige tijd een agonaal, rochelend karakter. Bij langdurige aanvallen treedt een apneu op. Indien deze, voor de omstanders soms eindeloos lijkende, periode van hartstilstand passagère is, voelt men plotseling de pols terugkeren. Over het bleke gelaat vliegt een blos. Bij aanvallen van kortere duur treedt eerst nu een apneu op. Ook de spiertrekkingen ziet men niet zelden pas na het einde van de circulatiestilstand (9). Daarna wordt de ademhaling dieper en regelmatig. De patiënt slaat de ogen op. Hij is nog even gedesoriënteerd, doch het is vaak frappant hoe snel het bewustzijn weer geheel helder wordt. De patiënt is dan ook meestal na weinige seconden in staat de onderbroken conversatie voort te zetten. Hij begrijpt dat hij weer een van zijn aanvallen heeft gehad. Helaas is het elke keer onzeker of deze periode van hartstilstand of van vertraagde hartwerking passagère is. Elke van deze episoden kan met de dood eindigen.

Deze aanvallen zijn vaak het gevolg van kamerstilstand. Bij afwezigheid van voortgeleide prikkels uit de boezem wordt het contractieritme van de kamers in stand gehouden door een pacemaker in het prikkelgeleidend systeem van de ventrikels, zij het bij een lagere kamerfrequentie van circa 40 per minuut. Stopt deze ventriculaire pacemakeractiviteit plotseling, dan is kamerstilstand het gevolg.

Gelukig is het in veel gevallen mogelijk door toediening van stoffen als isoprenaline (Aleudrin), adrenaline, atropine en infusen van natriumlactaat de activiteit van de pacemaker in de kamers te verhogen en zodoende een voldoende frequentie van de ventrikelcontracties te verkrijgen.

Bij vele patiënten met totaal block ontstaat een klinisch beeld identiek aan de klassieke aanvallen van Adams-Stokes, echter door een geheel ander mechanisme, namelijk ventrikelfibrilleren (17, 18, 19, 21, 22, 30). Bij deze patiënten is de activiteit van de pacemaker in de kamers niet verlaagd, maar veeleer verhoogd. Er treden multiple en vaak multifocale ventriculaire extrasystolen op, die zich soms

in snelle salvi herhalen en kunnen overgaan in ventrikelfladderen of ventrikelfibrilleren. Dit ventrikelfibrilleren is in een deel van de gevallen paroxysmaal, een spontaan herstel is mogelijk. Bij sommige patiënten wisselen Adams-Stokes aanvallen, berustend op asystolie, af met aanvallen door ventrikelfibrilleren (18, 22, 30).

\* \* \*

Het lijkt voor de hand liggend te trachten de ventriculaire extrasystolen, de ventriculaire paroxysmale tachycardie en de aanvallen van ventrikelfibrilleren te bestrijden met middelen zoals chinidine en pronestyl. Helaas heeft deze medicatie vaak het paradoxe effect (17, 19, 21, 22, 30) dat de ritmestoornissen toenemen. En ook bij de op hartstilstand of extreme bradycardie berustende vorm faalt de medicamenteuze therapie bij sommige patiënten geheel, of ze dient zo frequent te worden toegediend, dat het leven daardoor ondraaglijk wordt. In deze gevallen kan de toepassing van een elektronische pacemaker geïndiceerd zijn. Een dergelijk toestel brengt de kamers tot contractie door elektrische prikkeling. Zowel het opwekken van de elektrische stroompulsen, benodigd voor het prikkelen van het hart, als het toevoeren van de stroom naar het hart zijn door verschillende onderzoekers in de loop van het laatste decennium op geheel verschillende wijze uitgevoerd.

Men kan de in gebruik zijnde elektronische pacemakers dan ook naar verschillende criteria indelen, zoals de localisatie van de stroomgenerator en die van de elektroden.

Naar de localisatie van de stroomgenerator onderscheidt men de uitwendige en de geïmplanteerde pacemakers. Aanvankelijk waren in gebruik grote, uit het lichtnet gevoede en met radiobuizen uitgevoerde apparaten (5, 25, 26, 29), die naast de patiënt werden opgesteld. Deze apparaten zijn soms voorzien van een alarminstallatie, die een waarschuwing geeft indien de hartfrequentie onder een bepaald minimum daalt. Bij sommige van deze apparaten komt in dat geval het prikkeltoestel automatisch in werking. Het geeft stroompulsen af, die elk door een hartcontractie worden gevolgd.

Daarnaast heeft de ontwikkeling van de transsistoren-circuits de mogelijkheid geopend kleine, draagbare apparaten te construeren, die door de patiënt kunnen worden meege dragen (2, 14, 27). Op de meeste uitwendige stroomgeneratoren zijn zowel

de prikkelsterkte als de hartfrequentie regelbaar. Het voortgezette streven naar compactheid in bouw tezamen met de verdere ontwikkeling van batterijen met lange levensduur heeft de mogelijkheid geopend om implanteerbare pacemakers te vervaardigen (3, 6, 33), waarvan men aanneemt, dat ze zonder verwisseling van batterijen vijf jaar achtereen zullen werken. Voordat deze batterijen beschikbaar waren, heeft men reeds getracht geïmplanteerde pacemakers periodiek op te laden met behulp van een krachtige zender (23).

Naar gelang van de gebruikte prikkelelektroden kan men onderscheiden: externe elektroden, welke op de huid van de thorax worden geplaatst, en inwendige elektroden, die op of in het myocard of in de hartholte worden aangebracht. Met de uitwendige elektroden kan het hart worden geprikkeld door de borstwand heen (30). Daartoe zijn echter hoge stroomsterkten nodig. Deze apparaten leveren pulsen af van 20 à 150 volt. Het spreekt vanzelf dat daarbij de dwarsgestreepte spieren op een onaangename wijze worden meegeprikkeld, terwijl bij vele patiënten de prikkels zeer pijnlijk zijn. Decubitus van de huid onder de elektroden is een frequente complicatie, waarvan de profylaxe veel zorg vereist (30, 31). Oriënterende proeven over de mogelijkheid tot het prikkelen van het hart vanuit de oesophagus (29) hebben niet tot een algemeen gangbare methode geleid.

De prikkeling van de ventrikels vanuit het endocard door middel van een in de rechter kamer gebrachte catheter (5, 10, 16) brengt gevaar met zich voor infectie, trombusvorming en perforatie van de ventrikelwand. Verder verliest de catheter betrekkelijk gemakkelijk zijn contact met de wand, hetgeen herhaald manipuleren noodzakelijk maakt. Toch is in de literatuur een patiënt beschreven die op deze wijze meer dan drie maanden werd geprikkeld (10).

Epicardiale elektroden (24, 33) moeten bij thoracotomie op het hart worden gehecht. Deze ingreep is een grote belasting voor een belangrijk percentage der patiënten, bij wie immers veelal circulatiestoornissen in het gebied der coronairvaten de oorzaak zijn van het totale hartblock.

Hetzelfde geldt voor de elektroden, welke direct in het myocard worden ingebracht en die in verschillende vormen zijn uitgevoerd: als een rijgdraad, die met behulp van een chirurgische hechtnaald in het myocard wordt getrokken (14) en een elektrode-type bestaande uit één (3) of meer stugge metalen pennetjes, welke als een punaise in het hart worden geprikt, waarbij de brede, verzwaarde kop op het epicard blijft rusten (6, 12). Het heeft niet ontbroken aan pogingen om draden percutaan in het hart te brengen (2, 14, 27) maar het risico van loslaten van de draden is dan aanzienlijk. De constructie van de elektroden en de bijbehorende draden, schijnbaar zo eenvoudig, is vele jaren een veel moeilijker probleem (1, 11, 23, 25, 26, 33) geweest dan het con-

strueren van de stroomgeneratortjes in zakformaat. Vele metalen veroorzaken een bindweefselreactie in het myocard (33), waardoor de afstand van de nog prikkelbare myocardvezels tot de elektrode steeds groter wordt, zodat de prikkeldrempel voortdurend stijgt. Platina schijnt nog het beste te voldoen (33). Elektrolyse van het metaal (8, 24) en materiaalvermoeidheid in de draden en bij de aanhechtingspunten van de spijkerelektroden kunnen draadbreek (1) veroorzaken. Ook onder de elektroden, die in de literatuur (14) worden aanbevolen als betrouwbaar en grondig beproefd en die als zodanig in de handel verkrijgbaar zijn gesteld, bevinden zich typen die in enkele weken breken, waarvan mors subita het gevolg kan zijn, respectievelijk waardoor een hernieuwde thoracotomie noodzakelijk wordt. Ook het loslaten van de elektroden al of niet als gevolg van infectie vormt een technisch probleem.

Bij uitwendige pacemakers met inwendige elektroden bestaat in het algemeen de noodzakelijkheid om de draden door de huid van de patiënt naar buiten te leiden. Dit brengt uiteraard gevaar voor infectie langs de draden met zich mee. Vandaar dat men heeft gepoogd in het lichaam een kleine ontvanger in te bouwen (11, 28, 32, 33), die het hart kon prikkelen door middel van op of in de hartspier aangebrachte elektroden. Deze ontvanger kreeg zijn energie uit een zendspoel, die op de huid boven de pacemaker was aangebracht (11, 32, 33) of via een spoel, die om het lichaam van de patiënt was gewonden (23). Het ongerief van deze laatste oplossing en de onbetrouwbaarheid (32, 33) van de eerste, gevoegd bij het bezwaar dat de patiënten zich niet in een sterk elektromagnetisch veld mogen begeven, heeft gemaakt, dat deze behandelingswijzen goeddeels zijn verdrongen door de geïmplanteerde pacemakers met batterijen van lange levensduur.

\* \* \*

Deze grote verscheidenheid van technische oplossingen wijst er wel op, dat zich nog niet een bepaalde behandelingsmethode heeft ontwikkeld, die in alle gevallen als ideaal kan gelden. Maar toch begint zich geleidelijk een bepaalde gedragslijn af te tekenen, waarbij er voor het toepassen van verschillende behandelingsmethoden indicatiegebieden komen en verschillende van deze methoden naast elkaar hun bestaansrecht behouden. Het volgende behandelingsschema kan daarbij als voorbeeld dienen.

Bij de behandeling van de acute aanval van Adams-Stokes is het van groot belang direct bij het begin van de aanval de tijd op te nemen, omdat de duur van de aanval het therapeutisch handelen bepaalt. Alles wordt in gereedheid gebracht voor het toepassen van uitwendige hartmassage volgens *Kouwenhoven* (13), waarbij ook vooral de beademingscanule volgens *Brook* (4) goede diensten kan bewijzen. Deze eenvoudige canule, vervaardigd van hard plastic, is een ideaal hulpmiddel bij de kunstmatige beademing. Men kan er een even ruime long-

ventilatie mee bereiken als met de directe mond op mond ademhaling, maar het goed afsluiten van de mond wordt erdoor vergemakkelijkt en bovendien verhindert een ventiel dat de helper de uitgeademde lucht van de patiënt inademt. Deze tube verdient een vaste plaats in elke eerste-hulp-tas.

Intussen kan men trachten door een korte, vrij krachtige vuistslag op de hartstreek het hart weer op gang te brengen (20). Indien na ongeveer anderhalve minuut de hartactie nog niet is teruggekeerd, wordt met de uitwendige hartmassage begonnen op de door Kouwenhoven beschreven wijze. Deze behandeling wordt echter niet onmiddellijk bij het begin van elke aanval van Adams-Stokes toegepast, wegens het gevaar voor optreden van ribfracturen en leverruptuur.

Met de uitwendige hartmassage en kunstmatige ventilatie met mond op mond beademing of met de buis van Brook kan men nu circulatie en ventilatie op peil houden terwijl een aantal andere maatregelen wordt genomen, zoals het toedienen van een intramusculaire injectie van 0,3 mg Aleudrine of 0,3 mg adrenaline, waarbij de injectieplaats krachtig wordt gemasseerd. Indien de mogelijkheid daartoe bestaat, wordt nu tevens met spoed een elektrocardiogram gemaakt om uit te maken of de aanval berust op asystolie dan wel op ventrikelfibrilleren.

Bij ventrikelfibrilleren kan in daartoe ingerichte centra een uitwendige defibrillator worden toegepast, een toestel, waarbij een wisselstroom van circa 400 à 700 volt via grote huidelektroden door de thoraxwand naar het hart kan worden geleid. Het spreekt vanzelf dat een dergelijk toestel bij onoordeelkundig gebruik het gevaar oplevert dat de behandelende geneesheer zelf ventrikelfibrilleren krijgt. Grondige voorafgaande instructie en oefening en een goed geregelde gang van zaken, ondanks de kritieke situatie waarin de patiënt zich bevindt, zijn dan ook voorwaarden voor een ongestoord verloop van deze behandeling.

Is er een hartstilstand of is het niet mogelijk om tot een elektrocardiografische diagnose van de ritmestoornis te komen, dan kan men trachten met een uitwendige pacemaker met uitwendige elektroden de hartactie weer op gang te brengen.

Het spreekt vanzelf dat de hartmassage en beademing tijdens al deze technische voorbereidingen niet langer dan enkele seconden mogen worden onderbroken. Indien het hart zelf niet van voldoende bloed wordt voorzien, verdwijnt de prikkelbaarheid van de hartspier voor elektrische stroom in enkele minuten (14, 30).

Indien er geen enkele van deze technische hulpmiddelen ter beschikking staat, kan men verder nog trachten met een isoprenaline infuus 2 mg op een kolf van 500 ml 5 procent glucose-oplossing met een inloopsnelheid van 15 druppels per minuut de asystolie te bestrijden. Het eenvoudigste is dit infuus toe te dienen met een dikke naald in het manubrium sterni. Dit heeft het voordeel dat er geen tijd verloren gaat met het zoeken naar perifere

venen, die onder deze omstandigheden altijd sterk gecontraheerd zullen zijn. Het vaatbed in het sternum staat daarentegen altijd open en is in één seconde bereikbaar.

Is de hartactie weer op gang gekomen, dan blijft de toestand zeer urgent. De ervaring leert dat deze ernstige aanvallen in een hoog percentage van de gevallen recidiveren: 25 van de 37 patiënten in een reeks van Zoll c.s. (30) kreeg een recidief. Van deze 25 patiënten, bij wie een externe pacemaker was toegepast, overleden later 16 aan een recidief, nadat bij hen de externe stimulatie van het hart tijdelijk was gestaakt. In bijna alle gevallen is het dan ook veiliger de elektrisché stimulatie voort te zetten.

Het eenvoudigst is het om onder röntgendoorlichting een hartcatheter met elektrode aan de punt in de rechter ventrikel te brengen en deze aan te sluiten aan een uitwendige transistor pacemaker. Dit geeft de mogelijkheid om gedurende enkele dagen tot weken elke hartstilstand, mits tijdig ontdekt, ogenblikkelijk te bestrijden. Er wordt daardoor tijd gewonnen, waarin het mogelijk is te trachten de patiënt op een medicamenteuze therapie in te stellen. Verder is bij een aantal gevallen van totaal hartblock de aandoening passagère, zodat men mag hopen, dat na verloop van enkele dagen tot weken het elektrisch prikkelen kan worden gestaakt. Dit is vooral het geval met een totaal hartblock als gevolg van een hartinfarkt. Het block is hier slechts zeer zelden permanent (19). Bij patiënten met een totaal hartblock met aanvallen van ventrikelfibrilleren kan het regelmatig en met de juiste frequentie prikkelen van het hart het optreden van deze aanvallen veelal voorkómen (30).

Is er echter eenmaal een aanval van ventrikelfibrilleren opgetreden, dan is het hart niet meer met een elektrische pacemaker tot regelmatige contractie te brengen (14, 30). Het onderbreken van elektrisch prikkelen van het hart, bijvoorbeeld om een medicamenteuze therapie te beproeven, is daarom vooral bij deze vorm van totaal hartblock bijzonder riskant.

Indien dus het totale block, ondanks de medicamenteuze behandeling, aanleiding blijft geven tot aanvallen van circulatiestilstand, dan dient het aanbrengen van elektroden op of in de hartspier te worden overwogen. Ook in dit geval geeft aanwezigheid van een elektrode-catheter in de rechter kamer de zekerheid, dat men het optreden van een hartstilstand tijdens de operatieve plaatsing van de myocard-elektroden kan voorkómen door het hart zolang via de elektrode aan de punt van de hartcatheter te prikkelen.

Het aanbrengen van een implanteerbare pacemaker heeft een tweetal belangrijke voordelen. De patiënt kan na de operatie zijn ziekte als afgedaan en „genezen” beschouwen. Bij het aanbrengen van een uitwendige pacemaker met inwendige elektroden daarentegen, wordt hij voortdurend geconfronteerd met zijn „prothese”, waarvan om de één tot negen maanden de batterij moet worden verwisseld. Daar komt bij, dat een opstijgende infectie langs de

draden, die door de huid naar buiten zijn geleid, tot de mogelijkheden blijft behoren, al valt dit risico in de praktijk mee en al zijn ook rondom geïmplanteerde pacemakers abcessen beschreven (11, 33).

De uitwendige pacemakers hebben daarentegen het voordeel dat zij veel beter controleerbaar zijn wat betreft hun werking: voltage, stroomproductie en toestand van de batterij. Bovendien is de hartfrequentie bij de meeste van deze toestellen continu instelbaar terwijl ook de stroomsterkte op eenvoudige wijze kan worden aangepast als de prikkel-drempel van de elektrode stijgt. Deze technische storingen zijn niet zeldzaam. Ze traden op bij zes van de veertien patiënten die door Zoll c.s. (33) met een geïmplanteerde pacemaker werden behandeld. Bij een weigering van een uitwendig apparaat kan dit gemakkelijk door een ander exemplaar worden vervangen. Ook het vaststellen van stoornissen in de functie van de elektronische pacemaker zoals een draadbreek of het loslaten van de prikkelelektrode is bij de uitwendige pacemakers met inwendige elektroden veel eenvoudiger. Daar er nog geen zekerheid bestaat dat de technische problemen van de draad-elektrodecombinatie geheel zijn opgelost, legt dit laatste voordeel vrij veel gewicht in de schaal.

Indien eenmaal alle technische en fysiologische problemen bevredigend zullen zijn opgelost, is de verdere toekomst ongetwijfeld aan de geïmplanteerde pacemaker. Een stap vooruit in deze richting is de ontwikkeling van implanteerbare pacemakers met een regelbare frequentie, waarbij de patiënt door middel van een boven de huid gebracht magneetje de hartfrequentie kan omschakelen. In ons land hebben *van den Berg* en medewerkers (3) zich op dit gebied verdienste verworven.

De fysiologische gevolgststanden van variaties in de pacemaker-frequentie zijn overigens nog onvoldoende bekend. Het hartminutenvolume bij de hond (15) en bij de mens (7) in rust ondergaat vaak geen noemenswaardige verandering wanneer de pacemaker-frequentie wordt gevarieerd.

Na enige jaren van „trial and error” in vele richtingen begint zich nu een duidelijk indicatiegebied af te tekenen voor deze nieuwe behandelingsmethode waarmee een zeer ernstige bedreiging voor het leven van een grote groep patiënten kan worden afgewend.

- 1 Albert, H. M., B. A. Glass, J. A. Adonie en K. C. Cranor (1962) *Circulat. Res.* 10, 295.
- 2 Bellet, S., O. F. Müller, A. C. de Leon, L. D. Sher, W. M. Lemmon en D. G. Kilpatrick (1960) *A.M.A. Arch. intern. Med.* 105, 361.
- 3 Berg, Jw. van den, J. Nieveen, J. N. Homan van der Heide en E. Boonstra (1962) 6e gemeenschappelijke vergadering van de Nederlandse Vereniging voor Cardiologie en de Société Belge de Cardiologie op 19 en 20 mei te Arnhem.
- 4 Brook Airway Limited, Saskatoon, Saskatchewan, Canada.
- 5 Callaghan, J. C. en W. G. Bigelow (1951) *Ann. Surg.* 134, 8.
- 6 Chardack, W. M. A. A. Gage en W. Greatbatch (1960) *Surgery* 48, 643.
- 7 Dekker, E. (1962) 6e gemeenschappelijke vergadering van de Nederlandse Vereniging voor Cardiologie en de Société Belge de Cardiologie op 19 en 20 mei te Arnhem.
- 8 Dittmar, H. A., G. Friese en E. Holder (1962) *Z. Kreisf.-Forsch.* 51, 66.
- 9 Formijne, P. (1938) *Amer. Heart J.* 15, 129.
- 10 Furman, S. en J. B. Schwedel (1959) *New Engl. J. Med.* 261, 943.
- 11 Glenn, W. W. L., A. Mauro, E. Longo, P. H. Lavietes en F. Mackay (1959) *New Engl. J. Med.* 261, 948.
- 12 Hunter, S. W., N. A. Roth, D. Bernandez en J. L. Noble (1959) *Lancet* I, 506.
- 13 Kouwenhoven, W. B., J. R. Jude en G. G. Knickerbocker (1960) *J. Amer. med. Ass.* 173, 1064.
- 14 Lillehei, C. W., V. L. Gott, P. C. Hodges, D. M. Long en E. E. Bakken (1960) *J. Amer. med. Ass.* 172, 2006.
- 15 Miller, D. E., W. L. Gleason, R. E. Whalen, J. J. Morris Jr. en H. D. McIntosh (1962) *Circulat. Res.* 10, 658.
- 16 Müller, O. F. en S. Bellet (1961) *New. Engl. J. Med.* 265, 768.
- 17 Nathanson, M. H. en H. Miller (1952) *Calif. Med.* 76, 370.
- 18 Parkinson, J., C. Papp en W. Evans (1941) *Brit. Heart J.* 3, 171.
- 19 Penton, G. B., H. Miller en S. A. Levine (1956) *Circulation* 13, 801.
- 20 Roberts, B., T. G. Schnabel en I. S. Ravdin (1954) *J. Amer. med. Ass.* 154, 581.
- 21 Robertson, E. S. en E. C. Mathews (1952) *A.M.A. Arch. intern. Med.* 90, 320.
- 22 Schnur, S. (1948) *Am. Heart J.* 35, 298.
- 23 Senning, A. (1959) *J. thorac. Surg.* 38, 604.
- 24 Senning, A. Persoonlijke mededeling.
- 25 Stephenson, S. E. (1960) *Progr. cardiovasc. dis.* 3, 162.
- 26 Stephenson, S. E., W. H. Edwards, P. C. Jolly en H. W. Scott (1959) *J. thorac. Surg.* 38, 604.
- 27 Thevenet, A., P. C. Hodges en C. W. Lillehei (1958) *Dis. Chest* 36, 621.
- 28 Verzeano, M., R. C. Webb en M. Kelly (1958) *Science* 128, 1003.
- 29 Zoll, P. M. (1952) *New Engl. J. Med.* 247, 768.
- 30 Zoll, P. M., A. J. Linenthal, L. R. Norman, M. H. Paul en W. Gibson (1955) *A.M.A. Arch. intern. Med.* 96, 639.
- 31 Zoll, P. M., M. H. Paul, A. J. Linenthal, L. R. Norman en W. Gibson (1956) *Circulation* 14, 745.
- 32 Zoll, P. M. en A. J. Linenthal (1960) *Circulation* 22, 341.
- 33 Zoll, P. M., H. A. Frank, L. R. N. Zarsky, A. J. Linenthal en A. H. Belgard (1961) *Ann. Surg.* 154, 330.