

Medisch Techno Logisch !



Intreerede van
prof.dr.ir. Ruud Verdaasdonk

uitgesproken op
vrijdag 24 september 2010
VU medisch centrum

Mijnheer de rector, dames en heren

Inleiding

In deze rede ga ik u meenemen langs een boeiende weg, waar fysica, technologie en geneeskunde elkaar eerst raken en vervolgens samen opgaan. Ik zal de onmiskenbare voordelen beschrijven, maar ook de beperkingen niet onbelicht laten. Ik begin deze weg met een stuk historie.

Korte historie van de medische technologie

Geneeskunst is in eerste instantie beschrijvend geweest: opnemen van symptomen, informatie verzamelen en verwerken. Op grond van deze kennis en ervaring kon men later diagnoses maken.

Pas in de 19^e eeuw werden de eerste instrumenten voor diagnostiek uitgevonden en toegepast, zoals een volumemeter voor de longen, een manometer voor bloeddruk en een kijker om binnenin het oog te kijken, de ophthalmoscoop.

Medische technologie is pas echt in opkomst geraakt in het begin van de 20^e eeuw door het gebruik van diagnostische instrumenten als de thermometer, stethoscoop, microscoop en endoscoop. Natuurlijk is de grote doorbraak op zowel technologisch als fysicagebied gekomen met de toepassing van röntgenstraling en, meer recent, scanners zoals de MRI, en PET-CT.

Bij de behandeling van patiënten heeft de technologie ook grote stappen gemaakt. Vele eeuwen lang hebben chirurgen enkel gebruik gemaakt van mechanische instrumenten. De toepassing van elektriciteit om te snijden en wonden dicht te branden bestaat pas sinds 1950. Daarna zijn andere energiebronnen zoals laserlicht, ioniserende straling en ultrageluid erbij gekomen. Nu worden diagnostische beelden gebruikt om naar de plek van behandeling navigeren. Voor ondersteuning van complexe laparoscopische chirurgie worden robotarmen gebruikt. Medische apparatuur wordt ook in miniatuurvorm in patiënten ingebouwd zoals de pacemaker.

Door de sterke toename van kennis was er een noodzaak voor de medici om zich te specialiseren en zich de vaardigheden eigen te maken van o.a. de toepassing van de apparatuur en het interpreteren van de resultaten. Toen dit nog complexer werd en men zich bewust werd van nadelige effecten van de toepassing, werden ook niet-medisch opgeleide professionals erbij gehaald. Ongeveer 40 jaar geleden deden de medisch technologen en de klinische fysici hun intrede ter ondersteuning van de radiotherapie en radiodiagnostiek.



Ook op informatiegebied nam de kennis exponentieel toe, met name door het opnemen en opslaan van beelden. Het gebruik van computers is onontbeerlijk geworden. In de meeste instrumenten zit tegenwoordig een processor-chip als hart voor de sturing van het apparaat. We zijn dus afhankelijk geworden van medische technologie.

Wat vroeger	<i>genees-kunst</i>	werd genoemd,
werd vervolgens	<i>genees-kunde</i>	genoemd, en
zou tegenwoordig	<i>genees-technologie</i>	moeten heten.

De technologie is gestoeld op fysische grondbeginselen, zoals mechanica, optica, elektriciteit en radioactiviteit. Vandaar de titel van mijn oratie en stelling:

Fysica in de Zorg = Medisch Techno Logisch

Huidige stand van de genees-technologie

Wat hebben de ontwikkelingen ons tot nu toe gebracht en voor welke uitdagingen staan we in de nabije toekomst? Over het geheel genomen gaan we minder vroeg dood, en sommige ziektes zijn zodanig onder controle gebracht door o.a. preventie, vroege diagnostiek en behandelingsmethoden, dat deze niet direct fataal meer zijn. Denk bijvoorbeeld aan hartaandoeningen en herseninfarcten.

De bevolking groeit gestaag en door betere welvaart en gezondheidszorg wordt de gemiddelde leeftijd steeds hoger. Met de hogere leeftijd komen ook andere ziekten en gebreken naar boven, zoals gewrichtsaandoeningen en hersendegeneratie, wat leidt tot vermindering van kwaliteit van leven, vooral door beperkte mobiliteit en pijnklachten.

De vraag naar zorg stijgt dus enorm. Zowel aan de diagnostische als aan de behandelkant. De technologie maakt het mogelijk om met minimale belasting voor de patiënt hoogwaardige diagnostiek te verkrijgen via verschillende scantechieken en niet invasieve meetmethoden. Bij vroege diagnose kan men beginnende afwijkingen relatief eenvoudig en minimaal invasief behandelen.

De verhoogde vraag naar zorg in combinatie met de medisch technologische mogelijkheden maakt de kosten in de gezondheidszorg hoger. Van ons nationale budget gaat 8.5% naar de gezondheidszorg. Dat is in de orde van 2700 Euro per inwoner per jaar. Daarvan wordt 153 Euro

gespendeerd aan medische technologie. Relatief een bescheiden bedrag als u ziet wat er in de ziekenhuizen aan apparatuur aanwezig is en de benodigde middelen die nodig zijn om veiligheid en kwaliteit ervan te garanderen. In de Verenigde Staten zijn deze bedragen een factor 2 hoger. Daarbij hoort dan de kanttekening dat deze technologie voor een deel van de Amerikaanse bevolking niet ter beschikking staat, omdat men het zich niet kan veroorloven.

Het contrast in toegankelijkheid tot medische technologie is nog groter op wereldschaal. Slechts een klein deel van de wereldbevolking heeft toegang tot en profijt van medische technologie. Vers van de pers is het rapport van de Wereld Gezondheid Raad getiteld 'Medical Devices: managing the mismatch'. Dit rapport is tot stand gekomen onder redactie van de Nederlandse hoofdinspecteur voor de gezondheidszorg mevrouw Josée Hansen. Ik kan het iedereen die werkzaam is in de medische technologie van harte aanraden hiervan kennis te nemen vanwege de waardevolle informatie en de belangrijke boodschap die het bevat. Het is op te halen van de website van de WHO.

De centrale vraag van het project *Priority Medical Devices for Europe and the World* is: beschikken we over voldoende en de juiste medische hulpmiddelen die we in de nabije toekomst nodig hebben voor de gezondheid van de bevolking op wereld schaal. Daarbij is gescoord op de 4 A's:

Availability	beschikbaarheid
Accessibility	toegankelijkheid
Appropriateness	geschiktheid
Affordability	betaalbaar

De bevindingen in het rapport zijn schrijnend.

De Verenigde Staten is verantwoordelijk voor 40% van de omzet in medische apparatuur in de wereld. Daarna volgen Japan, Duitsland en Frankrijk. In 2/3 van wereld (110/163 landen) staat voor slechts 10% van de omzet. Er is een vergelijkbare verdeling in de bedrijfsactiviteiten op medische gebied in de betreffende landen.

Ongeveer 70% van de medische apparaten is niet bruikbaar in ontwikkelingslanden door gebrek aan infrastructuur (nutsvoorzieningen, onderhoud, opleiding). Verreweg de meeste landen kunnen zich de aanschaf (en het onderhoud en de toepassing) niet veroorloven omdat het niet betaalbaar is.

Bij de innovatie van medische technologie wordt te weinig gekeken naar het maatschappelijk belang op wereldschaal, zoals voor de meest voorkomende ziektebeelden in derdewereldlanden (o.a. depressie, diabetici, infarcten, cardiovasculaire aandoeningen). Daarnaast is er volgens het rapport een grote behoefte aan de ontwikkeling van hulpmiddelen voor gehandicapten.

Aan de andere kant hebben de westerse landen de luxe dat er een grote diversiteit aan medische hulpmiddelen bestaat, wat de keuze bij aanschaf complex maakt.

Van de top 30 van medische bedrijven is 2/3 gevestigd in de Verenigde Staten. Deze top 30 heeft 89 % van de omzet. De overige 27.000 bedrijven verdelen de overige 11%.

Als men voorgaande feiten op een rij zet moet men wel concluderen dat er een enorme mismatch bestaat. Het is wenselijk dat de grote westerse bedrijven en regeringen hier iets aan gaan doen.

Positie fysica en medische technologie

Nu ik een beeld heb geschetst van de ontwikkeling en positie van medische technologie in de wereld, wil ik me gaan richten op de inbedding en taken van de fysica en medische technologie in de Nederlandse ziekenhuizen en het VUmc in het bijzonder.

Voor een academisch ziekenhuis behoren patiëntenzorg, onderzoek en onderwijs tot de kerntaken. Ook de afdeling fysica en medische technologie (FMT) draagt bij aan deze taken. In het VUmc is de afdeling fysica en medische technologie ondergebracht in een van de medische divisies waar ook algemene klinische afdelingen zoals radiologie, radiotherapie, apotheek en laboratoria deel van uitmaken. Het is de inzet geweest om de fysici binnen het VUmc zoveel mogelijk in deze afdeling onder te brengen, zodat er een context kan ontstaan voor een goede synergie en collegiale toetsing. Helaas is dit concept de laatste jaren deels verlaten ten gevolge van reorganisaties en om financiële redenen. Ik zie het als mijn taak me sterk te maken voor het bevorderen van de samenwerking tussen de fysici in het VUmc. Dit kan bij voorkeur binnen de afdeling FMT maar ook buiten FMT als daar goede redenen toe zijn. Gelukkig is er al een goede samenwerking met de fysici die werkzaam bij andere afdelingen binnen onze divisie.

Voor FMT staat de veiligheid en kwaliteit van zorg bij de toepassing van medische apparatuur centraal.

Binnen de afdeling zijn fysici en technici ondergebracht in drie secties met specifieke taken zoals beheer van apparatuur en onderzoek. Op een aantal themagebieden werken zij nauw samen en brengen ieder hun expertise in:

- patiëntveiligheid en kwaliteit
- onderzoek en innovatie
- onderwijs en opleiding
- klinische ondersteuning

Veel activiteiten vinden plaats in nauwe samenwerking met andere afdelingen en externe partijen. Ik wil graag op elk van deze gebieden dieper ingaan, onze ambities kenbaar maken en onze toekomstvisie geven.

Patiëntveiligheid en kwaliteit

Rapporten

Veiligheid in de zorg is een noodzaak. Maar veiligheid in de zorg kan ook nog steeds verbeterd worden. In het rapport 'Oorzaken van incidenten en onbedoelde schade in ziekenhuizen', uitgebracht door EMGO Instituut en NIVEL, staan verontrustende cijfers. Kort samengevat: op de 1.3 miljoen ziekenhuisopnamen loopt 5.7% van de patiënten onbedoelde schade op waarvan 2.3% vermijdbaar was geweest. Ongeveer 6.000 patiënten houden blijvend letsel over hetgeen eveneens voorkomen had kunnen worden. 1% van de ziekenhuisbudgetten wordt gespendeerd aan vermijdbare schade hetgeen op 167 miljoen uitkomt. Naar schatting 1.700 patiënten overlijden door oorzaken gerelateerd aan onbedoelde schade. Weliswaar zijn dit vaak patiënten die al in slechte conditie waren, maar dan nog. Deze Nederlandse cijfers zijn positief vergeleken met de gemiddelde cijfers in andere landen, die variëren van 1.300 tot 6.000.

Analyse van het ontstaan van incidenten

Er zijn verschillende rapporten uitgekomen, waarin een analyse staat beschreven naar de oorzaken van incidenten en onbedoelde schade in ziekenhuizen. Men maakt daarbij dankbaar gebruik van de kennis die al aanwezig is in andere bedrijfstakken zoals de luchtvaart. Een incident is meestal het gevolg van een aaneenschakeling van het falen van veiligheidsmaatregelen die bij normaal functioneren een incident zullen voorkomen. Het is van het grootste belang incidenten te analyseren en de barrières aan te scherpen door bijvoorbeeld specifieke opleiding en aangepast ontwerp van de apparatuur.

Het is natuurlijk veel beter om onvolkomenheden eerder te signaleren en zich bewust te zijn van mogelijke risico's. Hiervoor is een veiligheidscultuur noodzakelijk. Veiligheid is niet af te dichten met protocollen en grote boekwerken waar niemand in kijkt. De medewerkers moeten pro-actief verborgen onveiligheden en potentieel gevaarlijke situaties kunnen herkennen en daarvan melding maken. Medewerkers moeten bijna-incidenten kunnen melden zonder dat het hen persoonlijk aangerekend wordt ('blame free').

Bij het opstellen van uitgebreide risicoanalyses moet men gebruik maken van experts daar de doeltreffendheid zo goed is als de competentie van degene die de analyse heeft opgesteld. Vervolgens moeten veiligheidsinstructies in begrijpelijke taal worden opgeschreven en beschikbaar worden gemaakt op de werkvloer. Voorlichting en instructie zijn de belangrijkste manier om het veiligheidsbewustzijn te verhogen. Alleen met kennis van zaken kan men gevaarlijke situaties herkennen. Voor het opvangen van kritieke situaties kan men trainen zodat de juiste handelingen een tweede natuur zijn geworden.

Het aandeel van medische technologie in incidenten

Het optreden van incidenten gerelateerd aan medische apparatuur is afhankelijk van de soort afdeling. Op de Spoed Eisende Hulp bijvoorbeeld, waar intensief en veelal onder stress van apparatuur gebruik wordt gemaakt, betreft het aandeel materiaal- en apparatuurgerelateerde incidenten ongeveer 20% van het totaal aan incidenten.

In 2008 is door de Inspectie voor de GezondheidsZorg een rapport uitgebracht getiteld 'Risico's van medische technologie onderschat'. Hierin beschrijft men dat door gebrek op gebieden van bewustzijn van risico's, bekwaamheid en gebrekkig onderhoud gevaarlijke situaties ontstaan die deels ook tot incidenten leiden. De inspectie beveelt de minister van VWS daarom aan om instellingen te verplichten tot het instellen van risicomanagement, het aantoonbaar maken van bekwaamheid voor gebruik van risicovolle apparatuur en het structureel waarborgen van goed onderhoud.

Risico's bij minimaal invasieve chirurgie

Met het introduceren van nieuwe technologie beoogt men doorgaans dat patiënten beter behandeld kunnen worden. Een goed voorbeeld is de opkomst van minimaal invasieve chirurgie. In plaats van de patiënt te openen met een grote snede, maakt men slechts kleine openingen waar men

dunne instrumenten door opvoert om de operatie uit te voeren. Het voordeel is sneller herstel door minder grote wonden, minder risico op infecties en kleine littekens. Deze techniek vergt echter veel meer kennis en vaardigheden voor de bediening van de apparatuur. Deze competenties op de werkvloer dreigen achter te lopen op de ontwikkelingen van het instrumentarium en op de sterke toename van het aantal laparoscopische procedures. In de afgelopen 10 jaar is het aantal ingrepen verdubbeld en wordt bijvoorbeeld een blinde darm-operatie standaard laparoscopisch uitgevoerd.

Naar aanleiding van een aantal incidenten heeft de Inspectie een onderzoek uitgevoerd. In het rapport getiteld 'Risico's minimale chirurgie onderschat' uit 2007 concludeert men dat er geen criteria zijn opgesteld voor de minimale vaardigheid en bekwaamheid voor het uitvoeren van laparoscopische operaties en dat dit tot ongewenste situaties leidt. Men stelt dat de betrokken beroepsgroepen eisen moeten opstellen en opleidingen moeten verzorgen en dat van alle procedures video-opnamen gemaakt moeten worden. De beroepsgroep heeft hierop adequaat gereageerd met het uitbrengen van een rapport waarin alle genomen maatregelen uiteen worden gezet.

De beroepsgroep is ook gaan kijken naar de kwaliteit van het gebruikte instrumentarium en kwam tot de schokkende conclusie dat ongeveer 30% van het instrumentarium beschadigingen vertoonde waardoor een onveilige situatie kon ontstaan bij toepassing bij elektrochirurgie. Direct zijn de controles op deze instrumenten in alle Nederlandse ziekenhuizen verscherpt waardoor nu nog bij slechts 5% defecten worden gevonden. Dit instrumentarium wordt tijdig uit roulatie gehaald.

De werkgroep MICADO heeft voor het medisch technologische veld maatregelen voor het beheer van minimaal invasief instrumentarium opgesteld. Voor de controle van de instrumenten is in samenwerking tussen industrie en ziekenhuizen testapparatuur ontwikkeld. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van de endoscopentester in de afdeling medische technologie en klinische fysica in het UMC Utrecht.

FMT en kwaliteit

Medewerkers van fysica en medische technologie afdelingen in de ziekenhuizen hebben een belangrijke functie in het signaleren van onveilige situaties. Bovendien hebben zij een belangrijke functie in het geven van voorlichting op medisch technologisch gebied. Zij bezitten de kennis van de

medische apparatuur en de werking ervan. Zij kunnen adviseren bij het opstellen van risicoanalyses op het gebied van medische technologie.

Beroepsverenigingen actief op het gebied van de medische technologie, zoals de Vereniging voor Ziekenhuis Instrumentatietechnici (VZI), Werkgroep Instrumentatie Beheer Academische Ziekenhuizen (WIBAZ) en de Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica (NVKF) werken proactief samen met andere beroepsverenigingen en publiceren richtlijnen/adviezen voor het werkveld zoals de *‘Praktijkgids Risicomanagement en Medische technologie: Praktische gids voor een goede aanpak’*.

Kwaliteitsbeheer van medische apparatuur

Mede onder druk van de Inspectie voor de GezondheidsZorg gaan ziekenhuizen over tot kwaliteitskeurmerken. In het VUmc is momenteel een accreditatie gaande door het NIAZ. Ik wil graag in het algemeen benadrukken dat in de zorg toegewijde professionals werken en dat er intrinsiek altijd al ‘kwaliteit’ is geweest. De kwaliteitssystemen vragen echter om deze kwaliteit aantoonbaar en traceerbaar te maken door registratie.

De ziekenhuisorganisatie moet ervoor zorgen dat de administratie rondom het kwaliteitssysteem goed aansluit op de dagelijkse werkzaamheden van de medewerkers en dat zij gemotiveerd zijn om registraties bij te houden, omdat men het nut ervan inziet. De aanpak kan en zal voor elke afdeling weer anders zijn; men moet proberen het af te stemmen op de processen in de afdeling en niet de afdeling een uniform format opdringen. Dit stuit immers bij voorbaat op weinig acceptatie en zal daardoor geen succes hebben.

Ik wil ervoor pleiten dat medische apparatuur naast de standaardcontrole die meestal de elektrische veiligheid betreft, ook beoordeeld wordt op functionaliteit: doet het apparaat waarvoor het bedoeld is, op een veilige wijze en is de behandelaar, die het apparaat bedient, hiervoor goed opgeleid? Om dit te kunnen beoordelen is expertise nodig vanuit de klinisch fysica. De functionaliteit van medische apparatuur is ook onderdeel van onderzoek en onderwijs. Ik kom hier zo nog op terug.

In het VUmc zijn de medische afdelingen zelf verantwoordelijk voor het beheer van de medische apparatuur. De (meeste) afdelingen beleggen de beheertaak bij de fysica en medische technologie afdeling omdat hier de expertise aanwezig is. Er worden afspraken op maat gemaakt en aan de hand van risicoanalyse wordt een onderhoudsplan en vervangingsplan

gemaakt. De kennis en ervaringen op het gebied van beheer medische apparatuur worden uitgewisseld binnen beroepsverenigingen en met overheidsinstanties.

Klinische ondersteuning

Voor een veilige en optimale toepassing van (nieuwe) apparatuur is begeleiding naar de kliniek noodzakelijk. Dit begint al bij het adviseren in de aanschaf. De technoloog en/of klinisch fysicus kan een kundig advies geven bij de keuze van het apparaat. In nauw overleg met de medische specialist wordt een programma van eisen opgesteld. Met de technische en fysische achtergrond kan hij/zij een goede inschatting maken welk apparaat het best voldoet. Tijdens een testperiode kan dit in de praktijk getoetst worden en er kan aanvullend onderzoek worden gedaan in het laboratorium. Er wordt gekeken welke technische en bouwkundige voorzieningen nodig zijn, en er wordt gekeken of aan de normen die voor toepassing noodzakelijk zijn, voldaan wordt.

Bij meer complexe apparatuur zal de fysicus benodigde kennis en vaardigheden aan de medicus overbrengen. Na installatie zal een acceptatietest plaatsvinden en als aan alle eisen wordt voldaan, kan de apparatuur vrijgegeven worden voor gebruik.

Bij toepassing van complexe apparatuur kan in de kliniek assistentie worden verleend door een klinisch fysicus. Dit kan zijn in de vorm van planning voor de operatie, het berekenen en bepalen van de optimale instellingen of het combineren van patiëntbeelden in een navigatiesysteem. Tijdens de toepassing kunnen problemen gesignaleerd worden waarop acties worden uitgezet. Dit behoort tot de reguliere taken van de klinisch fysicus en de nieuwe generatie academisch opgeleide medisch technologen die er aankomt.

Onderwijs en training

De overdracht van kennis aan de medische professionals is reeds een belangrijke taak van de afdeling FMT die ik verder wil uitbreiden. Het start al in het curriculum geneeskunde waar op verschillende momenten de studenten met medische apparatuur vertrouwd worden gemaakt, alsmede met de analysemethoden voor het interpreteren van hun metingen. Dit gebeurt door hands-on opdrachten met diagnostische apparatuur en met demo's op grote beeldvormende apparaten, zoals MRI en MEG.

Daarnaast leiden we de medisch technologen en fysici van de toekomst op. Deze mensen zullen we hard nodig hebben om de brug tussen de complexe

technologie en de medische zorg te vormen. We verzorgen onderwijs in de opleidingen Medische Natuur Wetenschappen en Medische Fysica aan de VU Faculteit Exacte Wetenschappen. De afdeling FMT verzorgt ook (gast) colleges aan de Technische Universiteiten in Delft, Eindhoven en Twente en aan HBO-opleidingen Medische Technologie in de regio.

We proberen praktische kennis vanuit de klinische praktijk naar de technologiestedenten te brengen. Door hands-on onderwijs proberen we studenten te inspireren en motiveren en de klinische praktijk dichtbij te halen. Vanuit de afdeling FMT worden studenten begeleid tijdens afstudeer- en promotieprojecten in de klinische afdelingen van VUmc. Het verzorgen van onderwijs vormt voor onze afdeling ook een goede voedingsbodem om talentvolle medewerkers te selecteren en aan te trekken. Het opleiden en bijscholen van medische professionals is minstens zo belangrijk. Door een betere achtergrondkennis over de fysica en werking van de apparatuur vormt men een beter begrip voor de potentiële risico's bij het gebruik ervan en verhoogt men het inzicht in de mogelijkheden voor veilige en optimale toepassing.

Dit zou uiteindelijk moeten leiden tot een certificering, zodat de bekwaamheid ook aantoonbaar is zoals de Inspectie voor de GezondheidsZorg in de eerder besproken rapporten gesteld heeft. Hierin zie ik overigens ook een rol weggelegd voor de medische industrie, die de trainingen kan faciliteren en apparatuur ter beschikking kan stellen.

Tot slot moet ook geïnvesteerd worden in onze eigen beroepsgroep: de klinisch fysicus. Er wordt landelijk kennis uitgewisseld op expertisegebieden die lokaal sterk vertegenwoordigd zijn zoals op VUmc de beeldvormende technieken. In het VUmc worden klinisch fysici opgeleid in alle specialisatie richtingen. De afdeling FMT verzorgt de specialisatie radiologie en algemene klinische fysica in samenwerking met ziekenhuizen in de regio.

Onderzoek

De afdeling fysica en medische technologie aan het VUmc heeft een aantal onderzoekslijnen lopen die aansluiten bij de speerpunten en onderzoeksinstituten van het VUmc. Daarbij wordt nauw samengewerkt met andere afdelingen.

Ik zal voor u het onderzoekslandschap van FMT schetsen. Dit landschap wordt gekenmerkt door drie gebieden:

1. Imaging: op de afdeling is een grote expertise aanwezig op het gebied van beeldvormende technieken, zowel aan de hardware- als aan de

beeldanalysekant. Deze is vooral gericht op beeldvorming van het hoofd en het hart.

2. Advanced medical technology: diverse onderzoeken kunnen we samenvatten onder de noemer geavanceerde medische technologie. Hierbij worden metingen aan fysiologische processen uitgevoerd met speciale apparatuur. Daarnaast worden de eigenschappen en het werkingsmechanisme van chirurgische apparatuur onderzocht.

3. Biophotonics: ik ben bezig het onderzoek op biofotonica gebied in VUmc op te bouwen met de expertise die ik heb meegebracht en in samenwerking met mijn oude groep in het UMC Utrecht. Hierbij wordt licht toegepast voor diagnostiek en therapie.

Bij de drie onderzoekslijnen komt perfusie als gezamenlijk thema sterk naar boven. Bijna alle technieken die we in huis hebben zijn toepasbaar om weefseldoorbloeding te meten op verschillende schaalgroottes.

Uit het zojuist beschreven onderzoek komen potentieel nieuwe meetmethoden en apparatuur voort. Deze methoden en apparatuur zijn concrete bijdragen aan ontwikkeling en innovatie.

Naast mijn functie als afdelingshoofd en hoogleraar Fysica en Medische Technologie in het VUmc heb ik ook een deelaanstelling bij de VU Faculteit Exacte Wetenschappen. Hierdoor is een natuurlijke samenwerking op onderwijs- en onderzoeksgebied tussen het VUmc en de faculteit FEW gegarandeerd. Dit wordt versterkt met het onlangs opgerichte LaserLab onder leiding van professor Johannes de Boer, waar translationeel onderzoek wordt gedaan met fotonica-technieken voor medische toepassingen. Professor De Boer en ik vormen daarin een brugfunctie tussen FEW en VUmc.

In het volgende deel wil ik graag mijn visie geven op de ontwikkelingen in eerder genoemde onderzoeksgebieden waar FMT actief is.

Advanced medical technology

Het inzicht in de werking van medische apparatuur en de interactie met de patiënt is essentieel voor een veilige en goede toepassing. Met speciale meetmethoden en opstellingen proberen wij dit inzicht te verkrijgen.

Bij het onderzoek passen we speciale visualisatietechnieken toe onder het motto:

'een plaatje zegt meer dan 1000 woorden'.

Met een camera die duizenden beelden per seconde opneemt (high-speed imaging) en een temperatuurgevoelige camera (thermo imaging) worden beelden vastgelegd die voor het menselijk oog niet waarneembaar zijn. Door het opgenomen proces vertraagd af te spelen ziet men stap voor stap wat er exact gebeurt tussen de apparatuur en het weefsel. De beelden geven een goed inzicht in de werking van chirurgische apparatuur zoals elektrochirurgie, lasers en ultrasound. De resultaten zijn uitstekend bruikbaar als instructiemateriaal om de medische collega's bekend te maken met werking/interactie van de apparatuur waarmee zij opereren en hoe zij deze optimaal en veilig kunnen toepassen. Wellicht bent u bekend met de TV-programma's 'Mythbusters' en 'Time warp' op Discovery Channel waar men ook gebruik maakt van deze cameratechnieken.

Met een unieke opstelling 'high-speed color Schlieren Imaging' heb ik internationale bekendheid verworven. Deze opstelling geniet de belangstelling van internationale bedrijven om het werkingsmechanisme van hun apparatuur te laten onderzoeken in ons nieuwe 'Optical Imaging Laboratory'. Als voorbeeld noem ik een ultrasoon-mes en een waterstraal-snijder gebruikt voor het snijden door bloedrijke zachte weefsels met minmaal bloedverlies. Uit ons onderzoek is gebleken dat het snijmechanisme van deze twee technieken gebaseerd is op implosie van cavitatiebellen hetgeen bij de fabrikant niet bekend was.

Met dit voorbeeld wil ik aangeven hoe dit soort onderzoek op de afdeling FMT kan bijdragen aan nieuwe inzichten waarmee de methode/techniek/apparaat beter en veiliger kan worden gemaakt in samenwerking met de industrie.

Het kan ook leiden tot innovatie en nieuwe operatiemethoden. Voorbeelden waaraan ikzelf heb bijgedragen, zijn de 'ELANA-techniek' voor het maken van een bypass in de hersenen en de 'laser assisted third ventriculostomy' voor de behandeling van hydrocephalus ('waterhoofd') die in het VUmc door prof. Vandertop wordt uitgevoerd.

Ontwikkelingen en onderzoek imaging

Zoals ik in het summiere historische overzicht aangaf, zijn er met name enorme ontwikkelingen op het gebied van beeldvormende apparatuur en technieken zoals MRI, CT, PET en MEG. Dit is een breed spectrum van beeldvormende technieken, waarvoor fysische en technologische kennis onontbeerlijk is om een veilige uitvoering en interpretatie en diagnose te waarborgen.

Afhankelijk van de beeldtechniek kunnen bepaalde structuren of processen in het lichaam zichtbaar gemaakt worden. We onderscheiden hierin de gebieden anatomie, fysiologie, metabolisme en moleculair. Dit beslaat ook de range van macroniveau (lichaamsdelen/organen) tot cellulair en molecuul niveau. De technieken vullen elkaar hier goed in aan. Vandaar dat er diverse ontwikkelingen zijn van combinaties van technieken zoals bijvoorbeeld de PET-CT-scanner.

Hier is ook een raakvlak met het biophotonica-onderzoek dat een groot imaging aandeel bevat. Optical imaging beslaat het hele gebied van macro tot micro verdeeld over meerdere technieken. Optical imaging technieken zoals Optical Coherence Tomografie, PhotoAcoustic Tomografie en Confocal Microscopie hebben een grote ontwikkeling doorgemaakt en worden soms al standaard in de kliniek gebruikt (OCT bij oogonderzoek). Met behulp van deze technieken zijn beelden op cellulair niveau te verkrijgen. We kunnen spreken van optische biopten: zonder het weefsel te verwijderen wordt een beeld van de afwijkende plek in de patiënt gemaakt. Voor diagnose wil men het afwijkende weefsel van het normale weefsel kunnen onderscheiden. Dit kan door het contrast te verhogen door het weefsel met een bepaalde kleur licht te bekijken. Anderzijds kan men moleculen in het weefsel een bepaalde kleur licht laten uitstralen (fluorescentie). Men kan ook gebruik maken van zogenaamde tracers. Dit zijn stoffen die bijvoorbeeld aan eiwitten hechten die specifiek zijn voor bepaalde tumoren. Aan deze tracers zitten moleculen die licht (fluorescentie) of gammastraling (radioactiviteit) uitzenden en met een detector zoals een PET-scanner gelokaliseerd kunnen worden. Dit zijn onderzoeksprojecten op afdelingen op het VUmc en VU FEW waaraan FMT bijdraagt.

Met speciale technieken op de MRI-scanner kunnen verschillen tussen bijvoorbeeld water, vet, en beweging in vloeistoffen zichtbaar gemaakt worden. Zo wordt de stroming van bloed door de hartkamers bekeken om de conditie van de hartkleppen te kunnen beoordelen. Een ander mooi voorbeeld is het visualiseren van de beweging van de hartspier, zoals door fysici op onze afdeling samen met de afdeling cardiologie wordt bestudeerd. Met deze 'cardiac tagging' techniek wordt in de MRI een raster op de spier geprojecteerd en gevolgd tijdens de hartcyclus. Met modelanalyse van de beelden is de conditie van de hartspier te beoordelen.

Beeldgestuurde operaties

Als men met beeldinformatie tot een goede diagnose wil komen en de beelden wil gebruiken als hulpmiddel om een operatie uit te voeren, dan zijn er nog verschillende uitdagingen. Ik wil u een beschrijving geven van hoe wij denken de komende jaren met de technieken die we momenteel ontwikkelen, een beeldgestuurde operatie te kunnen uitvoeren en van de problemen die we daartoe nog moeten oplossen.

Ter voorbereiding van een operatie zal men de informatie van de verschillende scanners (MRI, CT, PET, etc.) bij elkaar willen voegen, zodat de anatomische en fysiologische informatie betrouwbaar in een 3D-beeld gecombineerd zit. Dit noemt men registreren van beelden. De fysici van FMT ontwikkelen samen met andere afdelingen softwareprogramma's om dit zoveel mogelijk automatisch te laten plaatsvinden. Met de gebundelde informatie kan men vervolgens een operatieplan maken, bijvoorbeeld voor de wijze waarop men een tumor wil verwijderen en met welke benadering men de minste schade maakt. De gecombineerde beelden worden vervolgens in een navigatiesysteem ingevoerd., Voorafgaand aan of tijdens de operatie kunnen weefsels echter verschuiven en men zal daarvoor dus een correctie moeten uitvoeren. Momenteel lopen er onderzoeken naar manieren waarop men die correctie real-time tijdens de behandeling toepassen.

De beeldgestuurde navigatie moet tijdens de operatie leiden naar de plek met het afwijkende weefsel. Met eerder besproken optische contrastversterkingstechnieken zoals fluorescentie, is het afwijkende weefsel beter te onderscheiden. Met een speciale catheter met ingebouwde OCT-detector of confocal microscoop kan op de betreffende plaats een optisch biopt genomen worden. De beelden met de resolutie op cellulair niveau zijn vergelijkbaar met de biopten die een patholoog normaal door zijn microscoop ziet. Voor de beoordeling zal de patholoog dus naar de operatiekamer moeten komen of via een beeldverbinding moeten hebben met de OK. Het zal een uitdaging zijn om binnen een beperkte tijdspanne met voldoende zekerheid op verschillende plaatsen in een 'oplichtend' verdacht gebied voldoende optische biopten te nemen om de hele afwijking in kaart te brengen.

Consortium Quantivision

Zoals u zult begrijpen zijn dit grote uitdagingen die men alleen in samenwerkingsverbanden goed kan oplossen.

Recent heeft een aantal centra in de regio Amsterdam dan ook de handen in elkaar geslagen om gezamenlijk de uitdagingen op imaging- en analysegebied aan te pakken. Hieruit is het consortium Quantivision ontstaan: een samenwerking tussen afdelingen in het VUmc, VU FEW LaserLab, Universiteit van Amsterdam, AMC en het Nederlands Kanker Instituut. Het consortium zal op grote schaal methodes ontwikkelen voor kwantitatieve beeldanalyse waarmee men snelle diagnose met een voorspellende uitkomst kan geven. Het Quantivision consortium is samen met 7 andere consortia onderdeel van het landelijke Initiatief Innovative Medical Devices. Men zal gezamenlijk in november a.s. in Den Haag een businessplan aan de politiek aanbieden voor het verkrijgen van financiering voor deze kenniscentra die de ambitie hebben om top-onderzoek op wereldniveau af te leveren.

VUmc Imaging Center

Op Imaging-gebied heeft het VUmc nog grotere ambities. Er zijn momenteel vergaande plannen om alle beeldvormende technieken in één gebouw van wereld allure onder te brengen: het 'VUmc Imaging Center'. Kliniek en onderzoek zullen daarin samengebracht worden. In de kelder zullen kortlevende radioactieve stoffen geproduceerd worden, die binnen enkele minuten bij de patiënt kunnen worden toegediend voor unieke diagnostiek. De afdeling nucleaire geneeskunde van het VUmc heeft op dit gebied wereldbekendheid. In het Imaging Center zullen unieke combinaties van beeldvormende technieken beschikbaar zijn zoals de PET-MRI, waarvan er maar een paar in de wereld operationeel zijn. Het is de bedoeling dat er ook OK's voor beeldgestuurde interventie in het centrum komen.

De toekomst van beeldgestuurde interventie

Ik wil u graag een blik in de toekomst van beeldgestuurde interventie geven. Ik verwijs daarbij naar een fragment uit de science fiction film 'Final Fantasy' waarin kwaadaardig weefsel in een geïnfecteerd persoon behandeld moet worden.

In het fragment is te zien hoe een chirurg alle beeldinformatie van de structuren in het lichaam van de patiënt op een intuïtieve wijze in 3D gepresenteerd krijgt. Met behulp van robotarmen wordt een tumor zonder het lichaam te openen met (laser)stralen onschadelijk gemaakt.

Zover als in 'Final Fantasy' zijn we met de technieken die we vanuit het VUmc Imaging Center willen gaan toepassen nog niet. Maar wie kan

zeggen hoe ver of nabij in onze toekomst dit soort technieken wel beschikbaar zijn ...?

Wat geen ‘fantasy’ meer is, en zeker nog niet ‘final’, is de ontwikkeling die momenteel gaande is op het gebied van beeldgestuurde radiotherapie. Met de zogenaamde ‘rapid arc technology’ van de firma Varian worden tumoren bestraald met een om de patiënt roterende stralingsbundel terwijl het bundelprofiel continu wordt aangepast om vitale kwetsbare structuren zoveel mogelijk te sparen.

Ook robot-geassisteerde chirurgie is al geen uitzondering meer. Meerdere ziekenhuizen in Nederland beschikken over de Da Vinci robot waarmee o.a. met succes totale prostaatsecties worden uitgevoerd. In het VUmc worden patiënten met deze technieken behandeld en u zult zeker overeenkomsten zien met het fragment uit de science fiction film. Deze nieuwe technieken zullen voor een groot deel de meer invasieve chirurgie gaan vervangen.

Innovatie

Zoals in het voorgaande geïllustreerd is, werken grote firma’s continu aan nieuwe apparatuur en innovaties. Dit gaat vaak om enorme investeringen in complexe apparatuur. Er valt ook nog veel ‘low tech’ te innoveren dichtbij de werkplek. Veel medische handelingen worden gedaan uit gewoonte, en als buitenstaander ben je soms verbaasd dat het zo gebeurt. Medewerkers zien deze problemen vaak wel maar doen er niets mee, omdat ze niet weten waar ze terecht kunnen. Soms hebben ze zelf enkele creatieve oplossingen voor het probleem. In een aantal ziekenhuizen hebben met succes zogenaamde “Slimmer-Beter” projecten gedraaid waar medewerkers ideeën konden inbrengen om het werkproces efficiënter te maken.

In het UMC Utrecht is enkele jaren geleden het initiatief genomen om voor bepaalde problemen een medisch technologische oplossing te vinden. Hieruit is het Medische Technologisch Innovatie Centrum ontstaan. Men stimuleerde medische professionals om met problemen of ideeën te komen. Door mensen met verschillende expertises bijeen te brengen in een brainstormsessie, werden oplossingen bedacht en de meest haalbare werden uitgetest. Daarna werd al in een vroeg stadium het bedrijfsleven erbij betrokken om te kijken of er ook marktpotentie was en vervolgens werd dan een businessplan gemaakt. Om deze wijze van aanpak op grotere schaal toe te passen is een samenwerkingsverband tussen UMC Utrecht, het AMC en het VUmc opgezet met de naam ‘Pontes Medical’.

Op de afdeling FMT is in het kader van ‘Pontes Medical’ een Innovatiecentrum ingericht om problemen en ideeën binnen het VUmc op te pakken en uit te werken.

Ik was zelf nauw betrokken bij de opbouw van Pontes Medical in het UMC Utrecht en ik ben er trots op te kunnen melden dat begin oktober het eerste product voortgekomen uit Pontes Medical en waarvan ik de bedenker ben, gelanceerd wordt op de Nederlandse markt.

De Vasculuminator

Dit product is een vinding die voortkomt uit een persoonlijke ervaring met mijn zoontje in het dagelijkse medische bedrijf. Tijdens het afnemen van bloed moest men verschillende malen blind in zijn handje prikken, omdat er geen bloedvaten te zien waren. Ik heb toen het prototype bedacht van het apparaat dat nu bekend staat als de ‘Vasculuminator’, een soort navigatiesysteem waarmee men bloedvaten kan zien in de ledematen van kinderen, bloedvaten die door babyvet en, in het geval van mijn zoon, ook nog een donkere huid, niet zichtbaar zijn. Via het Pontes Medical concept is dit prototype uitontwikkeld tot een ergonomisch en praktisch apparaat dat voor een relatief lage prijs voor afdelingen waar bloed geprikt wordt, ter beschikking kan staan. Dit is typisch een voorbeeld van de manier waarop met relatief eenvoudige technologie veel meerwaarde bereikt kan worden: efficiënt bloedvaten aanprikken waardoor minder trauma bij de patiënt ontstaat en de handeling sneller uitgevoerd kan worden.

Tele-diagnostiek

Door de vergrijzing, de groeiende vraag naar zorg en de stijgende kosten in de zorg is het een noodzaak om verder te innoveren om de zorg te ontlasten en betaalbaar te houden. Men kan daarbij denken aan tele-diagnostiek waarbij met behulp van kleine apparaatjes thuisdiagnostiek gedaan kan worden. Via het internet worden de resultaten naar een medische instelling gestuurd en daar, eventueel automatisch, geanalyseerd. Alleen wanneer het echt nodig is, hoeft de patiënt naar het ziekenhuis te gaan. Te denken valt aan toepassingen zoals controle van de suikerspiegel bij diabetici, ECG bij hartpatiënten en de beoordeling van huidwonden. Dit resulteert in minder ziekenhuisbezoeken, minder wachttijden, minder auto/taxikosten, etc. Bovendien voorkomt men door vroege en accurate detectie dure zorg, aangezien men tijdig kan ingrijpen. Er zijn al een paar diagnostische hulpmiddelen geïntroduceerd op het platform van de Iphone en sinds kort

ook de Ipad. Het is nog wel een uitdaging om de apparatuur vriendelijk, robuust en betrouwbaar te maken voor thuisgebruik.

De Ipad

Nu we het toch over de Ipad hebben: het kan u niet ontgaan zijn dat ik een grote fan ben. Ik ben ervan overtuigd dat dit concept van handzame tablet computer met een intuïtieve bediening het helemaal gaat maken in de medische wereld. Alle technologie is in principe aanwezig om alle informatie binnen enkele strijken over het scherm ter beschikking te krijgen, dus het volledige patiëntendossier leesbaar bij de hand te hebben aan het bed bij de patiënt, of protocollen of bedieningshandleidingen van medische apparatuur in het kader van kwaliteit en veiligheid direct paraat te hebben. Er zullen zeker uitdagingen zijn op gebied van bescherming en privacy maar dat kan en mag de ontwikkeling niet tegenhouden. Ik heb in het ziekenhuis al met verschillende medische specialisten gesproken die ideeën over praktische toepassingen hebben zoals bijvoorbeeld op de IC en de OK.

Wie had kunnen voorzien dat de handcomputer/Ipad relatief zo snel tot werkelijkheid is geworden sinds we hem voor het eerst in de science fiction serie 'Star Trek' zagen, zo'n 35 jaar geleden. De technologische ontwikkelingen lijken soms wel vooruit te lopen op het tijdspad dat in science fiction films wordt geschetst.

Sinds ik de Ipad heb, gebruik ik zelf nauwelijks papier meer. Ik heb even snel berekend dat ik in mijn Ipad het equivalent aan papieren documenten en boeken van ten minste 8 bomen opgeslagen heb. Dus de Ipad is ook nog goed voor het milieu! Ik heb overigens geen aandelen in Apple.

Samengevat ben ik van mening dat de kracht van sommige innovaties zit in de eenvoud en het gemak ervan: medische technologie dient dicht bij de mens te staan, de apparatuur moet gebruiksvriendelijk en intuïtief zijn. Dit komt ook ten goede aan de veiligheid en kwaliteit vanwege het voorkomen van bedieningsfouten.

De mensen in de ziekenhuisorganisatie

Zoals ik eerder al zei, mensen die werkzaam zijn in de gezondheidszorg zijn vaak al intrinsiek gemotiveerd. Hun professionaliteit moet gewaardeerd en gerespecteerd worden. Het is een genoegen om de kwaliteiten in mensen te stimuleren en verder te ontwikkelen. Daarvoor moeten kansen gecreëerd en benut worden. Ik probeer daar aan mee te werken door zelf een voorbeeld te zijn en vooral uit te stralen dat ik plezier heb in mijn werk!

Voordat ik aan mijn dankwoord begin, wil ik mijn rede afsluiten met mijn stelling, waarvan ik meen dat die vanaf nu geen verdere uitleg meer behoeft:

Fysica in de Zorg = Medisch Techno Logisch !

Dankwoord

Aan het einde van deze rede wil ik graag mijn dank uitspreken aan de velen die met hun support, inzet, kennis en wijsheid hebben bijgedragen aan mijn ontwikkeling. Ik hoop dat ik vanuit deze positie ook iets voor hen kan betekenen.

Ik dank het College van Bestuur van de Vrije Universiteit, de Raad van Bestuur van het VU medisch centrum en de leden van de benoemingscommissie voor het in mij gestelde vertrouwen.

Mijn carrière in het onderzoek aan de medische kant van de fysica is gestart in het St Joseph ziekenhuis in Eindhoven bij Martin van Gemert, de nestor van de medische lasers in Nederland, tijdens mijn studie aan de Technische Universiteit Eindhoven. Hij heeft mij geïnspireerd en gemotiveerd om met een praktische benadering en het oplossen van 'sometjes' op het medische pad verder te gaan. Later als hoofd en hoogleraar van het Lasercentrum in het AMC, heeft hij als tweede promotor bijgedragen aan mijn promotieonderzoek.

In het laboratorium voor Experimentele Cardiologie van het Academische Ziekenhuis Utrecht heb ik mijn promotieonderzoek uitgevoerd onder de bezielende begeleiding van professor Kees Borst. Hij was een enthousiaste leermeester die als fysioloog feilloos de zwakke plekken in de fysica kon aangeven. Ik heb veel steun gehad van de collega's en studenten van diverse disciplines die als een hecht team in zijn laboratorium samenwerkten. Nog steeds heb ik een goede samenwerking en persoonlijke band met professor Ton van Leeuwen en professor Duco Jansen, beide werkzaam in het biofotonicegebied in resp. Amsterdam en Nashville, USA. Na mijn promotie ben ik door ir. Pieter Leevers, voormalig hoofd instrumentele dienst AZU, met vertrouwen binnengehaald om de klinische toepassing van lasers in het ziekenhuis te ondersteunen. Hij was de man met

een vooruitziende blik op gebied van kwaliteit bij medische apparatuur. Samen met de uroloog professor Tom Boon, is het Lasercentrum AZU opgericht als voorbeeld van een kenniscentrum rondom complexe medische apparatuur. Gezamenlijk organiseerden wij de eerste laserworkshops met certificering voor medische specialisten.

Met collega-fysicus van het eerste uur, Christiaan van Swol, hebben we het Lasercentrum uitgebouwd tot een klinische fysica afdeling. Matthijs Grimbergen, die als student bij mij van start ging, gaat na een lange weg volgende maand promoveren. Ik ben trots dat ik daarbij als tweede promotor zal optreden. Ik zie ook uit naar de succesvolle afronding van het onderzoek van mijn andere promovendi Natascha Cuper en Digna Kamalski.

Ik ben dankbaar voor de onvoorwaardelijke steun en loyaliteit van alle collega's die in de loop van 15 jaar zich bij 'mijn' afdeling klinische fysica in het UMC Utrecht hebben aangesloten. Ik heb vorig jaar met pijn in het hart afscheid genomen van deze hechte groep.

Ik heb de afgelopen jaren bijzonder veel geleerd binnen de afdeling medische technologie & klinische fysica van het UMC Utrecht onder leiding van resp. Wies Oldenkamp, Flip Cornelisse, Paul Allers en Henk van den Brink. Het is een goede leerschool geweest en de ervaring komt nu goed van pas. Ik hoop op een vruchtbare samenwerking in de toekomst. Dit geldt ook voor de teams in het UMC Utrecht waarin ik actief ben geweest zoals het management FB en de MIP-commissie. Ik heb genoten van het vertrouwen en het wederzijdse respect van vele medische specialisten en van de vele uren die ik in de OK heb doorgebracht als deelnemer aan het behandelend team.

Ook de samenwerking met de industrie heeft zijn vruchten afgeworpen in de vorm van nieuwe toepassingen en producten die bijdragen aan een betere zorg. Dit heeft tevens geleid tot goede vriendschappen.

Dankzij het Pontes Medical team wordt volgende maand mijn vinding 'de Vasculuminator', op de markt gebracht. De steun van de Raad van Bestuur van het UMC Utrecht is hierin essentieel geweest, waarvoor dank.

Eind vorig jaar ben ik van start gegaan in het VU medisch centrum. Het scheidende afdelingshoofd FMT, professor Rob Heethaar, heeft vol vertrouwen zijn afdeling aan mij overgedragen. Ik heb me vanaf het begin welkom gevoeld op de afdeling. Ik ben prima ingewerkt door het managementteam en in het bijzonder door onze management-assistente Erica Spijker, mijn steun en toeverlaat. Ik ben verheugd met een afdeling

met zoveel kennis, ervaring en potentie en zie een glansrijke toekomst tegemoet.

Tijdens mijn introductieronde langs de afdelingshoofden en managers in het VUmc ben ik met open armen ontvangen en ben ik ook al snel van start gegaan in diverse commissies.

Ook met mijn nieuwe collega's bij de Faculteit Exacte Wetenschap hoop ik een goede relatie op te bouwen en een brugfunctie te vervullen naar de kliniek samen met FEW-hoogleraar Johannes de Boer.

Ik ben natuurlijk zeer dankbaar dat ik met de steun en het vertrouwen vanuit een goede 'thuisbasis' hier naar toe heb kunnen werken.

Mijn ouders hebben mij onvoorwaardelijk gesteund en stonden altijd voor me klaar. Ik ben heel blij dat zij hier aanwezig zijn.

Een technische en praktische aanpak is vanzelfsprekend binnen onze familie zowel aan de kant van mijn broers als ook van mijn aangetrouwde familie. In menig 'project' (al dan niet bouwkundig) kunnen we op elkaar bouwen. De bezoeken en uitjes zijn een gezellige en welkome afleiding van het werk.

Tot slot voel ik me gezegend met een 'kleurrijk' gezin. Ik hoef niets te zeggen bij de foto's van mijn oogappeltjes Celeste en Alexander. Af en toe papa ophalen op het werk en eten in het ziekenhuisrestaurant is een favoriet uitje.

Natuurlijk zou ik niet op deze plek staan zonder de onvoorwaardelijke steun van mijn vrouw Annemieke Zwaans: ...mijn rots, mijn T-rots.

Ik heb gezegd

Referenties en literatuur

Rapport 'Medical devices: managing the mismatch: an outcome of the priority medical devices project', World Health Organization 2010

Link:

http://whqlibdoc.who.int/hq/2010/WHO_HSS_EHT_DIM_10.8_eng.pdf

Rapport 'Oorzaken van incidenten en onbedoelde schade in ziekenhuizen' EMGO Instituut en NIVEL, 2008

Rapport 'Onbedoelde Schade in Nederlandse Ziekenhuizen'

EMGO Instituut en NIVEL, 2007

Links: www.nivel.nl, www.onderzoekpatientveiligheid.nl, www.emgo.nl

Rapport 'Risico's minimaal invasieve chirurgie onderschat',

Inspectie GezondheidsZorg 2007

Rapport 'Risico's van medische technologie onderschat'

Inspectie GezondheidsZorg 2008

Praktijkgids Risicomanagement en Medische technologie: Praktische gids voor een goede aanpak.

|NVZ vereniging van ziekenhuizen 2007

Informatie

De intreerede is als pdf beschikbaar op

<http://oratie.verdaasdonk.org>

Of kan opgevraagd worden bij het secretariaat van de afdeling Fysica en Medische Technologie

Mevrouw. E. Spijker,

afdeling fysica en medische technologie,

VU medisch centrum

Postbus 7057, 1007 MB Amsterdam,

Telefoon: 020 444 4118, email: e.spijker@vumc.nl

