

Interferentie van tandheelkundige apparatuur met pacemakers en implanteerbare cardiale defibrillatoren

K. Idzahi en H.S. Brand

2.1	Inleiding – 14
2.2	Pacemakers – 14
2.3	Implanteerbare cardioverter-defibrillator – 14
2.4	Handelwijze bij ICD-ontlading – 16
2.5	Elektromagnetische interferentie (EMI) – 16
2.6	Ultrasone scalers – 17
2.7	Elektronische apexlocatoren – 18
2.8	Elektronische pulpatesters – 19
2.9	Elektrotroom – 20
2.10	Ultrasone trillbaden – 21
2.11	Overige tandheelkundige apparatuur – 21
2.12	Concluderende opmerkingen – 22
	Literatuur – 23

2.1 Inleiding

In een normaal werkend hart trekken de beide hartkamers (ventrikels) samen met een frequentie van 50 tot 100 keer per minuut. Een groep gespecialiseerde cellen in de rechterboezem, de zogeheten sinusknoop, fungeert onder normale omstandigheden als een natuurlijke pacemaker. In deze cellen ontstaat een elektrische prikkel die over de hartspier wordt verspreid, waarna het hart gecoördineerd samentrekt. Door een storing in de sinusknoop of het elektrische geleidingssysteem van het hart kan een bradycardie ontstaan: een hartfrequentie $< 50/\text{min}$. Hierdoor kan de patiënt last krijgen van inspanningsbeperking, duizeligheid of plotseling bewustzijnsverlies.

Als elektrische impulsen te vroeg optreden, kan ventrikeltachycardie optreden (hartfrequentie $> 100/\text{min}$). Doordat de hartkamers veel te snel samentrekken, vermindert de doorbloeding van de kransslagaders van de hartspier, waardoor pijn op de borst kan ontstaan. Ventrikeltachycardie kan ontaarden in ventrikelfibrilleren, waarbij de hartspiervezels ongecontroleerd samentrekken en de pompfunctie van het hart verloren gaat. Ventrikelfibrilleren, dat ook vaak optreedt bij een hartinfarct, dient ogenblikkelijk te worden behandeld. Zonder herstel van een normaal hartritme zal de patiënt immers binnen enkele minuten overlijden (Klein en Sieswerda, 2012).

2.2 Pacemakers

Bij een bradycardie kan elektrische stimulatie van het hart met een pacemaker uitkomst bieden. Dit is een elektronisch apparaat van ongeveer $5 \times 4 \times 1 \text{ cm}$ dat chirurgisch onderhuids onder het sleutelbeen wordt geplaatst (■ figuur 2.1a). In de titaniumbehuizing bevindt zich een impulsgenerator. Deze impulsen worden via een geleidedraad naar de hartspier geleid. De allernieuwste generatie pacemakers is draadloos (■ figuur 2.1b). Moderne pacemakers werken 'on demand'; dat wil zeggen, dat ze het hartritme alleen stimuleren als het spontane ritme van de patiënt tekortschiet. Sommige pacemakers stimuleren het hartritme met een vaste frequentie ('fixed rate'). Bij 'rate-responsive' pacemakers is de stimulatiefrequentie afhankelijk van de lichamelijke inspanning (Klein en Sieswerda, 2012). De batterijen van de pacemaker hebben een levensduur van ongeveer zes tot tien jaar, afhankelijk van het type en de afstelling van de pacemaker. In Nederland hebben naar schatting zes patiënten per 10.000 inwoners een pacemaker. In België en Luxemburg hebben elf per 10.000 inwoners een pacemaker (► www.kce.fgoc.be).

2.3 Implanterbare cardioverter-defibrillator

Bij mensen met ernstige ventrikelritmestoornissen wordt tegenwoordig vaak een implanterbare cardioverter-defibrillator (ICD) geïmplanteerd. Dit elektronische apparaat heeft ongeveer dezelfde afmetingen als een pacemaker en is ook voorzien van een titaniumbehuizing (■ figuur 2.2). ICD's worden chirurgisch onderhuids geplaatst. Eén of meer geïsoleerde flexibele geleidedraden lopen vanaf het apparaat via venen naar de binnenkant van het hart (■ figuur 2.3a en b).

2.3 • Implanteerbare cardioverter-defibrillator



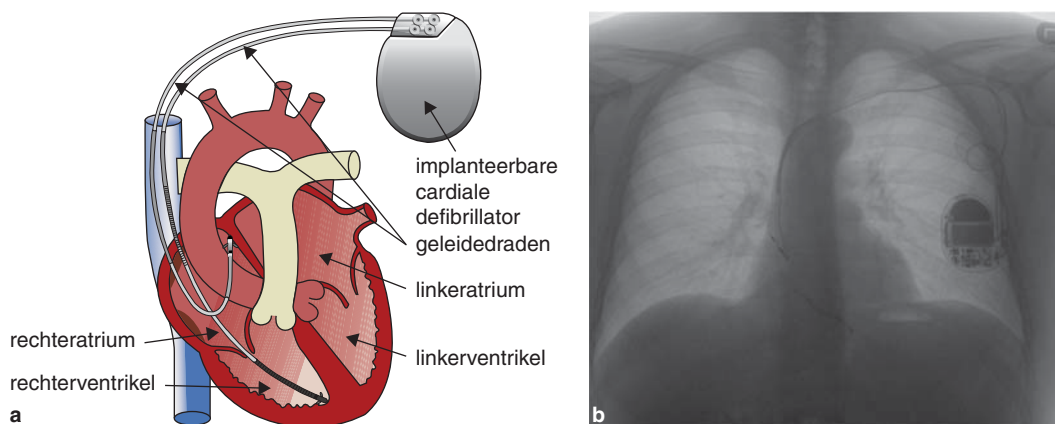
■ **Figuur 2.1** a) Een pacemaker zonder elektrode; b) een draadloze pacemaker (met dank aan St. Jude Medical).



■ **Figuur 2.2** Voorbeeld van een ICD met daaraan verbonden geleidedraad.

De ICD controleert voortdurend het hartritme van de patiënt. Indien ventrikeltachycardie of ventrikelfibrilleren wordt gedetecteerd geeft de ICD automatisch een nauwkeurig gedoseerde elektrische schok af. De energie voor dit defibrilleren is afkomstig van een lithiumbatterij, waardoor de levensduur van een ICD beperkt is tot vier à zes jaar.

ICD's bezitten ook een pacemakerfunctie, waardoor zij een te traag hartritme kunnen stimuleren (Klein en Sieswerda, 2012). In 2005 werden er in België 117 nieuwe ICD's per miljoen inwoners geplaatst (Ector en Vardas, 2007). In 2013 waren er in Nederland ongeveer 30.000 mensen met een ICD (► www.oncoline.nl). Door de bredere indicatiestelling nemen deze aantallen snel toe, wat betekent dat tandartsen



Figuur 2.3 a) De implanteerbare cardiale pacemaker (ICD) met veneus verloop van de geleidedraden naar rechteratrium en ventrikel (met dank aan St. Jude Medical).
b) Op deze röntgenopname is de geïmplanteerde cardioverter-defibrillator duidelijk zichtbaar (met dank aan de heer P.H. Zaadstra en het Admiraal de Ruyter ziekenhuis).

en mondhygiënist in hun praktijk steeds vaker geconfronteerd zullen worden met patiënten met een ICD of een pacemaker.

2.4 Handelwijze bij ICD-ontlading

De kans dat een ICD-ontlading bij een patiënt optreedt tijdens de tandheelkundige behandeling is bijzonder klein. Indien dit toch gebeurt, is de handelwijze van de tandarts afhankelijk van het aantal shocks dat wordt afgegeven en de lichamelijke conditie van de patiënt (zie [tabel 2.1](#)). Overigens lopen de tandarts en diens assistente geen gevaar bij fysiek contact met een patiënt bij wie een ICD-ontlading optreedt. De stroom loopt immers van de ventrikelelektrode naar de titaniumbehuizing van de ICD, waardoor de tandarts hoogstens iets voelt als bij contact met schrikdraad (Brügemann et al., 2006).

2.5 Elektromagnetische interferentie (EMI)

Aangezien pacemakers en implanteerbare cardioverter-defibrillatoren elektrische signalen registreren, zijn deze apparaten potentieel gevoelig voor elektromagnetische interferentie (EMI) door andere elektrische apparatuur. Dit gold zeker tot 1975, toen de behuizing van pacemakers nog van kunststof, zoals epoxy werd gemaakt. De huidige generatie pacemakers en ICD's is veel beter tegen elektromagnetische storing afgeschermd, onder andere door de titaniumbehuizing en elektronische filtering van mogelijk storende signalen. Het weefsel rond het geïmplanteerde apparaat draagt ook bij aan de afscherming tegen elektromagnetische storing. Ondanks deze beschermende maatregelen is het mogelijk dat elektromagnetische storing de werking van een pacemaker of ICD (tijdelijk) verstoort. Het uitvallen van een pacemaker zou kunnen leiden tot hartritmestoornissen of een circulatiestilstand (Pinski en Trohman, 2002a). Bij een ICD zou elektromagnetische interferentie bovendien als

Tabel 2.1 Handelwijze bij een ICD-ontlading in de tandheelkundige praktijk (naar Brüggemann et al., 2006).

één shock en nadien 'klinisch goed'	Een ICD-ontlading is bijna altijd 'terecht'. Het apparaat reageert op een ventriculaire tachycardie of ventrikelfibrilleren. Als de patiënt zich na de shock weer goed voelt, is er geen reden om 112 te bellen.
meerdere shocks of nadien 'niet goed'	Als er meerdere shocks kort achter elkaar gegeven zijn of als de patiënt zich na een shock niet goed voelt, dient 112 te worden gealarmeerd. De patiënt wordt per ambulance naar de afdeling Spoedeisende Hulp van een ziekenhuis vervoerd, waar de ICD wordt 'uitgelezen'.
blijvend afwezig	Indien de patiënt niet aanspreekbaar is of blijft na ICD-ontlading(en), dient 112 direct te worden gealarmeerd. In afwachting van de ambulance moet de ademhaling voortdurend worden gecontroleerd. Indien noodzakelijk dient uitwendige hartmassage en mond-op-mondbeademing te worden toegepast.
risico voor tandarts (en -assistente)	Voor de tandarts en/of assistente is er geen (elektrocutie)gevaar bij fysiek contact met een patiënt die een ICD-ontlading krijgt.

ventrikelfibrilleren geïnterpreteerd kunnen worden en daardoor aanleiding geven tot een onterechte ICD-ontlading. Zo is beschreven dat elektrische storing door een wasmachine bij een ICD-patiënte resulteerde in een onterechte schok (Kolb et al., 2002). Zo'n onterechte schok is voor de patiënt onaangenaam en kan zelfs levensbedreigend zijn. Derhalve wordt vaak afgeraden apparaten als mobiele telefoons en metaaldetectoren in de buurt van ICD's te gebruiken (Pinski en Trohman, 2002b; Misiri et al., 2012). Allerlei tandheelkundige apparatuur kan als bron fungeren van lichte of matige elektromagnetische velden. In verschillende onderzoeken is daarom nagegaan of tandheelkundige apparatuur de correcte werking van ICD's en pacemakers verstoort.

2.6 Ultrasonie scalers

In ultrasonie scalers kunnen op twee verschillende manieren trillingen worden geïnduceerd. In een piëzo-elektrische scaler vindt door elektriciteit een vormverandering van kristallen plaats, wat leidt tot een trilling. Bij magnetostrictieve scalers wordt een magnetisch veld gecreëerd, dat omgezet wordt in mechanische energie, waardoor de tip gaat trillen.

In geen enkel onderzoek waarin piëzo-elektrische scalers werden bestudeerd was een effect op pacemakers aantoonbaar, zelfs niet bij minimale afstanden van 2,5-5 cm tijdens de test (Adams et al., 1982; Luker, 1982; Brown en Bennett, 1997; Brand et al., 2007b). Voor magnetostrictieve ultrasonie scalers zijn tegenstrijdige resultaten gerapporteerd. Zo werd in sommige onderzoeken geen effect van de onderzochte magnetostrictieve scalers op pacemakers waargenomen (Simon et al., 1975; Luker, 1982; Brown en Bennett, 1997; Gomez et al., 2013). Daarentegen meldden Adams en medewerkers (1982) wel effecten op pacemakers. Tijdens een in-vitro-onderzoek werd bij gebruik van een Cavitron 3000 tot 15 cm afstand, en bij gebruik van een LeClean Machine zelfs tot 37,5 cm afstand storing van pacemakers waargenomen.

(Miller et al., 1998). Ook een Cavitron Select SPS bleek in vitro tot 23 cm effecten op pacemakers te hebben (Roedig et al., 2010). Tijdens een in-vivo-onderzoek bij twaalf patiënten met een pacemaker die werden blootgesteld aan een magnetostrictieve ultrasone scaler werd eveneens elektromagnetische interferentie waargenomen (Patel et al., 2005).

De effecten die in de laatste twee genoemde onderzoeken werden waargenomen zijn ter discussie gesteld, omdat het mogelijk effecten betreft op de uitleesapparatuur die gebruikt werd om de pacemakerfunctie te beoordelen (Crossley en Poole, 2010; Maiorana et al., 2013). De werking van pacemakers wordt in veel onderzoeken namelijk met 'real-time' telemetrie bestudeerd. Gebruik van een ultrasone scaler zou de signaaloverdracht tussen pacemaker en uitleesapparatuur kunnen storen, zonder de werking van de pacemaker zelf daadwerkelijk te beïnvloeden (Pinski en Trohman, 2002a).

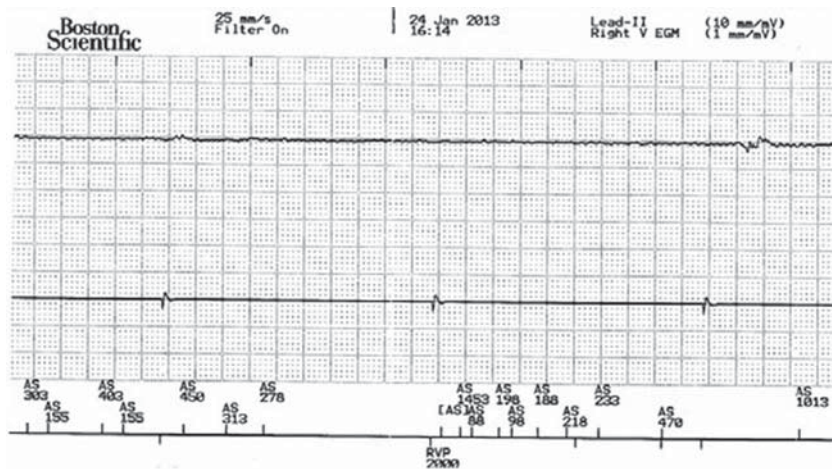
Geïntrigeerd door de tegenstrijdige resultaten stelde een Amerikaanse tandarts die zelf een pacemaker draagt zich, onder toezicht van zijn cardioloog, bloot aan een magnetostrictieve scaler. Het apparaat werd door de tandarts intervalsgewijs tien seconden op de maximumstand aangezet. Zelfs bij gebruik direct boven de geïmplanteerde pacemaker kon de cardioloog geen effect op de pacemaker waarnemen (Carlson, 2010).

Er zijn aanzienlijk minder onderzoeken verricht naar de mogelijke effecten van ultrasone scalers op ICD's. Piëzo-elektrische scalers bleken zowel in vitro als in vivo geen effect op ICD's te hebben (Brand et al., 2007a; Maiorana et al., 2013). Bij een magnetostrictieve scaler werd tot 7 cm afstand wel elektromagnetische interferentie van de ICD waargenomen (Roedig et al., 2010).

Samengevat lijkt gebruik van piëzo-elektrische ultrasone scalers geen effect te hebben op pacemakers en ICD's. Gezien de tegenstrijdige resultaten met magnetostrictieve scalers lijkt terughoudendheid met het gebruik van deze apparatuur geboden bij patiënten bij wie een pacemaker of implanteerbare cardioverter-defibrillator is geïmplanteerd (Trenter en Walmsley, 2003). Gebruik van handinstrumenten is natuurlijk altijd een goed alternatief om zonder risico bij deze patiënten het gebit te reinigen.

2.7 Elektronische apexlocatoren

In verschillende onderzoeken is de mogelijk elektromagnetische interferentie van een elektronische apexlocator (EAL) op pacemakers nagegaan. Beach en medewerkers (1996) beschreven een patiënt met een pacemaker bij wie een EAL zonder problemen was gebruikt. Tijdens een onderzoek naar het effect van twee verschillende EALs bij vier patiënten met een pacemaker werd geen elektromagnetische interferentie geregistreerd (Wilson et al., 2006). In een in-vitro-onderzoek bleken vier van de vijf geteste EALs geen elektromagnetische interferentie van een pacemaker te veroorzaken (Garafalo et al., 2002). De onderzoekers veronderstelden dat de waargenomen storing bij een EAL geen effect op de pacemaker betrof, maar een interferentie van de uitleesapparatuur van de pacemaker was. In een recent onderzoek werden zes EALs in vitro getest. Elektromagnetische interferentie werd alleen geregistreerd als de EAL minder dan 2 cm van de elektrode van de pacemaker werd



■ **Figuur 2.4** Het elektrocardiogram van een Boston Scientific Cognis 100-D implanteerbare cardioverter-defibrillator toont geen elektromagnetische interferentie bij in-vitroblootstelling aan een Root ZX Mini apexlocator (Idzahi et al., 2014).

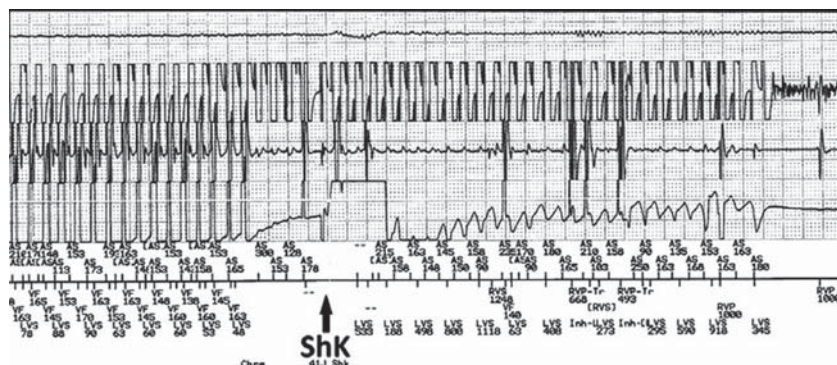
geplaatst. Dit leidde niet tot een permanente storing in het functioneren van de pacemaker (Gomez et al., 2013).

Twee verschillende EALs bleken geen elektromagnetische interferentie te veroorzaken bij 23 patiënten met een implanteerbare cardioverter-defibrillator (Wilson et al., 2006). In een recent in-vitro-onderzoek werden de mogelijke effecten van vier EALs op drie verschillende ICD's onderzocht. Geen van de geteste EALs veroorzaakte elektromagnetische interferentie van de geteste ICD's (Idzahi et al., 2014; ■ figuur 2.4).

Deze resultaten suggereren dat EALs geen elektromagnetische interferentie veroorzaken bij pacemakers en ICD's. Ondanks dit gebrek aan bewijs waarschuwen fabrikanten van EALs tegen het gebruik bij patiënten met een pacemaker of ICD's (Idzahi et al., 2014).

2.8 Elektronische pulpatesters

In 1974 werd gerapporteerd dat verschillende pulpatesters elektromagnetische interferentie veroorzaakten bij een hond met een geïmplanteerde pacemaker (Woolley et al., 1974). Deze resultaten konden in vergelijkbare dierexperimenten echter niet worden bevestigd (Simon et al., 1975). Bovendien werd in dit tweede onderzoek bij een groep van veertien patiënten met een pacemaker ook geen elektromagnetische interferentie bij gebruik van een pulpatester waargenomen (Simon et al., 1975). Daaropvolgende onderzoeken met groepen patiënten (Patel et al., 2005; Wilson et al., 2006) en in-vitro-onderzoeken konden eveneens geen effecten van elektrische pulpatesters op pacemakers aantonen (Luker, 1982; Miller et al., 1998; Roedig et al., 2010). Bij een onderzoek onder 23 patiënten met een implanteerbare cardioverter-defibrillator werd ook geen elektromagnetische interferentie waargenomen. Dit sug-



Figuur 2.5 Het electrocardiogram van een Boston Scientific Cognis 100-D ICD toont ernstige elektromagnetische interferentie bij in-vitroblootstelling aan VIO 300 D elektrotoom, hetgeen leidt tot de onterechte afgifte van een shock (Shk) (Idzahi et al., 2014).

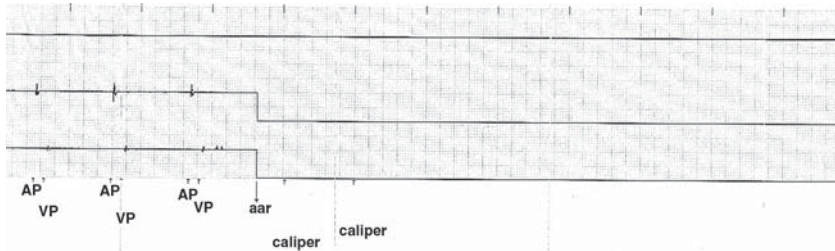
gereert dat het gebruik van moderne pulpatesters bij pacemakers en implanteerbare cardioverter-defibrillatoren geen elektromagnetische interferentie veroorzaakt.

2.9 Elektrotoom

Reeds in 1975 werd gewaarschuwd voor de mogelijk negatieve gevolgen van het gebruik van een elektrotoom bij patiënten met een pacemaker (Walter, 1975; McCormack, 1975). Dat dit niet geheel ten onrechte was, bleek uit een in-vitro-onderzoek, waarin een elektrotoom bij twee van de vier onderzochte pacemakers storing veroorzaakte (Luker 1982). Ook in een volgend onderzoek trad in vitro bij gebruik van een elektrotoom storing van de pacemaker op (Miller et al., 1998). Bovendien trad bij een patiënt bij wie tijdelijk een uitwendige pacemaker was aangebracht, gedurende een hemimaxillotomie, inhibitie van de hartstimulatie op als gevolg van het gebruik van een elektrotoom (Seo et al., 1996). De effecten van een elektrotoom die waargenomen werden bij twaalf patiënten met een pacemaker hadden volgens de onderzoekers geen direct effect op de pacemakers, maar op de verbinding met de uitleesapparatuur (Patel et al., 2005). Het feit dat in vitro geen effecten van een elektrotoom op pacemakers werden waargenomen (Brand et al., 2007b; Roedig et al., 2010) lijkt deze suggesties te ondersteunen.

In twee in-vitro-onderzoeken werd geen elektromagnetische interferentie van implanteerbare cardioverter-defibrillatoren waargenomen bij gebruik van een elektrotoom (Brand et al., 2007a; Roedig et al., 2010). In een recent onderzoek bleek een ander elektrotoom echter wel duidelijk elektromagnetische interferentie in implanteerbare cardioverter-defibrillatoren te veroorzaken. Gebruik van een VIO 300 D elektrotoom leidde tot ernstige elektromagnetische interferentie, zodanig dat dit voor alle drie de onderzochte ICD's reden was om ten onrechte een schok af te geven (Idzahi et al., 2014) (zie [figuur 2.5](#)).

Gezien deze bevindingen bij patiënten met een pacemaker of ICD, wordt het gebruik van een elektrotoom afgeraden.



■ **Figuur 2.6** Elektromagnetische interferentie na het inschakelen van een ultrasoon trilbad op 7,5 cm van een pacemaker (Brand et al., 2007b).

2.10 Ultrasone trilbaden

Bij een onderzoek met drie verschillende ultrasone trilbaden werd in een van de geteste modellen tot een maximumafstand van 15 cm inhibitie van de atriale en ventriculaire hartstimulatie waargenomen (Brand et al., 2007b) (■ figuur 2.6). Deze waarneming wordt ondersteund door een eerder onderzoek waarin twee andere ultrasone trilbaden de werking van pacemakers tot een afstand van 40 cm bleken te beïnvloeden (Miller et al., 1998). In een recent ander onderzoek werd eveneens tot 23 cm van een ultrasoon trilbad interferentie van pacemakers waargenomen (Roedig et al., 2010). Adams et al. (1982) meldden weliswaar de afwezigheid van interferentie van pacemakers bij gebruik van een ultrasoon trilbad, maar in dat onderzoek werd de geteste afstand niet gerapporteerd. Het ultrasone trilbad dat de werking van een pacemaker beïnvloedde veroorzaakte eveneens interferentie in een implanteerbare cardioverter-defibrillator tot een afstand van 12,5 cm (Brand et al., 2007a). Een ander ultrasoon trilbad bleek echter geen effect op ICD's te hebben (Roedig et al., 2010). Toch lijkt voorzorg geboden bij het gebruik van ultrasone trilbaden in de directe nabijheid van mensen met een pacemaker of ICD. Dit advies lijkt vooral gericht aan tandartsen of hun medewerkers met een pacemaker of ICD, aangezien ultrasone trilbaden bij de patiënt gewoonlijk op een afstand van meer dan 1 meter worden gebruikt.

Elektromagnetische interferentie na het inschakelen van een ultrasoon trilbad op 7,5 cm van een pacemaker (Brand et al., 2007b).

2.11 Overige tandheelkundige apparatuur

In 1975 werd door Simon en medewerkers gemeld dat bij twee van veertien patiënten met een pacemaker de behandelstoel tot een afstand van 1 meter storing veroorzaakte. In latere in-vitro-onderzoeken werd geen effect van behandelstoelen op pacemakers waargenomen, zelfs niet bij de minimale geteste afstand van 2,5 cm (Luker, 1982; Miller et al., 1998; Brand et al., 2007b). Dit verschil zou kunnen worden verklaard uit het feit dat pacemakers in 1975 nog niet door een titanium behuizing waren afgeschermd tegen elektromagnetische interferentie. Een andere mogelijke verklaring is dat tegenwoordig in behandelstoelen motoren zonder koolborstels worden toegepast. In het enige onderzoek dat de effecten van een behandelstoel op

een implanteerbare cardioverter-defibrillator heeft onderzocht werd ook geen effect waargenomen (Brand et al., 2007a).

De invloed van hoekstukken is in verschillende onderzoeken nagegaan. Meestal werd geen elektromagnetische interferentie van pacemakers waargenomen (Simon et al., 1975; Miller et al., 1998; Brand et al., 2007b; Roedig et al., 2010). De effecten van hoekstukken in het onderzoek van Luker en medewerkers (1982) zijn dan ook vermoedelijk het gevolg van versturende invloed op de uitleesapparatuur van de pacemaker. In vitro werd eveneens geen elektromagnetische interferentie van implanteerbare cardioverter-defibrillatoren waargenomen bij gebruik van hoekstukken, noch op een hoge noch op een lage snelheid (Brand et al., 2007a; Roedig et al., 2010).

Elektrische tandenborstels veroorzaakten in vitro geen storing van pacemakers en ICD's, zelfs niet als ze er tegenaan werden gehouden. In hetzelfde onderzoek veroorzaakte een uithardingslamp op batterijen (SmartLite IQ2) tot een afstand van 10 cm storing van pacemakers en tot een afstand van 2 cm storing van ICD's (Roedig et al., 2010). In eerdere in-vitro- en in-vivo-onderzoeken werd geen interferentie van pacemakers bij gebruik van uithardingslampen waargenomen (Miller et al., 1998; Patel et al., 2005).

Röntgenapparatuur veroorzaakte geen elektromagnetische interferentie van pacemakers, noch in vivo noch in vitro (Simon, 1977; Miller et al., 1998). Het effect van röntgenapparatuur op ICD's is tot op heden nog niet onderzocht. Ook is geen onderzoek beschikbaar over het mogelijke effect van een cone beam CT-scan op pacemakers en ICD's.

2.12 Concluderende opmerkingen

Er is de afgelopen veertig jaar een groot aantal onderzoeken gepubliceerd over mogelijke storing van pacemakers en ICD's door tandheelkundige apparatuur. De soms tegenstrijdige resultaten zouden gerelateerd kunnen zijn aan verschillende typen onderzochte pacemakers/ICD's. Zo is bekend dat de oudere generatie pacemakers gevoeliger was voor elektromagnetische interferentie dan de huidige modellen (Trenter en Walmsley, 2003). Ook bleken unipolaire pacemakers gevoeliger voor storing dan bipolaire pacemakers (Luker, 1982; Miller et al., 1998). Bovendien zijn geïmplanteerde pacemakers/ cardioverter-defibrillatoren omgeven door lichamelijk weefsel. Dit zou kunnen bijdragen aan de isolatie, wat zou kunnen verklaren waarom elektromagnetische interferentie soms wel in vitro wordt waargenomen maar niet in vivo (Glikson en Hayes, 2001).

Toch lijken enkele duidelijke trends zichtbaar. Zo wordt in veel onderzoeken bij gebruik van een magnetostrictieve ultrasone scaler, ultrasoon trilbad of elektrotoom elektromagnetische interferentie gerapporteerd. Het lijkt dan ook verstandig terughoudend te zijn met het gebruik van deze apparatuur bij patiënten met een pacemaker of implanteerbare cardioverter-defibrillator. Andere tandheelkundige elektrische apparatuur lijkt bij moderne pacemakers en ICD's geen risico op storing te vormen, indien men zich houdt aan het algemene advies om deze alleen te gebruiken op meer dan 15 cm afstand van de pacemaker/ICD en de elektroden (Pinski en Trohman, 2002b).

Als een behandelaar twijfelt of bepaalde elektrische apparatuur bij een patiënt gebruikt mag worden, dient voorafgaand overleg met de behandelend cardioloog plaats te vinden. Het gebruik van magnetostrictieve scalers kan ook omzeild worden, bijvoorbeeld door manuele scaling.

Literatuur

- Adams D, Fulford N, Beechy J, MacCarthy J, Stephens M. The cardiac pacemaker and ultrasonic scalers. *Br Dent J*. 1982;152:171–3.
- Beach CW, Bramwell JD, Hutter JW. Use of an electronic apex locator on a cardiac pacemaker patient. *J Endod*. 1996;22:182–4.
- Brand HS, Entjes MI, Nieuw Amerongen AV, Hoeff EV van der, Schrama TAM. Interference of electrical dental equipment with implantable cardioverter-defibrillators. *Br Dent J*. 2007a;203:577–9.
- Brand HS, Hoeff EV van der, Schrama TAM, Entjes ML, Nieuw Amerongen A van. Elektromagnetische interferentie van tandheelkundige apparatuur met een pacemaker. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 2007b;114:373–6.
- Brown DM, Bennett RR. Effects of dental ultrasonic electromagnetic interference on the cardiac pacemaker. *J Dent Res*. 1997;76(IADR Abstracts):288.
- Brügemann J, Gelder IC van, Meer J van der, Zijlstra F. Cardiologie en tandheelkunde. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 2006;113:75–81.
- Carlson BK. Pacemakers and dental devices. *J Am Dent Assoc*. 2010;141:1052–3.
- Crossley GH, Poole JE. More about pacemakers. *J Am Dent Assoc*. 2010;141:1053.
- Ector H, Vardas P. Current use of pacemakers, implantable cardioverter defibrillators, and resynchronization devices: data from the registry of the European Heart Rhythm Association. *Eur Heart J Suppl*. 2007;9:144–9.
- Garafalo RR, Ede EN, Dorn SO, Kuttler S. The effect of electronic apex locators on cardiac pacemaker function. *J Endod*. 2002;28:831–3.
- Glikson M, Hayes DL. Cardiac pacing. A review. *Medical Clinics of North America*. 2001;85:369–421.
- Gomez G, Duran-Sindreu F, Jara Clemente F, Garofalo RR, Garcia M, Bueno R, Roig M. The effects of six electronic apex locators on pacemaker function: an in vitro study. *Int Endod J*. 2013;46:399–405.
- Idzahi K, Cock CC de, Shemesh H, Brand HS. Interference of electronic apex locators with implantable cardioverter defibrillators. *J Endod*. 2014;40:277–80.
- Klein LJ, Sieswerda GT. Hartziekten. In: Brand HS, Diermen DE van, Makkes PC (red.) *Algemene ziekteleer voor tandartsen*. 3e geh herz druk. Houten: Bohn Stafleu van Loghum, 2012:113–35.
- Kolb C, Schmieder S, Schmitt C. Inappropriate shock delivery due to interference between a washing machine and an implantable cardioverter-defibrillator. *J Interv Card Electrophysiol*. 2002;7:255–6.
- Luker J. The pacemaker patients in the dental surgery. *J Dent*. 1982;10:326–32.
- Maiorana C, Grossi GB, Garramone RA, Manfredini R, Santoro F. Do ultrasonic scalers interfere with implantable cardioverter defibrillators? An in vivo investigation. *J Dent*. 2013;41:955–9.
- McCormack J. Electrosurgical equipment and pacemakers: a possible hazard. *Br Dent J*. 1975;139:221.
- Miller CS, Leonelli FM, Latham E. Selective interference with pacemaker activity by electrical dental devices. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1998;85:33–6.
- Misiri J, Kusumoto F, Goldschlager N. Electromagnetic interference and implanted cardiac devices: the medical environment (part II). *Clin Cardiol*. 2012;35:321–8.
- Patel D, Glick M, Lessard E, Zaim S. Absence of in vivo effects of dental instruments on pacemaker function. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 2005;99:430.
- Pinski SL, Trohman RG. Interference in implanted cardiac devices. Part I. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2002a;25:1367–81.
- Pinski SL, Trohman RG. Interference in implanted cardiac devices. Part II. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2002b;25:1496–1509.
- Roedig JJ, Shah J, Elayi CS, Miller CS. Interference of cardiac pacemaker and implantable cardioverter-defibrillator activity during electronic dental device use. *J Am Dent Assoc*. 2010;141:521–6.

- Seo K, Takayama H, Araya Y, Miura K, Tanaka Y, Kobayashi Y, Someya G. Electromagnetic interference of an external temporary pacemaker during maxillofacial and neck surgery. *Anesth Prog.* 1996;43:64–77.
- Simon AB, Linde B, Bonnette GH, Schlentz RJ. The individual with a pacemaker in the dental environment. *J Am Dent Assoc.* 1975;91:1224–9.
- Simon AB. Perioperative management of the pacemaker patient. *Anesthesiology.* 1977;46:127–31.
- Trenter SC, Walmsley AD. Ultrasonic dental scaler: associated hazards. *J Clin Periodontol.* 2003;30:95–101.
- Walter C. Dental treatment of patients with cardiac pacemaker implants. *Quintessence Int.* 1975;8:57.
- Wilson BL, Broberg C, Baumgartner JC, Harris C, Kron J. Safety of electronic apex locators and pulp testers in patients with implanted cardiac pacemakers or cardioverter-defibrillators. *J Endod.* 2006;32:847–52.
- Woolley LH, Woodworth J, Dobbs JL. A preliminary evaluation of the effects of electrical pulp testers on dogs with artificial pacemakers. *J Am Dent Assoc.* 1974;89:1099–1101.