

Wie was de 'uitvinder van de spiraal-CT'?

AZU	Academisch Ziekenhuis Utrecht
CT	computed tomography
EBT	electron beam tomograph
ECG	elektrocardiogram
EMI	Electric & Musical Industries Ltd
GE	General Electrics
MeV	mega-elektronvolt
MR	magnetic resonance
RSNA	Radiological Society of North America

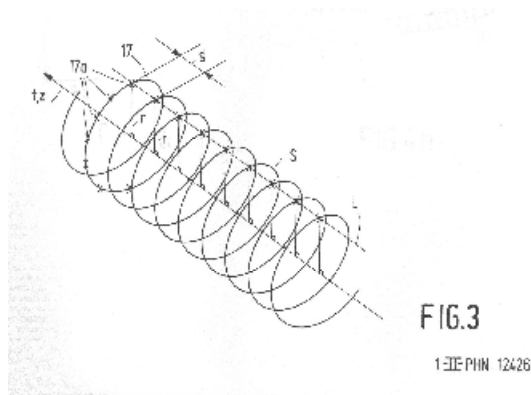
In het verslag in MemoRad van september 2008 betreffende de uitreiking van de Röntgen-plaquette in Remscheid noemden we prof.dr.ir. W.A. Kalender de 'uitvinder van de spiraal-CT'. Prof.dr.ir. F.W. Zonneveld maakte bezwaar tegen deze bewering. Na uitgebreid overleg met de Historische Commissie in opbouwende en harmonische sfeer en veel speurwerk zijnerzijds stuurde hij ons de volgende brief:

Hoewel ik grote waardering heb voor wat de heer Kalender heeft gepresteerd, is het voor mij de vraag of hij wel bestempeld mag worden als de 'uitvinder van de spiraal-CT'. Menig radioloog en assistent is getuige geweest van de pioniersarbeid met de Tomoscan 500 in het AZ Utrecht. In maart 1987 kregen bij Philips Medical Systems de ideeën over spiraalscanning vaste vorm en zijn door de heer John C.A. Op de Beek (Figuur 1) op 10 april 1987 bij het Philips Octrooibureau geregistreerd.



Figuur 1. John C.A. Op de Beek was een belangrijke motor achter de ontwikkeling van de spiraal-CT.

Het principe van spiraalscanning was echter al heel oud, maar werd toegepast in stereoscopische radiografie [1]. De octrooiaanvraag (Figuur 2) van Op de Beek werd op 22 januari 1988 ingediend bij de Nederlandse Octrooiraad met als titel 'Computertomografie-inrichting voor spiraalsgewijze aftasting' en als coauteurs S. Lobregt en M. Adriaansz.



Figuur 2. Figuur uit de octrooiaanvraag over spiraal-CT door John Op de Beek; Philips octrooinummer PHN 12.426; januari 1988

Deze octrooiaanvraag [2] beschrijft twee principes, nl. de normale spiraalscan en de spiraalscan zonder tafelbeweging, zoals die later is toegepast als CT-fluoroscopie bij naaldinterventies. In november 1988 echter bleek uit het nieuwheidsonderzoek dat er een Toshiba-patentaanvraag was met prioriteitsdatum 16 december 1982, met als uitvinder Issei Mori. Dit patent beschrijft het principe van de gewone spiraal-CT [3]. Naar aanleiding hiervan werd de octrooiaanvraag van Op de Beek cum suis niet verder vervolgd. Op 14 augustus 1987 zijn wel de eerste spiraalscans gemaakt van de nek van een proefpersoon (Figuur 3) en op 10 december 1987 van een hond (Figuur 4), beide in het ontwikkelcentrum van Philips in Best. Zelfs gelukte het op 26 augustus 1987 met de Tomoscan 500 in het AZU een 3D reconstructie te maken van een verwaarloosde enkelfractuur (Figuur 5).

Op 30 en 31 mei 1988 zijn de eerste patiënten gescand in het AZU. De lezingen en scientific exhibits voor de RSNA 1988 werden later teruggetrokken, omdat besloten werd de Tomoscan 500 niet in productie te nemen. Siemens heeft de spiraalscantechniek tijdens de RSNA van 1989 geïntroduceerd. Dat was dus ruim twee jaar later dan de eerste spiraalscans door Philips gemaakt. Ook de heer Kalender zelf heeft later toegegeven dat het idee op verschillende plaatsen onafhankelijk van elkaar is ontstaan (hij noemt bijv. het Amerikaanse patent van Mori in zijn hoofdstuk in het boek van Rosenbusch uit 1995) [4]. Het lijkt er dus nu op dat Issei Mori de uitvinder is, dat John Op de Beek de eerste was die de techniek in de praktijk heeft uitgetest, en dat Willi Kalender degene was die de spiraal-CT het eerst op een congres aankondigde en als commercieel product op de markt bracht, hetgeen mijns inziens niet mag worden betiteld met het predikaat 'uitvinder van de spiraal-CT'.

Inmiddels verdiepte de Historische Commissie zich ook in dit onderwerp en kwam daarbij tot soortgelijke conclusies. We zijn het dus geheel eens met bovenstaande uitspraken. Wel vinden we het aardig om de lezer ook deelgenoot te maken van onze zoektocht naar de waarheid.

In Wikipedia onder 'helical (or spiral) cone beam computed tomography' wordt Kalender vermeld als 'uitvinder van de spiraal-CT'. Uiteraard is het de vraag of deze mededeling wel historisch en wetenschappelijk voldoende onderbouwd is. Immers, op deze universele website kan iedereen zijn mening kwijt.

We hebben onze vraagbaak geconsulteerd, dr. René van Tiggelen, oprichter en conservator van het Belgisch Museum voor Radiologie in Brussel en Gent (www.radiology-museum.be), en schrijver van het boek 'De Schedel Doorgelicht – Geschiedenis van de Neuroradiologie in beeld' [5].

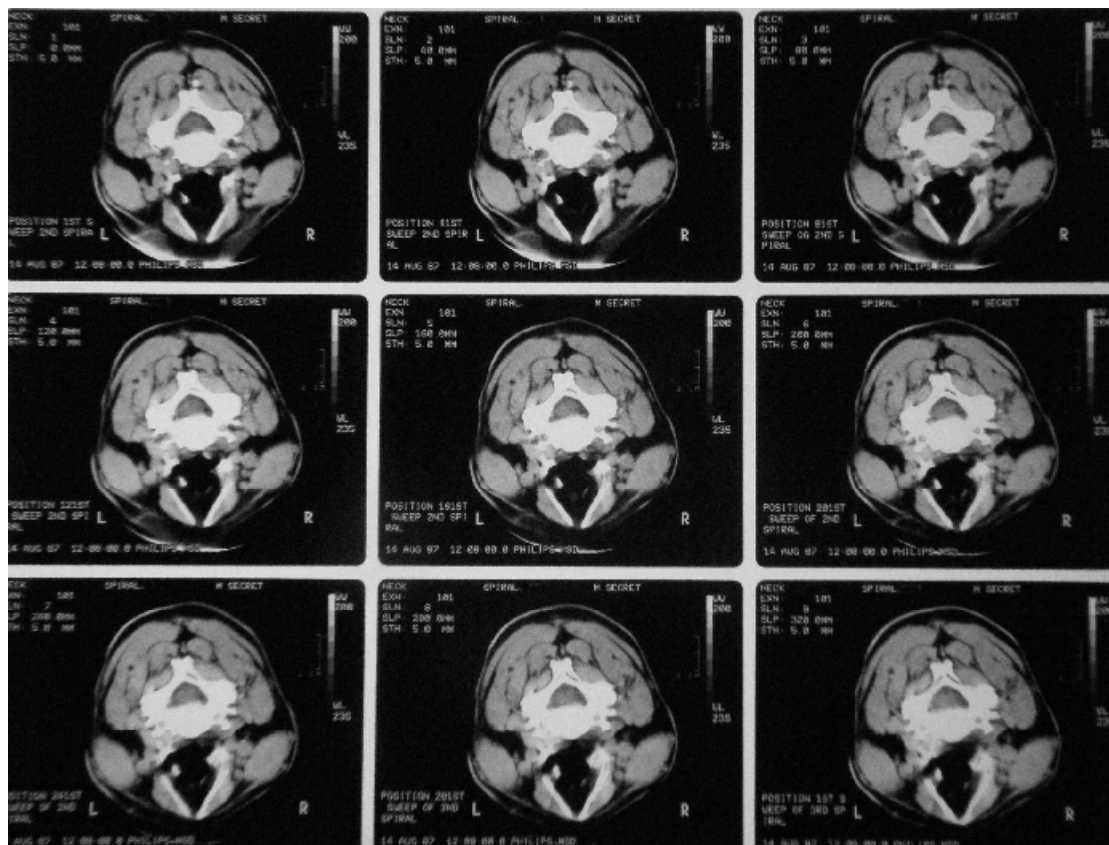
Hij begint zijn antwoord aan ons met de wijze spreuk: 'Victory has many fathers, but defeat is an orphan!' Hij geeft ons het antwoord van diverse deskundigen op dit gebied:

- Prof. Michel Collard (had de eerste CT in België en de eerste MR in Europa): "In 1975-76 deed de firma EMI in St. Louis reeds onderzoek met de experimentele EMI 5005. Getracht werd de bewegingsartefacten te verminderen en het oplossend vermogen te verbeteren door rotatie en contrarotatie van de buis. Dit was niet

succesvol. EMI werd al spoedig overgenomen door GE. Het experiment werd door GE meteen gestopt.”

- Hans Rigauts schreef (in Leuven) vroege artikelen over deze materie [6,7].
- Elly Castellano en prof. Steve Webb (Department of Physics van het Institute of Cancer Research; University of London; UK; schrijver van het boek: 'From the watching of shadows') [8]: "W.A. Kalender en P. Vock presenteerden als eersten de fysische metingen en klinische studies van spiraal-CT tijdens de RSNA 1989. Siemens lanceerde in 1990 de eerste commerciële CT-scanner met een spiraaloptie.”

Verder zijn we te rade gegaan in hoofdstukken over CT in twee geschiedkundige boeken uit 1995 en 2001. Het onderwerp spiraal-CT was toen amper tien jaar oud en lag vers in het geheugen. De schrijvers waren toonaangevend en beide betrokken bij deze nieuwe ontwikkelingen.



Figuur 3. Experimentele spiraal-CT van de nek van een proefpersoon in het onderzoekcentrum van Philips te Best op 14 augustus 1987.

Belangrijke informatie vinden we in het hoofdstuk 'Computed tomography – technical development', op blz. 281-292 van het boek 'Radiology in Medical Diagnostics, evolution of X-Ray applications 1895-1995' [4]. Dit hoofdstuk is uitstekend gedocumenteerd. Het is wel geschreven door, jawel, prof. Kalender, zodat een bias in het blikveld niet geheel uitgesloten is. In dit hoofdstuk staat dat de mogelijkheid van spiraal-CT voor het eerst werd genoemd in 1986 door I. Mori. Hij beschreef de reconstructiealgoritmes en verwierf een octrooi [3], maar dit leidde niet tot concrete resultaten.

Onafhankelijk hiervan ontwikkelden W.A. Kalender en P. Vock in 1988 eenzelfde principe dat ze in de praktijk testten, in samenwerking met M. Oudkerk. Er zijn vijf artikelen hierover in de jaren 1989 en 1990 [9-13].

Wederom onafhankelijk hiervan deden Y. Bresler en C.J. Scrabacz onderzoek naar spiraal-CT aan de University of Illinois [14]. Hun conclusie was dat dit puur theoretische beschouwingen waren. Een grote Amerikaanse firma heeft n.a.v. hun onderzoek tot 1990 het beleid gehandhaafd dat men niet zou investeren in spiraal-CT.

Iedereen zag wel de voordelen van een continu roterende scanner: geen tijdverlies door mechanische start/stop, snellere afbeelding, geen verschuiving van organen tijdens het

scannen, reductie van de stralendosis, betere overlapping en reconstructiemogelijkheden, mogelijkheid tot scannen van bloedvaten tijdens contrastinjectie. De reconstructie van de doorgaande spiraalbeweging werd echter zeer gecompliceerd. Ten slotte lukte dit door de Z-interpolatie.

De eerste continu roterende CT-scanners werden operationeel in 1987 (Siemens Somatom plus en Toshiba 900S). In december 1989 hielden Kalender en zijn groep hun apparaat ten doop tijdens de RSNA.

Tot zover de informatie uit het boek van Rosenbusch, Oudkerk en Ammann.

Voorts vonden we informatie in hoofdstuk 22 'De geschiedenis van de computertomografie in Nederland' (blz. 214-228) van het boek 'Van röntgenoloog naar radioloog – 1901-2001' [15]. Dit hoofdstuk werd geschreven door, jawel, prof. Zonneveld. Eventuele onevenwichtigheden in beschrijving van de veelbewogen technisch-wetenschappelijke zoektocht naar de spiraal-CT zijn op die manier in balans.

In de inleiding verdeelt Zonneveld de geschiedenis van de computertomografie in vier perioden van tien jaar:

- 1972-1982: een stormachtige ontwikkeling van de eerste, tweede en derde generatie CT-scanners;
- 1982-1992: de bloei van de derde generatie met verbetering van snelheid en oplossend vermogen;
- 1992-2002: spiraal-CT-techniek (geïntroduceerd in 1989);
- na 2002 verwachtte hij de multislice-scanners (geïntroduceerd in 1998).

De paragraaf 'De periode van 1992 tot 2002 – de aanloop tot de derde periode' begint met een beschrijving van de Tomoscan 500, de eerste spiraalscanner. Hiermee werd op 14 augustus 1987 een vrijwilliger gescand en in december enkele honden. In 1988 werden ook patiënten met dit prototype onderzocht voor een voordracht tijdens de RSNA, maar in de loop van dat jaar besloot Philips de scanner niet op de markt te brengen en werd de voordracht afgelast.

Oudkerk in Rotterdam had intussen ook bedacht dat bij de mens voortdurend alles beweegt ('homo pulsans') en dat daarom scanners snel en continu moesten zijn. Hij vroeg verschillende leveranciers een dergelijk apparaat te construeren, maar kreeg overal nul op rekest, totdat de heer Van Ootmarsum van Siemens Nederland hem met de club van Kalender in Erlangen in contact bracht. Op 9 september 1988 ging de applicatie met het eerste apparaat (Somatom Plus) in het Daniel den Hoed van start. In december organiseerde Siemens een groot reclameoffensief. In januari 1989 opende Ria Lubbers het apparaat officieel. Tijdens de RSNA 1989 introduceerde Kalender namens zijn groep en Siemens het apparaat en presenteerde Oudkerk een poster over diagnostiek van hilaire adenopathie hiermee, die het predikaat 'cum laude' verwierf.

Toch had ook Kalender eerder moeite gehad om in eigen (Siemens) huis het concept van deze nieuwe geldverslindende techniek te verkopen. De beelden waren aanvankelijk niet ideaal, maar de doorbraak kwam nadat hij de 360°-interpolatie verving door een 180°-interpolatie.

Illustratief voor de verspreiding van deze nieuwe ontwikkeling over diverse firma's is *Tabel I* van de eerste typen spiraalscanners in Nederland (blz. 225): in de beginfase stonden er in Nederland 26 spiraalscanners, en wel van Elscint (2), GE (1), Philips (12), Picker (1), Siemens (8) en Toshiba (2). Van deze firma's en van Hitachi zijn ook spiraal-CT-patenten [16-19] en publicaties [20-22] bekend.

We raden iedereen aan dit hoofdstuk in het boek, dat in ieders bezit is, nog eens door te lezen. Het leest als een thriller.

We bladeren nog even terug naar blz. 286 in het boek van Rosenbusch e.a.:

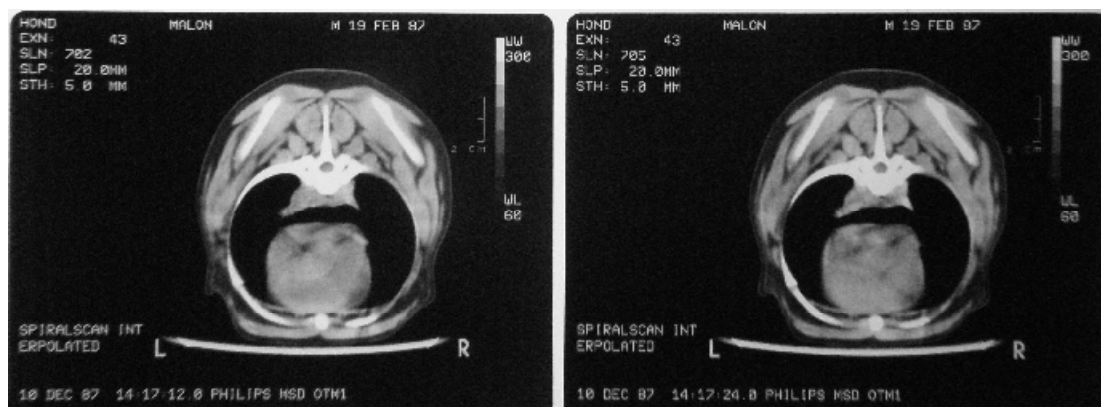
Interessant is dat al ruimschoots voor het verschijnen van de eerste spiraal-CT's dit principe werd gelanceerd, maar dan zonder de noodzaak om het zware gewicht van een röntgenbuis of set van buizen dan wel detectoren om de patiënt heen te laten draaien. Reeds in 1977 werd voorgesteld een elektronenbundel vanuit een ringvormige anode door een patiënt heen te laten waaiëren. D.P. Boyd realiseerde een dergelijk apparaat in 1983. Door de firma Imatron zijn in de loop der jaren enkele dozijnen electron beam-tomografen (EBT's) verkocht. Hiermee is belangrijk werk gedaan op het gebied van cine-CT, angio-CT en calciumscore van de coronairarteriën, o.a. door Oudkerk.

Op 16 oktober 2008 vergeleek uitvinderradioloog Sven Ploem tijdens zijn afscheidscollege in het UMCG Groningen het renpaard Red Rum met de EBT. Na een veelbelovende start van zijn carrière kreeg Red Rum grote lichamelijke problemen; hij moest naar de slager, maar in een laatste poging wist zijn eigenaar hem te redden door voetbaden in zeewater; daarna volgde een glanzende loopbaan. De EBT wordt achtervolgd door hoge ontwikkel- en aanschafkosten, grote concurrentie van de spiraal-CT en stagnerende verkoop. De EBT lijkt reddeloos verloren. Ploem brak een lans voor redding van deze mooie methode en een succesvolle doorstart. Lees zijn interessante voordracht op www.innoguard.com.

Ten slotte keren we terug naar de vraag: 'Wie is de uitvinder van de spiraal CT?'.

Rene van Tiggelen wees ons op het gezegde 'succes kent vele vaders, maar mislukking is een wees.'

Het is een geval van serendipiteit, evenals de uitvinding van de planigrafie en de ontdekking van de röntgenstraling. De mensheid moet de talrijke knappe koppen die met enorme inzet en creativiteit deze baanbrekende ontwikkelingen tot stand brachten, dankbaar zijn. Grote inspanning en grote kans op teleurstelling zijn hun deel. De offers zijn groot, soms fataal, zoals bij Marie Curie en Konrad Gund. Curie overleed aan de radioactieve straling. Gund was een geniaal fysicus; hij maakte deel uit van de plangroep voor kernfysica van Werner Heisenberg en was vanaf 1936 ingenieur bij Siemens-Reiniger-Werke in Erlangen. In die hoedanigheid ontwikkelde hij van 1942-1946 het Betatron van 6 MeV, waarmee talrijke oncologische patiënten bestraald en vaak genezen werden. Vanaf 1949 kreeg hij de leiding over een groep die het Betatron moest verbeteren om ook dieper gelegen tumoren te behandelen. Hij slaagde erin het Betatron II te bouwen van 15 MeV. Na een goede start in 1952 traden er mankementen op; het buizensysteem bleek onvoldoende bestand tegen de hoge energieën van deze elektronenbundels. Dag en nacht werkte hij aan de oplossing van deze puur technische problemen, maar op 31 mei 1953 werd het hem te veel. Hij pleegde zelfmoord naast zijn Betatron. De volgende ochtend deed zijn vrouw hetzelfde in haar keuken [23].



Figuur 4. Experimentele spiraal-CT van een hond in het onderzoekcentrum van Philips te Best op 10 december 1987.

Inmiddels is duidelijk dat vele knappe koppen rond 1988 bezig waren met het ontwikkelen van een continu draaiende spiraal-CT. Maar behalve kennis, intelligentie en creativiteit heeft men ook overredingskracht, visie en geluk nodig. Zonder een goed team, medewerking en een ruim onderzoeksbudget, gericht op de juiste projecten, lukt het niet.

Dé uitvinder van de spiraal-CT bestaat waarschijnlijk niet. Issei Mori was waarschijnlijk de eerste. Willi Kalender speelde een grote en succesvolle rol, en ontving terecht de Röntgen Plaque. John Op de Beek heeft ook belangrijk pionierswerk gedaan, maar zijn succes kwam door omstandigheden buiten zijn eigen invloed niet tot zijn recht en daarmee ook niet in de openbaarheid.

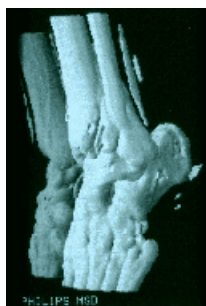
Later heeft Op de Beek ook een essentiële bijdrage geleverd door een praktische methode te ontwikkelen voor CT-reconstructies met behulp van rotatieangiografie (3D Rotational Angio). Ook hij verdient zeker een hoge onderscheiding.

De Historische Commissie wil daarom dit artikel besluiten met gegevens over John Op de Beek:

John C.A. Op de Beek werd geboren in april 1943. Hij studeerde natuurkunde in Utrecht met bijvakken medische fysica en biofysica. In 1970 trad hij in dienst van Philips Medical Systems bij de Medical Data Processing Group. Deze groep had tot doel de introductie van de computer in medische systemen voor te bereiden. In die tijd waren dat nog stand-alone-systemen, zoals voor radiotherapieplanning en de automatisering van de radiologische verslaglegging. Zo was de heer Op de Beek betrokken bij een systeem voor de analyse van linkerventrikel-cinefilms, 'Grafomed' genaamd. Later werden dat geïntegreerde systemen, zoals bij de klinisch-chemische automaat en de CT-scanner.

Vanaf 1974 raakte John Op de Beek betrokken bij de (voor)ontwikkeling van de derde generatie CT-scanners (Tomoscan 300, 310 en 350). Hij was daarbij verantwoordelijk voor de (reconstructie)software en het uitwerken van de bijhorende scantechnieken. Hierbij gaf hij leiding aan een groep ontwikkelaars, onder wie de heren Lobregt en Adriaansz.

In 1980 heeft hij deze werkzaamheden uitgevoerd voor een uniek scannerprincipe (mix tussen derde en vierde generatie scanner, scanning focus). Dit werd de T500-scanner met slipring. Continuïtatie maakte spiraalscan mogelijk. Het spiraalscanprincipe heeft Op de Beek begin april 1987 bedacht en uitgewerkt in een officiële uitvindingsmededeling (10 april 1987). De technische uitwerkingen zijn uitgevoerd samen met de heren Lobregt en Adriaansz. Met de T500 zijn een aantal spiraalscans uitgevoerd. Op 14 augustus 1987 een nekstudie en op 10 december 1987 een hondje. Eind mei 1988 een vijftal patiënten in het AZU. De ontwikkeling van de T500 is later in 1988 gestopt.



Figuur 5. 3D-reconstructie, gebaseerd op een spiraalscan van de Tomoscan 500 gemaakt in het AZU op 26 augustus 1987 bij een proefpersoon met een oude intra-articulaire tibiafractuur

Vanaf 1992 heeft Op de Beek samen met de heren Koppe en Klotz van de Philips Research Hamburg de 3D Rotational Angiografie uitgewerkt. Op basis van een conventioneel C-boogstelsel met een rotatie over slechts 180° konden 3D-volumereconstructies uitgevoerd worden van objecten met hoge dichtheden, zoals met contrast gevulde vaten in de hersenen en botstructuren. De 3D-volumedata konden in alle richtingen en doorsneden real-time bekeken worden.

Niet het algoritme was hier het grootste probleem, maar het uitwerken van een geometrische calibratiemethodiek van het C-boogstelsel met röntgenbuis en beeldversterker. Voor de neuroradiagnostiek was het een ongekend succes, omdat neuro-interventies meteen uitgevoerd konden worden. De techniek wordt nu breed toegepast en is niet meer weg te denken uit de hedendaagse röntgendiagnostiek.

Als afsluiting van zijn werkzaamheden in de beginjaren 2000 heeft Op de Beek samen met de Philips Research Hamburg (heren Koppe, Klotz en Rasche) op basis van 3D-angio een vervolgonderzoek gedaan aan ECG-getriggerde hartkatheterisatie van varkenshartten in het Klinikum in Aken. Het is gelukt de coronairvaten in drie dimensies roterend te berekenen en te visualiseren.

We danken prof.dr.ir. F.W. Zonneveld en drs. J. Op de Beek voor hun vele en grondige werk in dit artikel, voor het verschaffen van de gegevens en voor het opstellen van de literatuurlijst.

We danken dr. R. van Tiggelen voor zijn informatie en adviezen.

Historische Commissie

13 januari 2009

Literatuur

1. Slavin PE. X-ray helical scanning means for displaying an image of an object within the body being scanned. U.S. Patent 3,432,657 (ingediend 6-7-1965, verleend 11-3-1969).
2. Op de Beek JCA, Lobregt S, Adriaansz M. Computertomografie-inrichting met spiraalsgewijze aftasting. Philips octrooiaanvraag PHN 12.426 (aangemeld 10-2-1988 onder nr. 8800321 voor de ter inzagelegging) (gebaseerd op uitvindersmededeling van J.C.A. Op de Beek van 10-4-1987 [GK 66.832]).
3. Toshiba patent 1: Issei Mori: "Computerized Tomographic apparatus utilizing a radiation source". European Patent Application 83112549.7 priority: 16 December 1982, date of filing: 13 December 1983, date of publication 25 July 1984. Tevens: US patent nr. 4,630,202; 16 december 1986.
4. Kalender WA. Computed tomography – technical development. In: Rosenbusch G, Oudkerk M, Ammann E (eds.). Radiology in medical diagnostics. Evolution of X-ray applications 1895-1995. Oxford: Blackwell Science, 1995:281-92. ISBN 0-86042-899-9.
5. Tiggelen R van. De schedel doorgeïllustreerd. Geschiedenis van de Neuroradiologie in beeld. Brussel: Memogrames, 2007. ISBN 2-930418-28-1. info@radiology-museum.be
6. Rigauts H, Marchal G, Baert AL, Hupke R. A six month clinical evaluation with the Somatom Plus. Elektromedica 1990;58:8-13.
7. Rigauts H, Marchal G, Baert AL, Hupke R. Technical note. Initial experience with volume CT scanning. J Comput Assist Tomography 1990;14:675-82.
8. Webb S. From the watching of shadows. The origins of radiological tomography. Bristol: Adam Hilger, 1990. ISBN 0-85274-305-X.
9. Vock P, Jung H, Kalender WA. Single-breathhold volumetric CT of the hepatobiliary system. Radiology 1989;173(P):377.
10. Kalender WA, Seissler W, Vock P. Single-breath-hold spiral volumetric CT by continuous patient translation and scanner rotation. Radiology 1989;173(P):414.
11. Kalender WA, Seissler W, Klotz E, Vock P. Spiral volumetric CT with single-breathhold technique, continuous transport, and continuous scanner rotation. Radiology 1990;176:181-3.
12. Kalender WA. Spiral CT in the year 2000. In: Rémy-Jardin M, Rémy J (eds.). Spiral CT of the chest. Berlin: Springer, 1996:322-29.
13. Vock P, Soucek M, Daepf M, Kalender WA. Lung: spiral volumetric CT with single-breath-hold technique. Radiology 1990;176:864-7.
14. Bresler Y, Scrabacz CJ. Optimal interpolation in helical scan 3D computerized tomography. Proceedings IEEE Conf Acoust Speech and Sig Proc 1989:1472-5.
15. Zonneveld FW. De geschiedenis van de computertomografie in Nederland. In: Rosenbusch G, Panhuysen J, Vellenga K, Knecht-van Eekelen A de (eds.). Van röntgenoloog naar radioloog. 's-Hertogenbosch: Nederlandse Vereniging voor Radiologie, 2001:214-28.
16. Hitachi-patent (gebaseerd op de Philips octrooi-idee, want Hitachi en Philips hadden toen een samenwerkingsverband). Hiroshi Nishimura, Osama Miyazaki: CT system for spirally scanning subject on a movable bed synchronized to X-ray tube revolution. U.S. Patent 4,789,929, filing date 12 May 1987, date of publication 12 June 1988.
17. GE-patent. Carl Ross Crawford: European Patent 0 405 862 A1 (1989) (zie ook 20).
18. Picker-patent. Dominic J. Heuscher: European Patent 0 471 455 A2 (1990).
19. Toshiba-patent 2. Ozaki Masahiro: European Patent 0 383 232 A2 (1990).
20. Crawford CR, King KF. Computed tomography scanning with simultaneous patient translation. Medical Physics 1990;17:967-82.
21. Vannier MW, Wang G. Principles of spiral CT. In: Rémy-Jardin M, Rémy J (eds.). Spiral CT of the chest. Berlin: Springer, 1996:1-32.
22. Kalender WA. Principles of spiral CT. In: Goldberg LW, Fowlkes JB (eds.). Medical CT and ultrasound: current technology and applications. Madison, WI: Advanced Medical Publishing, 1995:379-410.

23. Max Gebbert & die Pioniere der Medizintechnik. Uitgave Siemens, 2007. Te bestellen bij www.med-archiv.de of doris-maria.vittinghoff@siemens.com.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.