

Wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen en nieuwe beroepen

L. Ottes, arts
I. Grootjans-van Kampen, Bsc

Achtergrondstudie uitgebracht door de Raad voor de Volksgezondheid en Zorg ten behoeve van het advies Bekwaam is bevoegd, Innovatieve opleidingen en nieuwe beroepen in de zorg

Den Haag, 2011

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
1.1	Probleemstelling	3
1.2	Leeswijzer	5
2	De totstandkoming van (para)medische beroepen in de twintigste eeuw door wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen.	6
2.1	Inleiding	6
2.2	Geneeskunde versus geneeskunst	6
2.3	Verandering medische beroepsstructuur in de negentiende eeuw	8
2.4	Enkele voorbeelden van nieuwe ontdekkingen en nieuwe technologieën eind negentiende - begin twintigste eeuw	10
2.5	Nieuwe gespecialiseerde geneeskundigen in het begin van de twintigste eeuw	25
2.6	(Hernieuwde) regulering van de specialistische praktijk in de jaren twintig	27
3	Huidige technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen	29
3.1	Inleiding	29
3.2	Micro-elektronica en nanotechnologie	30
3.3	Informatie- en communicatietechnologie	32
3.4	Biowetenschappen en genetica	36
3.5	Nieuwe businessmodellen voor de zorg	41
3.6	Disruptive innovations en de huidige stand van wetenschap en technologie	44
3.7	Nieuwe gespecialiseerde geneeskundigen in het begin van de eenentwintigste eeuw	46
4	De huidige beroepsstructuur en opleidingen in het licht van de huidige technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen.	49
4.1	Inleiding	49
4.2	Verantwoordelijkheden van de overheid	50
4.3	Wet Beroepen Individuele Gezondheidszorg	51
4.4	Geneesmiddelenwet	53
4.5	Bekostiging op basis van DBC's	54
4.6	Medische opleidingen	55
4.7	Na- en bijscholing	57
5	Discussie	59
5.1	Inleiding	59
5.2	De patiënt als (mede)behandelaar?	59
5.3	Meerdere soorten medisch specialisten: de arts-onderzoeker, de 'klassieke' medisch specialist en de 'confectiezorg-arts'?	60
5.4	De multigespecialiseerde arts?	60
5.5	Twee typen huisartsen: voor de jonge gezinnen en voor de ouderen?	61
5.6	Een nieuwe flexibilisering van de medische beroepen?	62
	Bijlage	
1	Lijst van afkortingen	69

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Ontwikkelingen in de wetenschap en technologie hebben grote invloed gehad op de inhoud en vorm van met name de curatieve zorg. De huidige organisatie en structuur van een ziekenhuis is voor een belangrijk deel de resultante hiervan. De moderne diagnostiek en behandeling is ondenkbaar zonder geavanceerde apparaten zoals MRI- en CT-scanners, beademings- en bewakingsapparatuur en in de operatiekamer heeft de operatierobot inmiddels zijn intrede gedaan.

Veel van de wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen zijn in eerste instantie aan de caresector voorbij gegaan, maar ook daar zien we steeds meer toepassing van technologie, zoals zorg op afstand.

Eenvoudige technologie, in de vorm van de klassieke stethoscoop en koortsthermometer wordt reeds lange tijd gebruikt. Tegen het einde van de negentiende eeuw raakte de toepassing van technologie in een stroomversnelling. Houwaart, hoogleraar medische geschiedenis aan het VUmc, noemt het jaar 1890 als het beginpunt van “de ‘kolonisering’ van de geneeskunst door apparaten, gespecialiseerde geneeskundigen, industriële geneesmiddelen en technische georiënteerde ontwikkelingsprogramma’s.”¹

‘Kolonisering door gespecialiseerde geneeskundigen’ geeft aan dat de introductie van nieuwe apparaten gepaard ging met veranderingen in beroepen en/of het ontstaan van nieuwe beroepen. Het klassieke voorbeeld is het ontstaan van de röntgenoloog ten gevolge van de technologische ontwikkelingen na de ontdekking van de röntgenstralen. Andere voorbeelden zijn de fysiotherapeut, een beroep dat kon ontstaan door ontwikkelingen op het terrein van de elektrofysiologische behandelingsmethoden en de IC-verpleegkundige door ontwikkelingen op het terrein van de bewaking van vitale functies van de patiënt met behulp van apparaten.

Er is weliswaar een direct verband tussen nieuwe technologieën en het ontstaan van deze nieuwe beroepen, doch de vorm en inhoud ervan wordt sterk bepaald door de maatschappelijke context en soms ook door toevallige omstandigheden, waarbinnen de nieuwe technologie zich ontwikkelt. Voor het ont-

staan van de huidige beroepsstructuur in de medisch specialis-
tische zorg is de periode van het einde van de negentiende
eeuw en de eerste decennia van de twintigste eeuw belangrijk.

De wetgever heeft een lange traditie met betrekking tot de
regulering van beroepen in de zorg. Op dit moment is dit de
Wet beroepen in de individuele gezondheidszorg (Wet BIG).
Daarvoor was er de Wet op de uitoefening van de genees-
kunst. Ook wetgeving betreffende de wijze waarop de zorg
bekostigd wordt, is van groot belang. In de huidige wetgeving,
de Zorgverzekeringswet, is de omvang van de verzekerde zorg
aan beroepen gekoppeld. Zo luidt artikel 2.4 lid 1 van het
Besluit zorgverzekering: “Geneeskundige zorg omvat zorg
zoals huisartsen, medisch specialisten, klinisch psychologen en
verloskundigen die plegen te bieden, ...”² Het woord ‘plegen’
in deze formulering biedt de mogelijkheid dat de zorg door
anderen kan worden geleverd. Deze functionele omschrijving
geeft ruimte voor taakherschikking, maar deze ruimte wordt
voor een groot deel weer teniet gedaan door het bekostigings-
systeem op basis van diagnosebehandelcombinaties (DBC’s),
waarbij het ‘openen’ ervan en de honoreringscomponent in het
zgn. a-segment aan welomschreven beroepsbeoefenaren is
gekoppeld.³

Wetenschap en technologie blijven zich ontwikkelen. Juist in
deze tijd maakt de zorg - opnieuw - stormachtige ontwikkelin-
gen door. De Inspectie voor de Gezondheidszorg constateert
in haar rapport ‘Risico’s van de medische technologie onder-
schat’⁴:

“De gezondheidszorg is in toenemende mate afhankelijk van
medische technologie. De ontwikkelingen volgen elkaar in
ongekend hoog tempo op en het eind van de mogelijkheden is
nog lang niet in zicht. Voor patiënten zijn de verbeteringen in
diagnose, behandeling en welzijn niet te onderschatten. Nieu-
we materialen, beter beeldvormende technieken en robotica in
de operatiekamer zullen zich verder ontwikkelen. De verbete-
ringen gaan bovendien zo snel dat de deskundigheid van zorg-
verleners hier geen gelijke tred mee kan houden.”

De constatering van de inspectie, dat de zorgverleners de ont-
wikkelingen niet bij kunnen houden, is zorgwekkend en de
vraag rijst, wat hieraan gedaan kan worden. Hierbij dient in
ogenschouw te worden genomen dat wetenschappelijke en
technologische ontwikkelingen geen doel op zich zijn, maar
een middel om de zorg effectiever en efficiënter te maken. In

de huidige tijd, waarbij de stijging van de zorgkosten grote zorgen baart, is een juiste wijze van implementeren van kennis en technologie van cruciaal belang.

In het kader van deze studie wordt vooral gekeken naar de beroepsstructuur in de zorg. Zijn er nieuwe beroepen nodig? Is de huidige structuur, gebaseerd op beroepen, überhaupt wel geschikt om de wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen in de zorg adequaat te 'absorberen', zodanig dat de zorg effectiever en efficiënter wordt, of zijn er nieuwe structuren nodig? Is de Wet BIG nog wel adequaat? Wat is de rol van de financiering van de zorg in dit geheel?

1.2 Leeswijzer

Zoals in de vorige paragraaf is aangegeven, kan de huidige beroepsstructuur alleen goed begrepen worden vanuit een historisch perspectief. In hoofdstuk 2 wordt de technologische ontwikkeling vanaf het einde van de negentiende eeuw tot nu kort beschreven aan de hand van enkele voorbeelden. Vervolgens wordt de hiermee samenhangende verandering in de beroepsstructuur beschreven.

In hoofdstuk 3 wordt bezien welke wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen zich op dit moment aandienen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 vanuit het historisch perspectief uit hoofdstuk 2 en de nieuwe ontwikkelingen die in hoofdstuk 3 zijn beschreven, gekeken naar de huidige beroepsstructuur. Wat moet er veranderen om de wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen zo in de zorg in te passen, dat deze effectiever en efficiënter wordt. Een belangrijke vraag hierbij is of de huidige structuur en organisatie van de zorg adequaat is voor de huidige en in de nabije toekomst te verwachten wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen.

2 De totstandkoming van (para)medische beroepen in de twintigste eeuw door wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen

2.1 Inleiding

De zorg onderging in de twintigste eeuw grote veranderingen. Zoals in het vorige hoofdstuk is aangegeven, noemt Houwaart het jaar 1890 als het beginpunt van “de ‘kolonisering’ van de geneeskunst door apparaten, gespecialiseerde geneeskundigen, industriële geneesmiddelen en technisch georiënteerde ontwikkelingsprogramma’s.”²⁵ Het vormde het begin van een reorganisatie van de medische beroepsgroep en nieuwe vormgeving van medische specialismen. Het had tevens grote invloed op de structuur en organisatie van de zorgverlening en leidde tot het ontstaan van het ‘moderne ziekenhuis’. Het had ook gevolgen voor de betaalbaarheid van de zorg door het individu en daarmee voor het systeem van zorgverzekering.

Een nieuwe ontwikkeling is uiteraard niet op één jaartal vast te pinnen en is veelal het resultaat van verschillende ontwikkelingen die op een gegeven moment samenkomen en elkaar versterken. Voor wat de zorg betreft kunnen natuurwetenschappelijke ontdekkingen en hiermee samenhangende ontwikkelingen in het medische denken genoemd worden.

In dit hoofdstuk worden enkele voorbeelden van deze ontwikkelingen in de periode eind negentiende, begin twintigste eeuw, zoals de röntgendiagnostiek, elektrotherapie en anesthesie en de gevolgen voor de beroepsstructuur, kort geschetst.

2.2 Geneeskunde versus geneeskunst

Reeds in de achttiende eeuw werd het belang van natuurkundige kennis in de geneeskunde onderkend, getuige de uitspraak van Boerhaave (1668 - 1738) “Van twee geneeskundigen, die gelijke ervaring in hun vak hebben opgedaan, is hij het meest geschikt om zijn wetenschap vooruit te brengen, die meer dan de andere met de regelen der mechanica vertrouwd is.” De achttiende en negentiende eeuw was de periode van de grote ontdekkingen op het terrein van de natuur- en scheikunde. Halverwege de negentiende eeuw deed het natuurwetenschappelijk denken zijn intrede in de medisch academische wereld.

De bestudering van fysiologische verschijnselen stond sterk in de belangstelling. Allerlei meetapparaten werden ontwikkeld. Eén van de bekendste is de koortsthermometer voor het meten van de lichaamstemperatuur. Andere voorbeelden zijn de polygraaf en de sfygmograaf (2.1).⁶ De polygraaf kon bloeddrukvariaties weergeven en met de sfygmograaf konden de pulsaties van de polsslagader op papier weergegeven worden. Ze kunnen als voorlopers gezien worden van de bloeddrukmeter. In paragraaf 2.4 worden de koortsthermometer en bloeddrukmeter nader besproken.

Vanaf 1850 vond ook in Nederland de wetenschappelijke oriëntatie met het natuurwetenschappelijke experiment in de universitaire geneeskunde ingang.⁷

Getracht werd het functioneren van het menselijk lichaam vanuit de natuurwetten te verklaren. Zo definieerde Marey, een Franse arts, fysioloog, technicus, fotograaf en ontwerper van de myograaf en sfygmograaf, het menselijk lichaam als een ‘machine animale’, die volledig functioneerde volgens de natuurwetten voor energie en dynamica.

De nieuwe benadering en de nieuwe apparaten die zich ‘tussen arts en patiënt’ nestelden, leidden tot botsingen met de oude medische tradities. Er was twijfel over onderliggende reductio-nistische paradigma. Door de technologie zou de zorg gede-humaniseerd worden.⁸ Er was veel scepsis of zelfs vijandigheid ten opzichte van het idee dat instrumenten het subjectieve klinische oordeel van de arts overbodig zouden maken.^{9,10}

Figuur 2.1 Sfygmograaf



Bron: Museum Boerhaave.

Deze controverse loopt tot op de dag van vandaag. Zo is er de huidige discussie in hoeverre de computer diagnoses kan/mag stellen. Ook voor wat de reductionistische versus holistische visie betreft, zijn er nog steeds twee kampen in de vorm van de reguliere versus de alternatieve geneeskunde.

2.3 Verandering medische beroepsstructuur in de negentiende eeuw

Beroepen als *medicinae doctor*, chirurgijn of heelmeeester, artsenijmengkundige of apotheker en drogist bestonden al vele eeuwen. Ze waren voortgekomen uit het middeleeuwse gildensysteem. Ook reeds vele eeuwen maakten deze beroepsgroepen gebruik van medische technieken in de vorm van verschillende instrumenten en geneesmiddelen. Tot de jaren zeventig van de negentiende eeuw was het gebruik van een bepaalde medische techniek slechts toegestaan aan een bepaalde beroepsgroep. Zo mocht een geneesmiddel slechts voorgeschreven worden door een *medicinae doctor* en niet door een heelmeeester. Het gebruik van verloskundig instrumentarium was voorbehouden aan de *obstetricae doctor* en alleen de *chirurgiae doctor* of heelmeeester mocht chirurgisch instrumentarium gebruiken. De stethoscoop kon alleen maar door de *medicinae doctor* goed gehanteerd worden, zo werd verondersteld.¹¹

In de eerste helft van de negentiende eeuw was er een chaos in de beroepsuitoefening op het terrein van de gezondheidszorg. De universiteiten leverden vele soorten doctores af. Daarnaast kon men vanaf 1818, met de invoering van een nieuwe geneeskundige staatsregeling ter vervanging van de door de Franse bezetter ingevoerde staatsregeling, eveneens bevoegdheden voor het uitoefenen van de genees- heel- of verloskunde verkrijgen bij de zogenoemde klinische scholen. Er kwamen scholen in Alkmaar, Amsterdam, Haarlem, Hoorn, Middelburg, Maastricht en Rotterdam. Er bestonden verder nog particuliere opleidingen voor oculisten (oogartsen) en dentisten (tandartsen). Vooral op het platteland werkten er nog andere lieden, zoals piskijkers, steensnijders en beenzetters.

In deze beroepsstructuur kwam verandering in de periode 1865-1876. In 1865 werd de Wet regelende de uitoefening der geneeskunst (de Wet van Thorbecke) van kracht. In onderstaande tekst is de aanhef en artikel 1 van de wet weergegeven.

Wij WILLEM III, bij de Gratie Gods, Koning der Nederlanden, Prins van Oranje-Nassau, Groot-Hertog van Luxemburg, enz., enz., enz.

Allen, die deze zullen zien of horen lezen, salut! doen te weten:

Alzoo Wij in overweging genomen hebben, dat het noodzakelijk is, de uitoefening der geneeskunst bij de wet te regelen.

Zoo is het, dat Wij, den Raad van State gehoord, en met gemeen overleg der Staten-Generaal, hebben goedgevonden en verstaan, gelijk Wij goedvinden en verstaan bij deze:

§ 1. Algemene bepalingen

Art. 1. Uitoefening der geneeskunst, waaronder de wet het verlenen van genees- heel- of verloskundigen raad of bijstand als bedrijf verstaat, is alleen geoorloofd aan degenen, aan wie de bevoegdheid daartoe volgens de wet is toegekend.

Onder het verlenen van raad of bijstand, in het vorige lid bedoeld, wordt begrepen het als bedrijf onderzoeken van een orgaan of een deel van het menselijk lichaam, welk orgaan of welk deel in zijne werking te kort schiet of een ander gebrek vertoont, zoodanig het als bedrijf aanraden van een middel om aan een zoodanig tekort of gebrek tegemoet te komen.

Het verstrekken van brillen en brillenglazen uitsluitend hetzij op voorschrift van een geneeskundige, hetzij door het met behulp van letterproeven en brillendoos uitzoeken van de verlangde glazen wordt, voor zoover zulks volgens het eerste en het tweede lid van dit artikel wél het geval zou zijn, niet geacht te behoren tot de uitoefening der geneeskunst.

Het uitoefenen van de geneeskunst was voorbehouden aan de universitair opgeleide arts. Het natuurwetenschappelijk denken klinkt duidelijk door in de tweede alinea van artikel 1 van de wet: het menselijk lichaam als een samenstel van organen, waarbij ziekte het gevolg is van het niet goed functioneren daarvan.

In 1876 kwam er een nieuwe wet op het hoger onderwijs (Wet van den 28sten April 1876, tot regeling van het hoger onderwijs). Het geneeskundige onderwijs kreeg een wetenschappelijke basis, terwijl het onderscheid tussen medicinae, obstetricae en chirurgiae doctor werd opgeheven. Het resultaat was dat tegen het einde van de negentiende eeuw, met het uitsterven van de oude generatie, de meerderheid van medici uit generalistische artsen bestond. Zij mochten naar eigen inzicht chirurgische ingrepen verrichten, laboratoriumbepalingen doen of ‘elektriciteit’ toepassen of een röntgenapparaat gebruiken. Nieuwe technieken konden zich daardoor snel verspreiden en voor verschillende doeleinden gebruikt worden. Hiervoor waren vaak aanpassingen nodig en veel innovaties zagen het licht.¹²

2.4 Enkele voorbeelden van nieuwe ontdekkingen en nieuwe technologieën eind negentiende - begin twintigste eeuw

Koortsthermometer

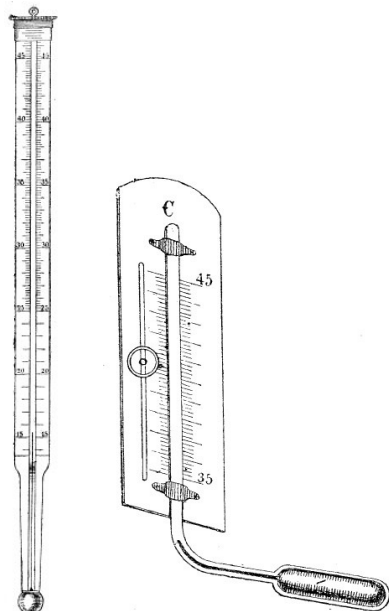
De koortsthermometer is, zoals in paragraaf 2.2 reeds aangegeven, één van de meest bekende en wijdverbreide medische instrumenten. Het heeft een lange ontstaansgeschiedenis. Reeds in de oudheid was bekend dat een stijging van de lichaamstemperatuur vaak een teken is van ziekte. In de middeleeuwen werd koorts gezien als een overschot aan gele gal. Gele gal was binnen de toen aangehangen theorie van ziekte één van de vier humores (lichaamsvochten), naast bloed, slijm en zwarte gal. Het concept sloot aan bij het feit dat veel infectieziekten in die tijd gepaard gingen met geelzucht.¹³

In de tijd van Hippocrates (circa 400 jaar voor Christus) en vele eeuwen daarna werd de lichaamstemperatuur letterlijk met de hand bepaald. Daar kwam verandering in na de uitvinding van de thermoscoop door Galilei in de zestiende eeuw, die gebaseerd was op het principe dat vloeistoffen uitzetten bij hogere temperatuur.¹⁴ Het instrument had echter geen schaalverdeling, waardoor de temperatuur niet in maat en getal was

weer te geven. Hierin kwam verandering door Christiaan Huygens, die in 1665 een schaalverdeling aanbracht, gebaseerd op het smelt- en kookpunt van water. Fahrenheit gebruikte als eerste kwik als uitzettingsvloeistof en creëerde zijn eigen schaal, die in de Angelsaksische landen nog steeds wordt gebruikt. Celsius greep terug op het kook- en vriespunt van water. Zijn in 1742 ingevoerde schaalverdeling is wijdverbreid.

Boerhaave was één van de pioniers van de klinische thermometrie. Leerlingen van hem, Van Swieten en De Haen, en separaat Martine¹⁵ gebruiken rond 1740 de thermometer aan het bed. Zij verrichtten de metingen in de okselholte. Een meting met de toenmalige thermometers nam circa een uur in beslag! Ruim honderd jaar later liet Wunderlich door een netwerk van artsen, assistenten en studenten bij ruim 25.000 patiënten meer dan een miljoen metingen verrichten en publiceerde hierover in 1868.¹⁶ De natuurwetenschappelijke benadering komt hier duidelijk naar voren. Hij stelde de grenzen op waarbij gesproken wordt van koorts en brengt de kenmerkende koortspatronen van vele ziekten in kaart. Zijn bevindingen hebben veel invloed gehad. In 1992 zijn veel van zijn conclusies met moderne technieken bevestigd en zijn slechts enkele van zijn bevindingen bijgesteld. Zo bleek de gemiddelde temperatuur onder de tong gemeten niet 37,0°C, maar 36,8°C te bedragen.¹⁷ Het is een weliswaar significant, maar klinisch weinig relevant verschil.

Figuur 2.2 links: thermometer volgens Wunderlich
rechts: gebogen thermometer



In de tijd van Wunderlich waren de thermometers ongeveer 30 cm. lang en duurde de meting vijftien tot twintig minuten. In figuur 2.2 is in de linker tekening een dergelijke thermometer weergegeven. Bij het aflezen van het instrument moest het in contact zijn met de patiënt - aflezen in loco -, want zodra men het verwijderde, koelde het kwik af en daalde de kwikkolom. Het was de Engelse arts Allbutt die in 1866 een handzame, 15 cm lange, thermometer ontwierp, waarmee in vijf minuten een meting kon worden gedaan. Zijn collega Aitkin liet in 1876 een thermometer met een zeer dunne buis boven het kwikreservoir maken, waardoor de kwikkolom op de hoogste waarde bleef staan. De thermometer kon nu los van de patiënt afgelezen worden. De klassieke koortsthermometer op basis van kwik was een feit (zie figuur 2.3). Hij werd in grote aantallen industrieel vervaardigd en was tot ver in de twintigste eeuw in vele huishoudens aanwezig. In 2006 viel het doek voor de kwikbevattende koortsthermometer. Vanwege het kwik werd deze in de Europese Unie verboden.

Figuur 2.3 De klassieke kwikthermometer



Interessant is de discussie in de negentiende eeuw in hoeverre niet-professionals - patiënten, familieleden, bedienden etc. - mochten 'temperaturen'. Enerzijds was, zeker in het begin, het meten een tijdrovende en onaangename bezigheid, die de arts graag aan een ander overliet. Men moest steeds op de thermometer kijken of de kwikkolom gestabiliseerd was. Dit moest, zoals vermeld, in loco gebeuren. Bij de okselmeting zat men daarbij in de adem van de, vaak hoestende, patiënt. Voor dit laatste had Van Geuns een oplossing bedacht, namelijk een gebogen thermometer, zie figuur 2.2, rechter afbeelding. Deze kon van achteren op de rug van de patiënt afgelezen worden. Uiteindelijk werd het zelf meten algemeen geaccepteerd. Niet iedereen was er echter van overtuigd dat de patiënt zelf ook daadwerkelijk de thermometer zou mogen aflezen. Dit zou alleen maar bedrog en ongerustheid veroorzaken. Zo is er in 1896 een thermometer ontwikkeld die geen schaalverdeling had. De arts beschikte dan over een schaalverdeling die over de buis kon worden geschoven, zodat alleen hij de temperatuur kon aflezen.

In de eerste helft van de twintigste eeuw raakt het gebruik van de koortsthermometer thuis ingeburgerd. Met name het meten van de temperatuur bij zieke kinderen werd door artsen gepropageerd. De betekenis van de gemeten temperatuur werd echter niet toegelicht. Dit werd tot het strikte terrein van de arts gerekend en paste bij de rol van arts als medische autoriteit in de eerste helft van de twintigste eeuw.¹⁸

Bloeddrukmeter

William Harvey had in 1616 ontdekt dat bloed niet, zoals de Griekse arts Galenus (216-129 A.D) had verondersteld, voortdurend werd aangemaakt, maar rond stroomt in een gesloten systeem, de bloedsomloop. Pols- en hartslag werden met elkaar in verband gebracht en naast het meten van het bloedvolume, was men ook geïnteresseerd in de druk waaronder het bloed door de bloedvaten stroomt, de bloeddruk. Om dit te meten stak de Engelse priester Stephan Hales in 1733 een lange holle koperen pijp in de halsslagader van een paard. Tot zijn verbazing steeg het bloed in de buis tot een hoogte van negen voet (ca. 2,7 meter).

Voor het regulier meten van de bloeddruk bij patiënten was deze invasieve methode vanzelfsprekend ongeschikt. Verschillende pogingen werden ondernomen om de bloeddruk uitwendig te meten. De eerste echt bruikbare methode werd in 1896 ontwikkeld door de Italiaanse arts Scipione Riva-Rocci. Hij gebruikte een opblaasbare manchet, verbonden aan een kwikmanometer. Deze manchet was uitgevonden door de Duitse chirurg Johann von Esmarch om het leegbloeden bij verwondingen van en operaties aan ledematen te voorkomen. Door het oppompen van de manchet werden de bloedvaten dichtgedrukt. Riva-Rocci bracht de manchet rond de bovenarm aan en pompte deze op totdat de polsslag verdwenen was en betitelde de druk in de manchet, gemeten in mm Hg. als 'de bloeddruk'. In 1905 verfijnde Nikolai Korotkoff de meting door met een stethoscoop de slagader in de onderarm te beluisteren. Deze auscultatoire methode wordt tot op de dag van vandaag toegepast. Als de slagader geheel is afgekneld, hoort men niets, maar als de druk in de manchet langzaam wordt verlaagd, dan gaat er op een gegeven moment bloed stromen tijdens de toppen van de drukgolf. Dit geeft een karakteristiek ruisend geluid. Op een gegeven moment verandert de toon en uiteindelijk verdwijnt het geluid geheel. Op basis van deze Korotkofftonen kan de boven- en onderdruk bepaald worden, die bijvoorbeeld als RR 140/80 wordt genoteerd, waarbij RR de initialen van Riva-Rocci zijn.

Figuur 2.4 Bloeddrukmeter met kwikmanometer (links) en veermanometer (rechts)

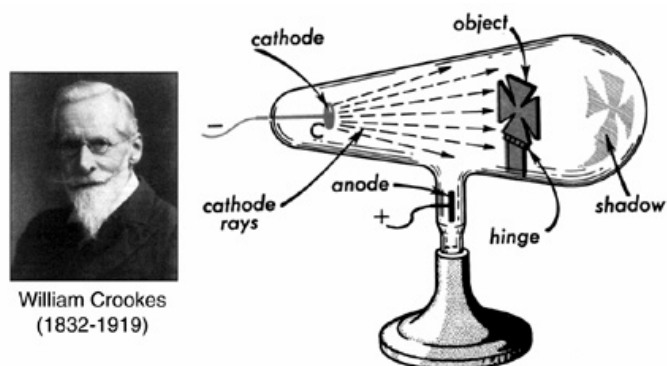


De klassieke bloeddrukmeter op basis van de kwikmanometer (figuur 2.4 links) was tot de jaren tachtig van de vorige eeuw de gouden standaard. Vanwege het kwik is deze thans echter grotendeels vervangen door de veermanometer (figuur 2.4 rechts). Daarnaast heeft in het eind van de twintigste eeuw de volautomatische elektronische bloeddrukmeter zijn intrede gedaan.

Röntgen

De in de inleiding genoemde meetinstrumenten zoals de myograaf, de polygraaf en de sfygmograaf maten reeds bekende verschijnselen, zoals de polsslag. Echter met de ontdekking op 8 november 1895 van 'X-stralen' door Wilhelm Conrad Röntgen ontstonden er geheel nieuwe diagnostische mogelijkheden. Röntgen ontdekte de 'X-stralen' toen hij experimenteerde met gasontladingen in een zgn. Crookes-buis (figuur 2.5), die met behulp van hoge elektrische spanningen werden opgewekt.

Figuur 2.5 William Crookes met zijn uitvinding, de 'Crookes- buis'



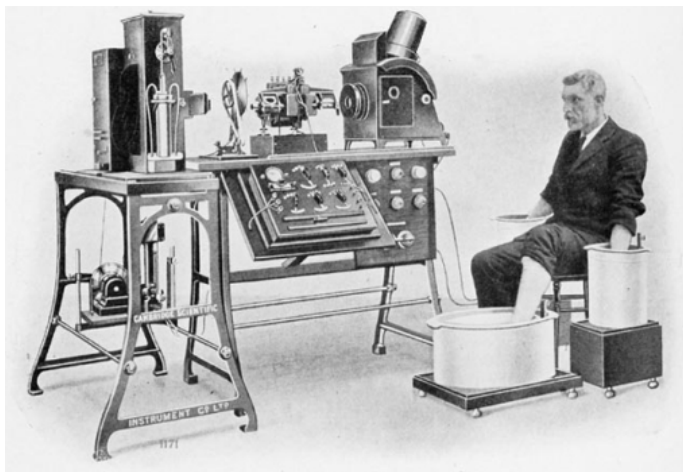
De X-stralen konden vaste objecten, zoals het menselijk lichaam, doordringen en een schaduw van de inhoud op lichtgevoelig materiaal geven. De radiologie was geboren.

ECG

Bij een andere voor de diagnostiek belangrijke vinding, de electrocardiograaf heeft de Nederlandse arts Willem Einthoven een zeer vooraanstaande rol gespeeld. Hij vond het electrocardiogram (ECG) uit als diagnostisch instrument en ontving daarvoor de Nobelprijs voor de Fysiologie of Geneeskunde in 1924.

Het maken van een electrocardiogram vereiste in de beginjaren grote apparatuur. De patiënt moet zijn handen en een voet in een bak met zoutoplossing houden (figuur 2.6).

Figuur 2.6 Het maken van een elektrocardiogram in de beginjaren



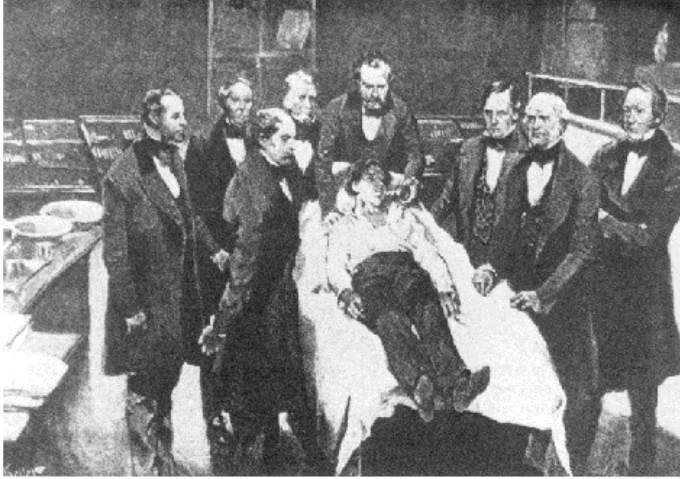
Anesthesie

In de oudheid bestonden reeds manieren om pijn te bestrijden. Zo beschikten de Assyriërs en Grieken over drankjes met daarin papaversap en de Romeinen voegden plantenextracten van de alruin, die bedwelmende eigenschappen had, toe aan wijn. In de middeleeuwen was deze kennis evenwel geheel verloren gegaan. Bij operaties werd de patiënt veelal dronken gevoerd en stevig vastgehouden door omstanders of vastgebonden.

De Engelse scheikundige Davy ontdekte in 1800 dat lachgas pijnstillende effecten had, maar zijn idee om het voor pijnbestrijding te gebruiken werd niet overgenomen. Pas in 1844, na het zien van een kermisdemonstratie met lachgas, paste de Amerikaanse tandarts Wells, na het bij zichzelf uitgeprobeerd te hebben, het toe bij tandextracties.

Faraday ontdekte in 1818 de narcotische eigenschappen van ether. Een leerling van Wells, Morton probeerde anesthesie met ether, eveneens eerst bij zichzelf. In 1846 gaf hij een eerste publieke demonstratie van een operatie onder etheranesthesie (figuur 2.7).

Figuur 2.7 Eerste publieke demonstratie van een operatie onder etheranesthesie door Morton in 1846



De Schotse hoogleraar geneeskunde en gynaecologie Simpson introduceerde chloroform als pijnverdooving bij bevallingen. Dit stuitte initieel op grote religieuze weerstand op basis van de bijbeltekst “Zeer zwaar zal ik maken de lasten van uw zwangerschap: met pijn zult gij kinderen baren ...” Genesis, 3.16-19. Maar toen in 1853 Snow, de eerste specialist in de anesthesie in Engeland, chloroform pijnbestrijding gaf aan Koningin Victoria bij de geboorte van prins Leopold, was het taboe van pijnbestrijding bij de bevalling doorbroken, althans in Engeland.

In het begin van de twintigste eeuw waren anesthesieapparaten ontwikkeld, waarbij de patiënten handmatig beademd werden. De eerste wereldoorlog met zijn vele gewonden die geopereerd moesten worden, was een belangrijke motor voor verdere ontwikkeling van de anesthesie.

Microbiologie

Eén van de belangrijkste ontdekkingen in de negentiende eeuw is ongetwijfeld de ontdekking dat micro-organismen de oorzaak zijn van veel ziekten. Namen als Louis Pasteur en Robert Koch zijn hiermee verbonden.

Figuur 2.8 Builenpest. Bijbelillustratie (1411)



Het idee dat microben ziekten veroorzaken, is echter al veel ouder. In de Christelijke wereld werd de pestepidemie - De Zwarte Dood - in de 14^{de} eeuw gezien als een straf van God (figuur 2.8), maar Ibn al Khatib, die leefde in Granada, dat toentertijd tot het Moorse Rijk behoorde, veronderstelde dat de oorzaak kleine deeltjes waren die het lichaam binnendrongen en de ziekte veroorzaakten.¹⁹ Girolamo Fracastoro kwam in 1546 met een soortgelijke theorie, namelijk dat epidemische ziekten veroorzaakt werden door 'zaadachtige' deeltjes die een infectie door direct contact of zelfs over grotere afstanden konden overbrengen. Nicolas Andry deed onderzoek met de microscoop en concludeerde in 1700 dat micro-organismen, die hij 'wormen' noemde, de oorzaak waren van pokken en andere ziekten.²⁰ Het waren uiteindelijk de experimenten van Louis Pasteur in 1860 die de ziektekiemtheorie onderbouwden. Hij introduceerde de methode om micro-organismen door verhitting onschadelijk te maken: het steriliseren van instrumenten en verbanden.

In dit kader is ook het werk van Ignaz Semmelweis, een Hongaarse gynaecoloog die werkzaam was in het Allgemeines Krankenhaus in Wenen, vermeldenswaard. Het ziekenhuis had twee kraamafdelingen. Op de ene afdeling werden vroedvrouwen opgeleid en op de andere medische studenten. Op deze laatste afdeling stierf bijna een kwart van de vrouwen aan kraamkoorts, terwijl het percentage op de andere afdeling veel

lager lag. Toen een collega patholoog-anatoom na een verwonding met een ontleedmes dezelfde symptomen kreeg als bij kraamvrouwenkoorts en uiteindelijk overleed, realiseerde Semmelweis zich dat studenten na de anatomiecolleges de kraamzaal bezochten. Hij kwam tot de hypothese dat 'lijkstof' aan de handen van de studenten en artsen de boosdoener was. Hij eiste, dat iedereen zijn handen in bleekwater wuste voordat men de kraamzaal betrad. Deze maatregel voerde hij in mei 1847 in en het sterftepercentage daalde van 18% naar 1% in augustus van dat jaar. In 1848 werd hij ontslagen. In de periode 1850 - 1856 werkte hij in een ziekenhuis in Boedapest. Ook daar wist hij het sterftcijfer onder de 1% te krijgen. In zijn vroegere ziekenhuis raakte het handenwassen al snel in onbruik en in 1860 was de sterfte daar 34%.

Verpleegkundigen van een kliniek voor neonatologie in Milaan krijgen 3000 euro per jaar als zij extra goed hun handen wassen. Dat meldt de Italiaanse krant Corriere della Sera. Op de Milanese kinder-ic daalde het percentage baby's met infecties in één jaar van 10 tot 7 procent. Onder de heel lichte baby's daalde het percentage van 25 tot 19%.

Bron: Medisch Contact nr. 1 - 04 januari 2011.

Het nut van de handen wassen is onomstreden, maar de consequente toepassing in de praktijk is honderdvijftig jaar later nog steeds een probleem, zoals de kadertekst aangeeft.

Van grote praktische betekenis is het werk van Joseph Lister. In 1860 werd hij hoogleeraar chirurgie in Glasgow. Veel patiënten stierven na operaties aan bloedvergiftiging. Hij begreep dat chirurgen en hun instrumenten bijdroegen aan de infectie. In die tijd opereerde men in de dagelijkse kleding, zoals in figuur 2.7 in de vorige paragraaf is te zien. Lister voerde allerlei antiseptische maatregelen in, zoals het ontsmetten van de lucht met een nevel van carbolzuur en chirurgen ontsmetten hun handen ermee. Dit werkte goed, maar de handen van de chirurgen leden eronder. Dit bracht hem er toe om aan Charles Goodyear, de rubberfabrikant, te verzoeken rubber handschoenen te maken. Sinds het einde van de negentiende eeuw is steriel werken in de operatiekamer gemeengoed. In figuur 2.9 is een foto van een operatiekamer uit de jaren twintig van de vorige eeuw te zien.

Figuur 2.9 Operatiekamer in het St. Michael's Hospital, Toronto, 1924



Voor wat betreft de pestepidemie, waar dit verhaal mee begon, is het interessant dat pas in 2010, middels DNA-onderzoek bij botten uit massagraven uit die tijd, onomstotelijk is komen vast te staan dat de ziekte door de bacterie *Yersinia Pestis* is veroorzaakt.²¹

Klinische chemie

Op het terrein van de chemie vonden in de achttiende en negentiende eeuw vele ontdekkingen plaats, met bekende wetenschappers als Lavoisier, Boyle, Priestley, Dumas, Kjeldahl, Kekulé, Berzelius, Dalton Avogadro, Kirchhoff en Mendeleev.

In het begin van de negentiende eeuw overheerste evenwel het idee dat levende organismen een 'vitale kracht' bezaten. De 'vitalisten' waren dan ook van mening dat het leven niet begrepen kon worden op basis van chemische of fysische eigenschappen alleen. Het werd dan ook voor onmogelijk gehouden dat organische stoffen synthetisch, buiten een organisme, gemaakt konden worden. In 1828 bewees Friedrich Wöhler door ureum te synthetiseren dat dit wel kon.²² Anselme Payen ontdekte in 1833 het eerste enzym, diastase (thans amylase genoemd). Heller (1813-1871) ontwikkelde een test (Heller's ring test) voor het aantonen van eiwit, albumine, in urine. In Engeland beschreef Roupell in 1832 chemische veranderingen in het bloed van cholera-patiënten.²³ Na 1840 werd

het medisch nut van chemisch onderzoek van het bloed meer en meer onderkend en nam chemisch onderzoek van allerlei lichaamsvochten zoals bloed en urine een grote vlucht. Allerlei diagnostische tests op specifieke stoffen in het bloed, sputum of de urine werden ontwikkeld.²⁴ Het aantal tests nam sterk toe en in de ziekenhuizen ontstonden speciale laboratoria (figuur 2.10).

Figuur 2.10 Ziekenhuislaboratorium

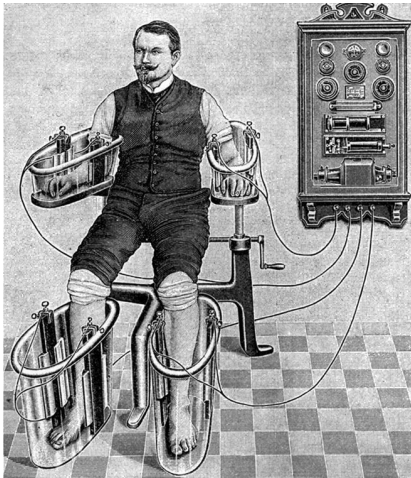


Elektrische therapieën

Elektriciteit was aan het eind van de negentiende eeuw iets dat sterk tot de verbeelding sprak, zowel bij het grote publiek als bij medici. Het was de tijd van de ‘elektrificatie’. Ziekenhuizen waren een van de eersten die op het elektriciteitsnet werden aangesloten en artsen behoorden tot de bevoorrechten die elektrisch licht en later telefoon in de woning hadden.

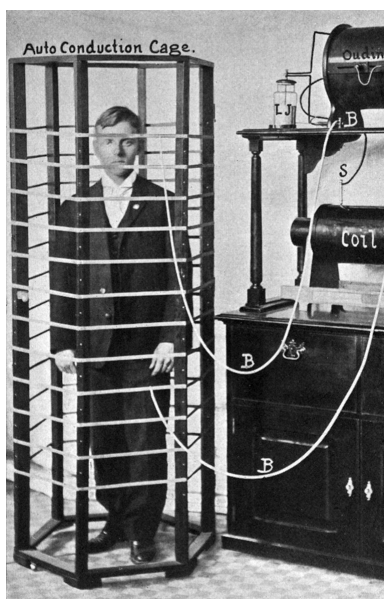
In de geneeskunde werd elektriciteit reeds in de achttiende eeuw toegepast. In eerste instantie ging het hierbij om statische elektriciteit die met een elektriseermachine werd opgewerkt. Na de ontdekking door Volta dat elektriciteit ook op chemische wijze (galvanische stroom) en later door ontdekkingen van o.a. Faraday ook op elektromagnetische wijze (faradische stroom) opgewekt kon worden, kwam elektriciteit ruimer beschikbaar voor medische toepassingen (figuur 2.11). Zo onderzocht de Franse arts Duchenne het therapeutisch effect van faradische stroom bij neurologische aandoeningen.

Figuur 2.11 Behandeling met elektrische stroom



Er kwamen allerlei elektrotherapeutische apparaten op de markt. Vooral populair werd de door de Franse technicus d'Arsonval ontwikkelde hoogfrequente wisselstroomtherapie, waarmee door inductiestromen op verschillende plaatsen in het lichaam warmte opgewekt kon worden (figuur 2.12).²⁵ Verder waren er ozontoestellen en elektrische baden voor elektrolyse.

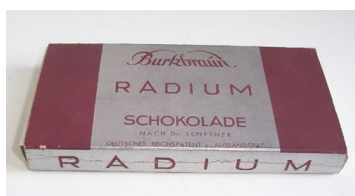
Figuur 2.12 hoogfrequente elektrische therapie



Radiotherapie

Na de ontdekking van radioactiviteit (Bequerelstralen) werden radioactieve stoffen zoals radium, thorium en uranium ter behandeling van allerlei aandoeningen aangewend, zoals artritis, kanker, hypertensie, jicht en depressies. De radioactieve stralen zouden heilzaam zijn en allerhande producten, van chocolade tot tandpasta werden met radium 'verrijkt' (figuur 2.13 en 2.14).

Figuur 2.13 Met radium 'verrijkte' chocolade



Figuur 2.14 Tandpasta met radioactief Thorium:
'Doodt bacteriën'



2.5 Nieuwe gespecialiseerde geneeskundigen in het begin van de twintigste eeuw

In paragraaf 1.1 is 'de kolonisering door gespecialiseerde geneeskundigen' aangegeven: de introductie van nieuwe apparaten ging gepaard met veranderingen in beroepen en/of het ontstaan van nieuwe beroepen. In deze paragraaf wordt dit voor de in paragraaf 2.4 beschreven voorbeelden kort aangegeven.

Elektrotherapie en radiologie

Na publicatie door Röntgen van zijn ontdekking²⁶, verspreidde het nieuws zich razendsnel over de wereld.²⁷ In Nederland begonnen niet alleen hoogleraren, maar ook fotografen en HBS-natuurkundelaren zich met röntgenstralen bezighouden. Deze laatsten beschikten veelal over de benodigde apparatuur om hoge spanningen op te wekken voor de Crookesbuis. Zij waren de eersten die de schaduwen op een lichtgevoe-

lig scherm konden krijgen.²⁸ Vaak was er een samenwerking met een plaatselijke fotograaf, die kennis had van lichtgevoelige materialen. Soms waren beiden in één persoon verenigd, zoals de Nijmeegse fotograaf en HBS-leraar Ivens. Hij breidde zijn 'Nederlands Fototechnisch Bureau' uit met een röntgenapparaat en klanten konden voor 35 cent een röntgenfoto van de hand laten maken.²⁹

Ook instellingen die elektrotherapie gaven, beschikten over een elektrische infrastructuur, waar een röntgenapparaat gemakkelijk ingepast kon worden. De zogenaamde Zanderinstituten, die veelal door artsen waren opgericht en geëxploiteerd, waren zeer bekend.

In het eerste decennium van de twintigste eeuw werd een veelheid van elektrotherapieën, röntgendiagnostiek, maar ook röntgentherapie en radiotherapie door algemene artsen en allerlei onbevoegde genezers gegeven. De Nederlandse Vereniging voor Elektrotherapie en Radiologie zag dit met lede ogen aan. In de jaren twintig waren er grote spanningen binnen de medische beroepsgroep over de erkenning van specialismen en honorering. De goed georganiseerde radiologen slaagden er in om het gebruik van de röntgentechniek in 1925 als specialisme erkend te krijgen en ook de honorering veilig te stellen. De elektrotherapie werd als onderdeel van de fysische geneeskunde overgelaten aan de heilgymnasten, maar mocht slechts onder toezicht of op aangeven van een arts worden uitgevoerd naar de mening van de Nederlandse Maatschappij ter bevordering van de Geneeskunst. Het was uiteindelijk de Duitse bezetter die in 1942 het beroep heilgymnast en masseur wettelijk regelde.³⁰

Cardiologie

Het ECG bracht een ware revolutie in de diagnostiek van hartaandoeningen teweeg. In de periode daarvoor bleef de diagnose steken in 'hartzwakte', maar aan de hand van het ECG kon de diagnostiek verfijnd worden. Zo konden verschillende soorten ritmestoornissen, elk met een verschillende prognose en behandelingen onderkend worden. Het terrein ontwikkelde zich tot een apart specialisme. In Nederland werd in 1934 de Nederlandse Vereniging voor Cardiologie opgericht.

Anesthesiologie

In eerste instantie werd de narcose uitgevoerd door een verpleegkundige die ether druppelde op een mondkapje, maar met

de toepassing van narcoseapparatuur ontstond er een apart specialisme, de anesthesie. De anesthesist bewaakte de vitale functies van de patiënt. In eerste instantie bestond dit uit het observeren van de ademhaling, de kleur van de huid en het voelen van de pols. Na 1902 vond het meten van de bloeddruk ingang. Het ECG werd overigens pas na de Tweede Wereldoorlog routinematig toegepast. In Nederland werd de narcose vanaf 1915 veelal door een speciale huisarts-narcotiseur gedaan.

Diagnostisch laboratorium

Het aantal chemische analyses nam in de twintigste eeuw gestaag toe en het klinisch chemisch laboratorium werd belangrijk. Diagnostiek kon niet meer zonder labbepalingen. In dit licht bezien is het opmerkelijk dat een medisch specialisme op dit terrein nooit echt is doorgebroken. Oorspronkelijk waren pathologie, microbiologie, hematologie en klinische chemie ondergebracht bij het medisch specialisme laboratoriumonderzoek. In 1957 werd de pathologie erkend als zelfstandig medisch specialisme en eind jaren zeventig scheiden de wegen van de microbiologie en klinische chemie-hematologie zich. Er bestond een register voor het medisch specialisme klinische chemie alsmede een Nederlandse Vereniging voor Laboratoriumartsen (NVvL), later bekend als Vereniging Artsen Laboratoriumdiagnostiek (VAL). Echter in 1987 besloot het Centraal College Medisch Specialisten (CCMS) het register in beginsel te sluiten wegens het geringe aantal (circa 20) registerleden en twijfels of de kwaliteit van de opleiding gegarandeerd kon worden. In 1997 bekrachtigde de minister van VWS het advies van een CCMS-commissie om het specialisme klinische chemie op te heffen. Sinds april 2010 werken de Vereniging Artsenlaboratoriumdiagnostiek en de Nederlandse Vereniging voor Klinische Chemie en Laboratoriumgeneeskunde (NVKC) samen. De leden van de NVKC hebben vooral een biochemische achtergrond. De klinische chemie is vooral het terrein gebleven van de chemici, terwijl op het terrein van laboratoriumonderzoek naar bacteriën en virussen, de arts-microbioloog als medisch specialist zich wel een vaste positie heeft verworven.

2.6 (Hernieuwde) regulering van de specialistische praktijk in de jaren twintig

Zoals in paragraaf 2.3 is aangegeven was de medische beroepsstructuur in de periode 1865-1875 grondig gewijzigd en be-

stonden er na die periode slechts generalistische artsen, die de geneeskunst in volle omvang mochten uitvoeren. Het begin van de twintigste eeuw was de periode van de opkomst van ziekenfondsen en allerlei nieuwe wetgeving, zoals de Ongevalwet, de Invaliditeitswet en de Wet op het arbeidscontract. Deze wetten bevatten regelingen voor de keuring van werknemers. Er kwamen school- en gemeenteartsen, consultatiebureaus voor tuberculose en geslachtsziekten.

Al deze politieke en sociale maatregelen waren buiten de medische stand tot stand gekomen. De invloed van de in 1849 opgerichte Nederlandse Maatschappij tot bevordering van de Geneeskunst (NMG) was tanende. Om het tij te keren ontwikkelde de NMG zich tot een nationale organisatie waarin artsen hun deelbelangen op elkaar afstemden. In 1918 richtte de NMG twee aparte organisaties op voor huisartsen en specialisten. In 1920 beschreven de chirurgen hun vakgebied en baken dit af van andere specialismen. Specifieke opleidingseisen werden opgesteld en ook de honorering werd afgesproken. Daarna volgden andere specialismen. Ook vond er demarcatie plaats met niet-medische beroepsbeoefenaren. Zo werd, zoals eerder vermeld, de fysische geneeskunde, inclusief elektrotherapie overgelaten aan de heilgymnast, maar wel onder leiding en of in opdracht van de arts.

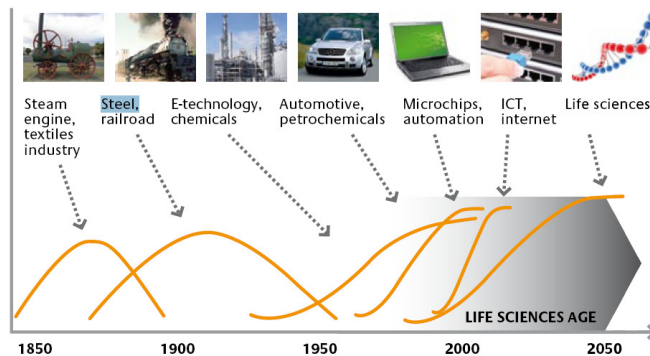
De Rijksverzekeringsbank (RVB) die de Invalidenwet uitvoerde heeft een belangrijke rol gespeeld bij de, buitenwettelijke, formalisering van de nieuwe beroepsstructuur. De controlerend geneesheren van de RVB waren in eerste instantie vrij nader onderzoek bij een patiënt aan te vragen. Vanaf 1918 begon de RVB echter het begrip specialistische deskundigheid te gebruiken en in 1922 voerde zij het onderscheid tussen huisarts en specialist in. Tevens begon zij met het aanleggen van een register van huisartsen en specialisten. Toen de ziekenfondsen het RVB-beleid overnamen was de nieuwe beroepsstructuur, alhoewel niet wettelijk verankerd, een feit.

3 Huidige technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen

3.1 Inleiding

Er ontstaan steeds weer nieuwe technologieën op basis van nieuwe ontdekkingen of uitvindingen, die in een bepaalde periode grote veranderingen in de maatschappij teweeg brengen: technologische tijdperken. In figuur 3.1, afkomstig uit het rapport *Partners in de polder* van Roland Berger Consultants³¹ is dit schematisch weergegeven. In de negentiende eeuw was het de stoommachine die bijdroeg aan de industriële revolutie in bijvoorbeeld de textielindustrie. Stoomtechnologie stond ook aan de basis van de spoorwegen: de stoomlocomotief ontsloot grote gebieden in de wereld. Vanaf de jaren dertig komt de elektrotechniek en (petro)chemie sterk tot expansie. De automobiel verdringt de trein. Na de uitvinding van de geïntegreerde schakeling komt de micro-elektronica, automatisering en computer tot ontwikkeling. Deze laatste maakt de ontwikkeling van ICT en het Internet mogelijk. Op dit moment zijn de life sciences sterk in opkomst.

Figuur 3.1 Technologische tijdperken



Anno 2010 zijn vooral de drie laatst genoemde technologieën: micro-elektronica, ICT en life sciences (biowetenschappen en genetica) voor de zorg van belang. In het navolgende zullen deze kort besproken worden, waarbij ook de nanotechnologie, die niet in de figuur is opgenomen, wordt meegenomen. Tot slot worden twee voor de (beroepsuitoefening van de) zorg belangrijke wetenschappelijke ontwikkelingen besproken: evidence based medicine en nieuwe businessmodellen voor de

zorg. Tot slot worden twee nieuwe beroepen in de zorg die in het begin van de eenentwintigste eeuw zijn ontstaan, de gespecialiseerd verpleegkundige en de TZ-professional, kort beschreven.

3.2 Micro-elektronica en nanotechnologie

Met name lithografische technieken, waarbij met licht en chemische technieken zeer kleine structuren kunnen worden gemaakt, hebben de micro-elektronica-revolutie mogelijk gemaakt. Elektronica-componenten worden steeds kleiner en naar verhouding goedkoper. In veel apparaten kan daardoor 'intelligentie' ingebouwd worden. Met allerlei sensoren kunnen allerlei zaken gemeten worden. Deze gegevens worden in een kleine computerchip, een microprocessor, verwerkt en op basis van de resultaten kan actie worden ondernomen. Microprocessoren zitten tegenwoordig in veel huishoudelijke apparaten, van wasmachine en magnetron tot de CV-ketel.

Het is met name de nanotechnologie die allerlei nieuwe sensoren mogelijk maakt, van minuscule versnellingsmeters tot biosensoren die bijvoorbeeld het glucosegehalte in het bloed meten. De vraag wat nanotechnologie precies is, is moeilijk te beantwoorden. Het is een vergaarbak van allerlei technologieën die met elkaar gemeen hebben dat ze allemaal op een zeer klein niveau spelen: de nanometerschaal. Een nanometer is een duizendste micrometer. Voor de medische wetenschap is dit een vrij bekend gebied, immers bijvoorbeeld virussen zijn zeer klein en bevinden zich in dit gebied.

Vaak wordt met nanotechnologie echter, naast zeer kleine mechanische structuren, een vorm van materiaaltechnologie bedoeld, waarbij materialen op een dergelijke schaal andere eigenschappen krijgen dan op macroscopische schaal of op het niveau van moleculen.

Op steeds meer terreinen vindt nanotechnologie toepassing, bijvoorbeeld in coatings waardoor ramen 'zichzelf reinigen' en dus niet meer gezeemd behoeven te worden.

Nanotechnologie in de vorm van zeer kleine apparaatjes krijgt voor de gezondheidszorg bijvoorbeeld vorm in een zgn. lab-on-a-chip, waardoor allerlei bloedbepalingen in het ziekenhuis niet meer in het laboratorium gedaan behoeven te worden, maar naast het bed van de patiënt kunnen worden gedaan.

Verder wordt onderzoek gedaan naar nanodeeltjes met specifieke moleculen aan de buitenzijde en gevuld met geneesmiddelen. De bedoeling is dat het geneesmiddel alleen op die plaats in het lichaam vrijkomt, waar het zijn werking moet hebben.

Het miniaturiseren betekent ook dat voor laboratoriumbepalingen steeds minder bloed, urine, speeksel e.d. benodigd is. Enkele decennia geleden waren voor laboratoriumbepalingen veelal een aantal milliliters bloed nodig (reageerbuisje). Om een dergelijke hoeveelheid te vergaren is een venapunctie nodig, wat door een deskundige gedaan moet worden. Voor veel bepalingen kan tegenwoordig volstaan worden met een druppel bloed verkregen met een vingerprik. Deze vingerprik kan door de patiënt/klant zelf gedaan worden.

Door verschillende van de hiervoor genoemde technologieën te combineren ontstaan nieuwe mogelijkheden. Apparatuur die voorheen groot en gecompliceerd was, wordt door miniaturisering steeds kleiner en gebruiksvriendelijker, waardoor nieuwe toepassingsmogelijkheden ontstaan.

Figuur 3.2 Een ‘doe-het-zelf’ ECG-apparaatje



Door het inbouwen van ‘intelligentie’ kan onderzoek dat oorspronkelijk alleen door een deskundige verricht kon worden, nu door een leek gedaan worden. Een voorbeeld hiervan is de bloeddrukmeter. Vroeger moest men de bloeddrukmanchet oppompen en langzaam leeg laten lopen, terwijl men met een

stethoscoop luisterde. Om de bloeddruk nauwkeurig te bepalen was kennis en ervaring nodig. Dit was dan ook voorbehouden aan de arts of verpleegkundige. Tegenwoordig kan men op iedere hoek van de straat een elektronische bloeddrukmeter kopen die alles volkomen automatisch doet. Andere voorbeelden zijn de digitale thermometers en ECG-apparaatjes (figuur 3.2).

Ook laboratoriumtests kunnen tegenwoordig door de patiënt zelf worden gedaan. Een voorbeeld is de glucosebepaling in het bloed. Vroeger moesten allerlei reagentia bij elkaar gevoegd worden, tegenwoordig volstaat veelal het opbrengen van een druppeltje bloed op een teststrookje. Een elektronisch apparaatje geeft het meetresultaat (figuur 3.3).

Figuur 3.3 Bloedglucosemeter

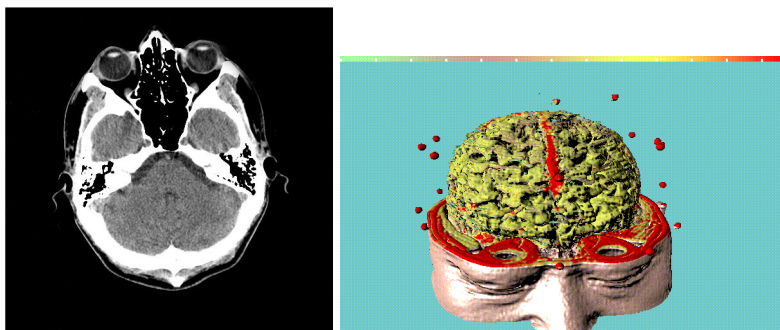


3.3 Informatie- en communicatietechnologie

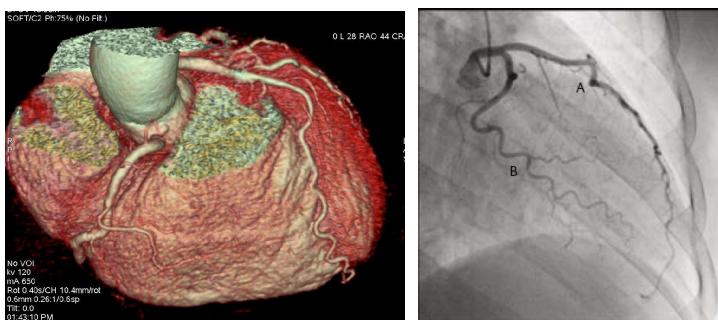
Beeldbewerking

Computers zijn steeds krachtiger geworden, terwijl de prijs ongeveer gelijk is gebleven. Door de computer zijn nieuwe afbeeldingstechnieken als de CT en MRI mogelijk geworden. In eerste instantie leverde dit beelden van het inwendige van het lichaam op in de vorm van dwarsdoorsneden (figuur 3.4 linker foto). Inmiddels kan de computer uit een groot aantal plakjes een driedimensionaal beeld opbouwen, zoals in de rechter foto een 3D-MRI afbeelding van de schedel en hersenen en in figuur 3.5 linker foto, een 3D-CT-afbeelding van het hart. Ter vergelijking is op de rechter foto een conventioneel angiogram weergegeven.

Figuur 3.4 Twee- (rechts) en driedimensionaal beeld links) van de hersenen



3D CT-beeld van het hart (links) en conventioneel angiogram van de coronairvaten (rechts)



Beeldanalyse

In paragraaf 2.2 is beschreven dat er aan het eind van de negentiende eeuw veel scepsis of zelfs vijandigheid was ten opzichte van het idee dat instrumenten het subjectieve oordeel van de arts overbodig zouden maken. Dat een machine het gehele oordeel van de arts ooit overbodig zou kunnen maken, was geheel ondenkbaar.

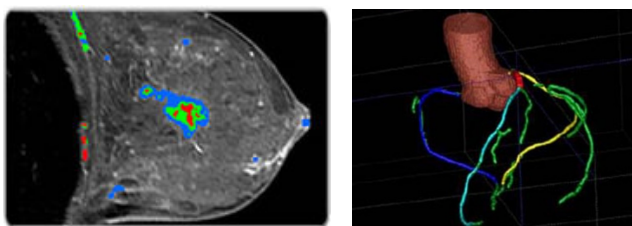
Toch zijn er ontwikkelingen in die richting gaande. De computer wordt ingezet op terreinen, zoals beeldherkenning, die voorheen tot het exclusieve domein van de mens werden gerekend. Wie had vijftig jaar geleden kunnen denken dat schaakgrootmeesters verslagen zouden kunnen worden door een computer?

De analyse door de computer van foto's van moedervlekken waarbij verdenking op een kwaadaardige kanker, melanoom,

bestaat, is al sinds het midden van de jaren negentig van de vorige eeuw mogelijk.³² Een meta-analyse van dertig studies gaf aan dat de diagnostische accuraatheid van de computerdiagnose, in de experimentele setting, statistisch niet verschilde van de door de mens gestelde diagnose.³³ Als een melanoom wordt vermoed, wordt een stukje weefsel, biopt, uitgenomen en onder de microscoop bekeken. Ook voor de beoordeling van deze microscoppreparaten worden computerprogramma's ontwikkeld.³⁴

De computer wordt ook al ingezet voor het analyseren van bijvoorbeeld mammogrammen voor de opsporing van borstkanker en CT-scans voor het opsporen van kransslagadervernauwing (figuur 3.5). Op dit moment is dit nog als aanvulling op de beoordeling van de radioloog (computer assisted diagnosis).

Figuur 3.5 Computer assistent diagnosis van een mammogram en van een CT-scan van de kransslagaderen.



Een recentelijk onderzoek van O'Toole toont aan dat de beste algoritmen voor gezichtsherkenning beter presteren dan mensen.³⁵ Op dit moment is de technologie al zover dat de computer een gezicht beter kan identificeren dan de mens. Het lijkt een kwestie van tijd dat de computer medische beelden even goed of wellicht beter kan beoordelen dan de mens.

Het internet

Het internet is inmiddels niet meer weg te denken in het dagelijkse leven. Bijna alle huishoudens beschikken tegenwoordig over een snelle internetverbinding. Informatie die zich waar ook ter wereld op een internetserver bevindt, is met enkele toetsaanslagen razendsnel in de huiskamer beschikbaar.

Voor de gezondheidszorg betekent dit dat de (chronische) patiënt vaak beter op de hoogte is van de nieuwste ontwikke-

lingen op het terrein van diagnostiek en behandeling van zijn aandoening dan zijn behandelend specialist.

Domotica, zorg op afstand

Toepassing van (informatie)technologie in de woning, domotica, maakt het mogelijk dat met name ouderen langer thuis kunnen blijven wonen. Via het internet kunnen bijvoorbeeld patiënten met beginnende dementie op afstand ‘bewaakt’ worden. Recent onderzoek heeft aangetoond dat met een aantal aanpassingen in de woning, kosten ongeveer € 2000,00, dementerenden twee tot drie jaar langer thuis kunnen blijven wonen.³⁶ Grootschalige toepassing van technologie in de thuissituatie kan voor een aanzienlijke ontlasting van de verpleeghuiszorg en kostenbesparingen leiden.

Ook binnen verzorgings- en verpleeghuizen zijn er veel technische mogelijkheden om de zorg beter en/of efficiënter te maken. Zo kan een eenvoudige technologie als een contactmat naast het bed, het vastbinden van onrustige patiënten overbodig maken. Met infrarood camera's kunnen patiënten ook tijdens de nacht geobserveerd worden, hetgeen de ‘klassieke’ nachtelijke rondes overbodig kan maken. De beelden kunnen ook automatisch geanalyseerd worden, zodat de computer een signaal kan geven als er iets ongewoons gebeurt.

Technologie zoals domotica en zorg op afstand biedt veel mogelijkheden om de care doeltreffender en doelmatiger te maken.

Gezondheid 2.0

Het internet blijft zich onstuimig ontwikkelen en inmiddels doet ‘web 2.0’, waarbij het gebruik van sociale media centraal staat, zijn intrede in de zorg: gezondheid 2.0. Het gebruik van sociale media in de zorg zal de positie van de patiënt en zorgverlener drastisch veranderen: grotere participatie door de patiënt, meer aandacht voor preventie. Nieuwe technologieën in de vorm van meetapparaten voor de thuissituatie, maken zelfmanagement steeds vaker mogelijk. Bekend is de diabetespatiënt die zelf zijn bloedsuiker meet en de dosering aanpast. Patiënten onder antistollingstherapie moesten tot voor kort om de paar weken bloed laten prikken bij de trombosedienst om hun stollingswaarde te laten bepalen. Thans kan de patiënt zelf thuis een klein druppeltje bloed op een teststrookje doen. Een meetapparaat geeft de stollingswaarde, waarna de patiënt zelf zijn of haar dosering kan bijstellen. Voor patiënten die dit laatste niet kunnen of durven, zou de computer dit via het

internet voor hen kunnen doen. De nieuwe webtechnologieën verkleinen de kenniskloof tussen patiënt en hulpverlener en maken dat de patiënt een deel van de diagnostiek en behandeling van de professional kan overnemen. De zorgverlener wordt meer en meer een coach van de patiënt.³⁷

3.4 Biowetenschappen en genetica

De laatste twee decennia zijn de ontwikkelingen in de biowetenschappen in een stroomversnelling geraakt door de ontdekking van enkele moleculaire basistechnieken waarmee DNA bestudeerd en bewerkt kan worden. Cruciaal hiervoor was de uitvinding van de polymerasekettingreactie (PCR-techniek). Een enkel DNA-molecuul is zeer klein en moeilijk te bestuderen. De analyse wordt vergemakkelijkt door het DNA te vermenigvuldigen met de PCR-techniek. De gevoeligheid is zo groot, dat DNA-diagnostiek mogelijk is uitgaande van een enkel DNA-molecuul. De techniek vindt brede toepassing in verschillende gebieden, zoals de genetica, microbiologie, virologie en kankeronderzoek.

Een andere belangrijke ontwikkeling is de DNA-chip, ook wel genechip, micro-array of DNA-array genoemd. Deze kan gebruikt worden om specifieke DNA-fragmenten op te sporen tussen honderdduizenden andere. De techniek is een kruisbestuiving tussen de elektronische chipstechnologie en de biotechnologie en wordt volop gebruikt voor het diagnosticeren van erfelijke ziekten. Een voorbeeld is het vaststellen van het BRCA1-gen dat het risico op erfelijke borstkanker sterk verhoogt.

Verder kan nog de massaspectrometrie genoemd worden. Met deze techniek zijn onder andere eiwitten te analyseren. Recente ontwikkelingen hebben het mogelijk gemaakt dat zeer kleine hoeveelheden eiwit snel en eenvoudig geïdentificeerd kunnen worden. Door nauwkeurige massameting kan de aminozuurvolgorde bepaald worden. Naast eiwitten kunnen ook DNA, virussen en farmaceutische stoffen geanalyseerd worden.

Het humane genoom

Het Humane Genoom Project (HGP) was een internationale onderzoeksinspanning van onderzoekers uit de VS, Japan en Europa met als doel het erfelijk materiaal van de mens, het humane DNA, in kaart te brengen. In 1990 ging het project in de Verenigde Staten van start. De kosten werden geraamd op 3

miljard dollar waarvan de VS 60% voor zijn rekening nam. Vanuit Europa leverde de Wellcome Trust, een Britse filantropische instelling, de belangrijkste bijdrage. De duur van het project was geraamd op 15 jaar.

Een belangrijke drijfveer om het project te versnellen, waren de activiteiten van Craig Venter, een onderzoeker die initieel bij de National Institutes of Health werkte, maar daarna commerciële bedrijven (mede)oprichtte. In 1998 startte hij het bedrijf Celera Genomics om binnen 2 jaar met behulp van een nieuwe, snellere methode, het zgn. shotgun sequencing, het menselijk genoom in kaart te brengen met als doel dit te octrooieren. Er ontstond een wedloop tussen Celera en het HGP-project. Uiteindelijk maakten beiden gezamenlijk in aanwezigheid van de toenmalige president van de VS, Clinton en premier Blair van het Verenigd Koninkrijk op 26 juni 2000 de aankondiging dat het 'book of life' opgehelderd was. Dit was wat overdreven, aangezien op dat moment pas 70% van de basenvolgorde van het menselijk DNA bekend was.

Op 14 april 2003 was het Humane Genoom Project echt voltooid: 99% van het (onderzochte) genoom was met een nauwkeurigheid van 99,99% bekend. Het was een mijlpaal in de geschiedenis en alle media berichtten dat hiermee het humane genoom in kaart was gebracht. Het project had uiteindelijk 13 jaar geduurd en 2,7 miljard dollar gekost.

Op zich is 'het' humane genoom zeer interessant, bijvoorbeeld om de verschillen met andere diersoorten te onderzoeken, maar als het gaat om de relatie tussen genen en (kans op) ziekten zijn vooral de genetische verschillen tussen mensen van belang cq. het genoom van het individu. Wat dit laatste betreft is er een enorme ontwikkeling gaande.

De genetische kennis neemt exponentieel toe en de kosten voor het sequencen van het genoom nemen exponentieel af. Als de huidige trend zich voortzet - er zijn geen aanwijzingen dat het tempo verandert - zal in 2015 het gehele genoom van een individu voor € 500,00 bepaald kunnen worden. Het is zeer wel denkbaar dat in de toekomst van elke pasgeborene het genetisch profiel wordt bepaald. Individuele genetische predisposities kunnen in kaart gebracht worden, wat niet alleen voor de diagnostiek en behandeling van aandoeningen belangrijk is, maar ook voor de preventie ervan.

Het human transcriptoom, proteoom en metaboloom

De technologische ontwikkelingen gaan razendsnel en niet alleen het genoom wordt in zijn geheel onderzocht, maar ook datgene wat van het DNA afgelezen wordt: het transcriptoom. Delen van het DNA blijken door externe invloeden aan of uitgezet te kunnen worden. Dit is het terrein van de epigenetica. Het geheel van eiwitten dat uiteindelijk wordt gemaakt, vormt het proteoom. Een aantal van deze eiwitten katalyseert chemische reacties: het metabolisme van een cel. Het geheel van stofwisselingsproducten vormt het metaboloom.

Deze nieuwe terreinen, aangeduid met termen als transcriptomics, epigenetics, proteomics en metabolomics, zijn nog complexer dan genomics, omdat de uitkomsten per cel(type) kunnen verschillen. Het DNA in (nagenoeg) alle lichaamscellen is (nagenoeg) gelijk, maar de eiwitsamenstelling en de metabolieten van een lever-, nier- of hersencel verschillen. De verschillen maken juist dat de ene cel een levercel is en de andere een hersencel. Ook kunnen ze in de tijd en in reactie op een externe invloed veranderen. Juist bij de veel voorkomende (chronische) aandoeningen, spelen omgevingsfactoren een belangrijke rol en zijn de ontwikkelingen op deze terreinen van groot belang.

Farmacogenetica

Farmacogenetica richt zich op de invloed van genen op effecten van stoffen, met name geneesmiddelen. Mensen verschillen in hun reactie op geneesmiddelen. Hetzelfde geneesmiddel kan bij de een effectiever zijn als bij de ander. De afbraaksnelheid van een medicijn kan bijvoorbeeld per persoon verschillen. Een voorbeeld van verschillende werking is het geneesmiddel BiDil, een middel tegen hartfalen. Dit zou effectiever zijn bij negroïde patiënten. Dit was reden voor de Amerikaanse Food and Drug Administration (FDA) om vergoeding van dit middel alleen voor deze patiëntengroep toe te staan. Nu is dit een grof onderscheid. Veel nauwkeuriger kan het door de basis van deze verschillen na te gaan: genetische verschillen. Deze verschillen kunnen veroorzaakt worden door kleine variaties in genen, bijvoorbeeld zgn. Single Nucleotide Polymorphisms, afgekort SNP's. Met bijvoorbeeld de eerder genoemde DNA-chips of in de toekomst, als het volledige genoom van een patiënt bekend is, kunnen deze verschillen opgespoord worden. Zo kunnen medicijnen op maat voorgeschreven worden: de juiste pil voor de juiste patiënt.

Evidence based medicine

Het doel van een medische behandeling is om de patiënt 'beter te maken' cq. de gezondheidstoestand te verbeteren. Dit lijkt vanzelfsprekend, immers het is niet de bedoeling dat een behandeling de patiënt zieker maakt. Toch zijn er vele voorbeelden uit het verleden waarbij dit wel het geval was.

Een bekend voorbeeld is het aderlaten. Dit was enkele eeuwen geleden een zeer populaire behandeling, waarvan men dacht dat het de patiënt goed deed, maar waarvan we nu weten dat het de patiënten in het algemeen juist schade berokkende. Zoals in paragraaf 2.4 beschreven werd radiotherapie in het begin van de twintigste eeuw voor de behandeling van allerhande aandoeningen angewend, met soms rampzalige gevolgen. Berucht is de bestraling van de thymus bij kinderen, waarbij men dacht dat deze vergroot was en de oorzaak vormde van klachten. Op latere leeftijd ontwikkelden veel patiënten schildklierkanker.³⁸

De vraag rijst: 'Hoe kan het dat er behandelingen worden uitgevoerd die niet effectief en soms zelf schadelijk voor de patiënt zijn?' Twee oorzaken die genoemd kunnen worden zijn het grillige natuurlijk beloop van veel aandoeningen en het placebo-effect.

Het natuurlijk beloop van een aandoening verschilt van patiënt tot patiënt. Zo ontwikkelt zich slechts bij 1% van de kinderen die een polioinfectie doormaken daadwerkelijk een verlamming. Ziekte (en gezondheid) is de resultante van de interactie tussen de omgeving en de genetische constitutie van de patiënt. De hiervoor beschreven ontwikkelingen in de genetica maken dit steeds meer duidelijk.

Dit betekent dat er in de geneeskunde altijd met onzekerheden gewerkt moet worden. Sir William Osler (1849-1919), een beroemde Canadese arts, merkte eens op: "The practice of medicine is an art based on science. Medicine is a science of uncertainty and an art of probability."³⁹ De onzekerheid is door de grote vooruitgang in de medische kennis wel afgenomen, maar zeker niet gelijk aan nul. Verschillende studies wijzen uit dat er een grote variatie is in de behandelingen van zorgverleners. De voornaamste reden hiervoor is dat veel zorgverleners vanuit hun kennis van de pathofysiologie al logisch redenerend tot een, naar hun idee, passende behandeling komen. Helaas is deze kennis vaak onvolledig en de redenering, alhoewel plausibel, niet correct.

Zo werd het aderlaten in de Middeleeuwen onderbouwd vanuit de theorie dat de mens vier humores - lichaamsvuchten - had, bloed, slijm, zwarte gal en gele gal, die in evenwicht moesten zijn. Via het aftappen van bloed zou dit evenwicht weer bereikt worden. Thans weten we dat de theorie niet klopt en dat aderlating in de regel de patiënt schaadt. Slechts bij enkele aandoeningen, zoals sommige vormen van ijzerstapeling, is het effectief.

Een ander voorbeeld is de behandeling van de aangezichtsverlamming van Bell. De halfzijdige verlamming in het gezicht wordt veroorzaakt door het uitvallen van de nervus facialis, de belangrijkste aangezichts-zenuw die de spieren aanstuurt. De zenuw loopt door een kanaal in de schedel en de door een ontsteking opgezwollen zenuw zou in dit kanaal bekneld geraakt zijn, is de veronderstelling. De standaard behandeling bestond tot in de jaren '80 van de vorige eeuw uit een operatie waarbij het kanaal opengelegd werd. En zowaar: 75-85% van de patiënten genas volkomen. Zonder operatie bleek echter hetzelfde aantal patiënten spontaan te genezen. Wel kan, volgens de richtlijn ideopathische perifere aangezichtsverlamming uit 2009, de operatie bij ernstige zenuwuitval *mogelijk* het herstel bevorderen.⁴⁰ De effectiviteit van de operatie is dus tot op de dag van vandaag omstreden.

Het placebo effect

De Fransman Michel de Montaigne ontdekte in 1572 dat sommige mensen zich al beter voelden door slechts naar een medicijn te kijken.

Het bekendste voorbeeld van placebo is het geven van een geneesmiddel zonder werkzame stof. Bij artsen is het placebo-effect reeds lang bekend en in de jaren 50 en 60 werd in ca. een derde van de gevallen bewust een placebo voorgeschreven. Veel behandelingen, waaronder operaties, blijken bij nader onderzoek vrijwel geheel op het placebo-effect te berusten.

Een goed voorbeeld hiervan is de Fieschi operatie. De Italiaanse chirurg Fieschi bedacht deze operatie voor patiënten met angina pectoris in 1939. Hij redeneerde dat een verhoogde bloedstroom naar het hart de pijn van de patiënten zou verminderen. Daartoe opereerde hij de patiënten en bond twee slagaders in de borst, de arteriae mammaria interna, af. De behandeling was zeer effectief: de pijn verminderde bij driekwart van de patiënten en een derde genas zelfs geheel. In

1959 publiceerde Cobb een studie waarin 17 patiënten met angina pectoris waren geopereerd. Bij acht waren de slagaders afgebonden, bij de overige negen had hij alleen een sneetje in de huid gegeven. Het effect van de nep-operaties bleek even goed als van de ‘echte’.

Het was Archie Cochrane, die met de publicatie het boek *Effectiveness and Efficiency* in 1971 voor een doorbraak van evidence based medicine zorgde. In zijn boek maakte hij met vele voorbeelden van behandelingen, zoals voor diabetes, voor chemische hartziekten en tonsillectomieën, duidelijk dat voor veel behandelingen de wetenschappelijke basis ontbrak. Als gouden standaard voor onderzoek zag hij de randomized controlled trial (RCT), waarbij de te onderzoeken behandeling wordt vergeleken met (minimaal) een placebo. Bij geneesmiddelen is dit gemakkelijk te realiseren. Bij operaties is het, zoals eerder genoemd voorbeeld aangeeft ook mogelijk, alleen klevende hier ethische problemen aan, want aan een operatie klevende risico's. De ethische vraag is dan ook of patiënten aan nep-operaties blootgesteld mogen worden. Dit is een dilemma, want thans worden patiënten in een aantal gevallen blootgesteld aan operaties waarvan de effectiviteit onvoldoende is vastgesteld. En voor het vaststellen van de effectiviteit zijn nep-operaties nodig.

In 1993 richtte Ian Chalmers, samen met 70 andere internationale collega's de Cochrane Collaboration op. Het doel is om systematisch RCT's die in de internationale literatuur gepubliceerd zijn, te analyseren en de resultaten te verspreiden. Het initiatief is inmiddels uitgegroeid tot een internationaal netwerk van 11500 onderzoekers in 90 landen.⁴¹

De toename van de wetenschappelijke kennis resulteert in het opstellen van evidence-based diagnostische en behandelrichtlijnen, zodat patiënten behandeld worden volgens 'het beste wetenschappelijke bewijs'.

3.5 Nieuwe businessmodellen voor de zorg

Veel nieuwe producten waren in het begin zeer kostbaar. De eerste auto's, telefoons en vliegtuigen lagen alleen binnen het bereik van de welgestelden. Computers waren initieel alleen betaalbaar voor grote onderzoeksinstituten en bedrijven. Thans zijn deze producten voor een groot deel van de bevolking betaalbaar.

Onderzoek van onder andere Christensen geeft aan dat deze producten zo goedkoop konden worden door disruptive innovations, vernieuwingen, die bestaande structuren ingrijpend veranderen. Christensen is hoogleraar aan de Harvard Business School en auteur van een aantal boeken over innovatie, zoals *The Innovator's Dilemma* uit 1997 en *The Innovator's Solution* uit 2003.

Deze disruptive innovations verlopen steeds volgens hetzelfde patroon⁴²:

1. Er komt een technologie beschikbaar die eenvoudige, gestandaardiseerde en gestructureerde oplossingen biedt.
2. Er ontstaat een organisatorische setting, een businessmodel, dat de eenvoudige oplossing betaalbaar en bereikbaar maakt voor de klant met een voldoende winstmarge voor de producent.
3. Er ontstaat een waardenetwerk van bedrijven die elkaar versterken en samen een infrastructuur vormen.

Als voorbeeld noemt Christensen onder andere de computer industrie. De mainframe computers waren duur en de geproduceerde aantallen gering. De productie- en marketingkosten waren hoog. Een nieuwe technologie, de microprocessor, maakte goedkope personal computers mogelijk. Zonder het juiste businessmodel kan dit echter niet gerealiseerd worden. Zo trachtte Digital Equipment Corporation zijn bestaande business model voor minicomputers te gebruiken voor de PC, maar deze benadering was economisch niet haalbaar bij producten die minder dan \$50.000 kostten. IBM pionierde in een aparte businessunit met een nieuw model met lage marges, lage overhead en hoge volumes. IBM slaagde waar DEC faalde. Uiteindelijk werd IBM weer door anderen ingehaald. Uiteindelijk is er een infrastructuur ontstaan, waarbij computers 'op de hoek van de straat' gekocht kunnen worden.

Christensen et al. heeft eenzelfde analyse voor de zorg gemaakt in het boek *The innovator's Prescription*.⁴³ Daarin wordt een onderscheid gemaakt tussen drie verschillende organisatorische settings waarbinnen zorg verleend kan worden: zogenaamde solution shops, value adding process businesses en facilitated networks.

In 'solution shops' trachten deskundigen ongestructureerde problemen op te lossen op basis van hun ervaring, analytisch denken en probleemoplossend vermogen. Voorbeelden buiten

de zorg zijn advocaten- en adviesbureau's. Het gaat hier om hoogopgeleide, dure deskundigen. De betalingswijze die hier volgens Christensen et al. bij past is 'fee for service', aangezien vooraf niet bekend is welk proces doorlopen gaat worden en hoeveel tijd en geld daarmee gemoeid is. Slechts zelden wordt op basis van resultaat (bijvoorbeeld no cure - no pay) betaald. Het gaat hier om 'maatwerk'. De huidige algemene ziekenhuizen zijn als 'solution shops' ingericht, waarbinnen hoog en langdurig opgeleide, dure medisch specialisten die op basis van hun kennis en ervaring de gezondheid van de patiënt trachten te verbeteren

Bij 'value adding process businesses' gaat het om processen die volgens vaste protocollen, routinematig, worden uitgevoerd. Voorbeelden buiten de zorg zijn Kwikfit en MacDonalDs. Als voorbeelden binnen de zorg kunnen genoemd worden behandelstraten, zoals een cataractstraat, maar ook routinematige diagnostiek, bijvoorbeeld bij hartklachten. De processen zijn rule- of evidence based. Betaling kan in dit geval op basis van output geschieden ('fee for outcome', waarbij garantie gegeven kan worden), want aan het begin van het proces zijn de te ondernemen handelingen vastgelegd en is het eindresultaat in principe bekend. Voor dergelijke verrichtingen kunnen prijslijsten gehanteerd worden.

Bij 'facilitated networks' gaat het om netwerken waarbij deelnemers aan het netwerk informatie, diensten en/of producten uitwisselen. Als voorbeeld buiten de zorg kan de internetveiligheidsdienst eBay genoemd worden. De dienst verdient aan het beschikbaar stellen van de netwerkinfrastructuur. Vaak worden dergelijke diensten op abonnementsbasis in de vorm van een lidmaatschapsbijdrage, gefinancierd. Ook sociale media als Youtube, Hyves etc. kunnen tot deze categorie gerekend worden. De financiering is hierbij uit reclame-inkomsten. In de zorg vindt de toepassing van facilitated networks steeds meer ingang. In het RVZ-advies Gezondheid 2.0 is hier uitgebreid aandacht aan besteed.⁴⁴

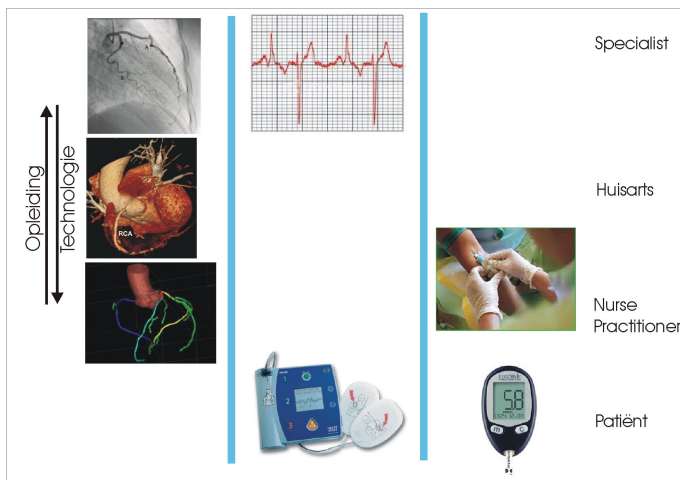
Volgens Christensen et al. - en zij onderbouwen dit met vele case-studies binnen en buiten de zorgsector - is een organisatie die is ingericht als een solution shop niet goed in staat om op een efficiënte wijze routinematige zorg te leveren en omgekeerd is een value adding process business niet goed in staat kwalitatief hoogwaardig maatwerk te leveren.

3.6 Disruptive innovations en de huidige stand van wetenschap en technologie

Het is interessant te bezien hoe de in dit hoofdstuk beschreven technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen passen in de voorwaarden die Christensen stelt aan het welslagen van een disruptieve innovatie. Maakt de huidige stand van de wetenschap en technologie disruptieve innovaties in de zorg mogelijk?

Apparatuur voor laboratoriumbepalingen worden steeds kleiner en gemakkelijker te bedienen. Ook de benodigde volumina van lichaamsvloeistoffen worden geringer. Met name bij bloed is dit van groot belang. Doordat veelal volstaan kan worden met een druppel bloed volstaat een vingerprik. Dit kan een patiënt zelf doen. Gecombineerd met kleine handzame en gemakkelijk te bedienen apparaten en internettoepassingen, maakt dit zelf-management van chronische ziekten, zoals diabetes en hartfalen, binnen handbereik. De ontwikkelingen op het terrein van de beeldanalyse geven aan dat computers steeds meer informatieverwerkende en interpreterende activiteiten van deskundigen kunnen overnemen.

Figuur 3.6 Technologie maakt dingen makkelijker



Figuur 3.6 illustreert de ontwikkeling dat technologie ‘dingen makkelijker maakt’. In de rechterkolom is de geschetste ontwikkeling met betrekking tot bloedonderzoek aangegeven: in een aantal gevallen kan de patiënt zelf de meting verrichten, waar vroeger een professional nodig was om bloed af te nemen. De linkerkolom geeft het voorbeeld van het vaststellen van een vernauwing van de kransslagader. Tot voor kort was een coronairangiografie de aangewezen onderzoeksmethode. Deze techniek en de beoordeling van het resultaat, het coronairangiogram, vereist een gedegen opleiding en ervaring. Deze diagnostiek wordt dan ook door de cardioloog verricht. Met de komst van CT-scans en beeldanalyse door de computer, is er minder kennis en ervaring nodig voor het stellen van de diagnose. In het plaatje linksonder kan zelfs een leek zien dat er een vernauwing, in rood aangegeven, aanwezig is. In de middelste kolom is een voorbeeld van een behandeling, namelijk defibrillatie bij hartstilstand. Vroeger kon dit alleen door een deskundige uitgevoerd worden, aangezien kennis en ervaring nodig was voor het interpreteren van het ECG. Met een automatische externe defibrillator (AED), die thans op veel openbare plaatsen aanwezig is, kan een toevallige omstander patiënten met een hartstilstand (door het apparaat laten) defibrilleren.

De vraag of er met de huidige stand van de technologie disruptive innovations mogelijk zijn, kan bevestigend worden beantwoord. Er is technologie beschikbaar waarmee zaken eenvoudiger kunnen.

De tweede voorwaarde betreft nieuwe businessmodellen. Ook aan deze voorwaarde kan in beginsel worden voldaan. Evidence-based medicine levert richtlijnen en protocollen op, waardoor zorg volgens vaste regels, routinematig uitgevoerd kunnen worden. Op dit moment gebeurt dit al in de eerder genoemde behandelstraten. Deze vinden echter niet binnen het ‘passende’ value adding process businessmodel plaats, maar in algemene ziekenhuizen binnen het solution shop model. Daardoor kan de zorg toch niet op efficiënte wijze geleverd worden.

3.7 Nieuwe gespecialiseerde geneeskundigen in het begin van de eenentwintigste eeuw

In paragraaf 2.5 is beschreven dat door de technologische ontwikkelingen in het begin van de twintigste eeuw een groot aantal nieuwe gespecialiseerde geneeskundigen ontstond .

Nu, in het begin van de eenentwintigste eeuw, valt op dat door de huidige technologische ontwikkelingen niet zozeer nieuwe specialisaties vanuit de geneeskundigen, de artsen, ontstaan, maar wel vanuit aanpalende gebieden, met name de verpleging en technische wetenschappen. Dit heeft geleid tot de verpleegkundig specialist respectievelijk de technologie en zorg-professional (TZ-professional).

Verpleegkundig Specialist

Een verpleegkundig specialist is een verpleegkundige die met goed gevolg een erkende, specifieke masteropleiding heeft genoten en ervaring heeft op het niveau van een expert, die individueel en zelfstandig patiënten behandelt. Het is een wettelijk beschermde titel.

In 2009 zijn door de minister van VWS vijf verpleegkundig specialismen erkend:

- Preventieve zorg bij somatische aandoeningen.
- Acute zorg bij somatische aandoeningen.
- Intensieve zorg bij somatische aandoeningen.
- Chronische zorg bij somatische aandoeningen.
- Geestelijke gezondheidszorg.

Naast verpleegkundige specialismen zijn er nog allerlei andere benamingen in omloop, zoals nurse practitioner of specialistisch verpleegkundige. Daarnaast zijn er nog aandoeningsspecifieke benamingen, zoals diabetes- of COPD-verpleegkundige en reumaconsulent. Echter, alleen de titel verpleegkundig specialist is wettelijk erkend. Deze officiële benaming wekt overigens ook verwarring, want het wekt de indruk dat het gaat om een zorgverlener die gespecialiseerd is in verpleegkundig handelen, terwijl het juist gaat om bevoegdheden op het terrein van het medisch handelen, met name voorbehouden handelingen. Op de problematiek van de voorbehouden handelingen in het kader van de Wet Beroepen Individuele Gezondheidszorg en taakherschikking tussen artsen en verpleegkundig specialisten wordt in het volgende hoofdstuk nader ingegaan.

TZ-professional

In paragraaf 1.1 is aangegeven dat de Inspectie voor de Gezondheidszorg in 2008 constateerde dat zorgverleners de ontwikkelingen op het terrein van de medische technologie niet bij kunnen houden. Dit probleem werd al eerder onderkent in de academische wereld en een aantal technische universiteiten in Nederland is enkele jaren geleden gestart met opleidingen op het grensvlak technologie en zorg. De TU-Twente is in 2003 gestart met de opleiding Klinische technologie (bachelorfase) en Technical medicine (masterfase). Over de naamgeving van de afgestudeerden bestaat onduidelijkheid. De opleiders en studenten spreken over technisch geneeskundigen, maar de NFU, VSNU en KNMG zijn niet gelukkig met deze benaming, omdat er bij patiënten verwarring zou kunnen ontstaan met een arts/medicus. Zij spreken daarom over 'klinisch technoloog'. De TU-Eindhoven heeft twee masteropleidingen: Medical engineering en Biomedical engineering, die opleiden tot respectievelijk medisch ingenieur en biomedisch ingenieur. De TU-delft leidt sinds 2004 op tot biomedical engineers.

Als overkoepelende benaming voor deze specialisten wordt de benaming TZ-professionals gehanteerd. Zij zijn in de zorg vooral werkzaam in multidisciplinaire (onderzoeks)teams met artsen en andere disciplines en brengen daar hun technologische kennis in. Het gaat hierbij met name om nieuwe, veelal experimentele, hoogtechnologische diagnostiek en behandeling binnen universitaire medische centra.

Medisch hulpverlener

De jongste van de nieuwe opleidingen tot zorgprofessional is de bachelor medische hulpverlening. De opleiding is ontwikkeld door Hogeschool Utrecht in samenwerking met Hogeschool Arnhem en Nijmegen en ging in 2010 bij beide instellingen van start.

De opleiding tot medisch hulpverlener duurt vier jaar en geeft na één van de drie differentiaties tijdens het derde en vierde jaar direct toegang tot het beroep van anesthesiemedewerker, ambulancemedewerker of eerste hulp medewerker. Voorheen was hiervoor een aanvullende opleiding na verpleegkunde nodig, wat bij elkaar langer duurt. De opleiding is een reactie op de huidige schaarste op de arbeidsmarkt voor genoemde drie beroepen.

Voor de huidige studenten bestaat echter nog een struikelblok omdat nog niet duidelijk is of dit beroep in aanmerking komt voor het experimenteerartikel van de Wet BIG. Dit experimenteerartikel, ook wel toetredingsartikel Wet BIG genoemd, maakt het voor toegekende beroepen mogelijk om voor een periode van maximaal vijf jaar zelfstandig voorbehouden handelingen te indiceren en uit te voeren.

4 De huidige beroepsstructuur en opleidingen in het licht van de huidige technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen.

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 is geschetst hoe de vele wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen eind negentiende, begin twintigste eeuw snel ingang konden vinden mede door de liberalisering van wetgeving met betrekking tot de uitoefening van de geneeskunst en het onderwijs. De nieuwe technologieën leidden tot nieuwe specialismen, zoals radioloog, anesthesist, cardioloog etc. Ook is geschetst hoe in de jaren twintig van de vorige eeuw een (hernieuwde) regulering van de specialistische praktijk plaatsvond.

In hoofdstuk 3 zijn de huidige ontwikkelingen in wetenschap en technologie beschreven. De technologische ontwikkelingen zijn belangwekkend. Zij versterken elkaar en hebben grote gevolgen voor de inhoud van de zorgverlening. Daarnaast zijn er de beschreven wetenschappelijke inzichten op het terrein van de evidence based medicine.

De vraag rijst, welke consequenties dit heeft voor de beroepsstructuur in de zorg. Begin 20^{ste} eeuw ontstonden de nieuwe beroepen cq. specialismen voornamelijk binnen de artsenwereld. Dit is niet verwonderlijk, aangezien de geneeskunde was voorbehouden aan artsen op basis van de Wet op de uitoefening der geneeskunst. Met de vervanging van deze wet in 1993 door de Wet BIG is hier gedeeltelijk verandering in gekomen. Gedeeltelijk, omdat voor een deel van het medisch handelen de oude wet is gevolgd: een aantal handelingen is voorbehouden aan specifieke beroepsbeoefenaren, met name artsen. Dit levert problemen op voor nieuwe beroepen, die, zoals in paragraaf 3.6 beschreven, vooral vanuit aanpalende gebieden, zoals de verpleegkunde en de medische technologie, komen.

In dit hoofdstuk zal vanuit de verantwoordelijkheden die de overheid heeft ten aanzien van de zorg, bezien worden of de huidige (wettelijke regulering van) de beroepsstructuur en opleidingen adequaat zijn in het licht van de huidige technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen.

4.2 Verantwoordelijkheden van de overheid

Wettelijk erkende beroepen, voorbehouden handelingen etc., hebben tot doel de kwaliteit van de zorgverlening te waarborgen. Dit is één van de taken van de overheid. Regulering van beroepen in de zorg is hierbij één van de instrumenten die de overheid hanteert.

Daarnaast draagt de overheid de verantwoordelijkheid voor een betaalbare gezondheidszorg die voor iedereen toegankelijk is. De betaalbaarheid van de zorg wordt echter meer en meer een probleem. De zorg dreigt in de toekomst onbetaalbaar te worden. De RVZ heeft in verschillende adviezen op dit immense probleem gewezen^{45,35}.

Er zijn verschillende mogelijkheden om de zorg in de toekomst betaalbaar te houden:

- Het verzekerde pakket verkleinen.
- Er voor zorgen dat mensen minder een beroep behoeven te doen op de zorg. Dit betekent het bevorderen van gezondheid, voorkomen dat mensen ziek worden: preventie.
- De zorgverlening efficiënter maken, dat wil zeggen dat er meer zorg, van dezelfde of betere kwaliteit, geleverd wordt tegen dezelfde kosten.

De eerste mogelijkheid is uitvoerig aan de orde geweest in de RVZ-adviezen *Zinnige en duurzame zorg*⁴⁶ en *Rechtvaardige en zinnige zorg*⁴⁷. Bij deze oplossing is er het spanningsveld tussen betaalbaarheid en toegankelijkheid van de zorg.

De tweede mogelijkheid is in het recente RVZ-advies *Perspectief op gezondheid 20/20*⁴⁸ indringend aan de orde gesteld.

De derde mogelijkheid is om de zorg efficiënter te maken. Gelet op de dreigende onbetaalbaarheid van de zorg kan hierbij niet volstaan worden met kleine geleidelijke efficiëntieverbeteringen, maar zijn forse stappen noodzakelijk. Dit vereist, om in termen van Christensen te spreken, disruptieve innovaties die de zorg stukken goedkoper maken.

In paragraaf 3.5 zijn de drie voorwaarden genoemd waaronder deze disruptieve innovaties kunnen slagen:

1. Er moet technologie beschikbaar zijn die eenvoudiger, gestandaardiseerde en gestructureerde oplossingen biedt.

2. Er moet een businessmodel ontstaan dat de eenvoudige oplossing betaalbaar en bereikbaar voor de klant maakt, met voldoende winstgevendheid voor de aanbieder
3. Er moet een waardenetwerk van bedrijven ontstaan die elkaar versterken en samen een infrastructuur vormen.

Figuur 3.6 in paragraaf 3.5 illustreert dat veel van de benodigde technologieën reeds beschikbaar zijn. Daarnaast zijn er veel in ontwikkeling die binnen afzienbare tijd beschikbaar komen. In de RVZ-achtergrondstudie *Moderne patiëntenzorg in Nederland: acht jaar later*⁴⁹ bij de discussienota *Zorg voor je Gezondheid!* is evenwel geconstateerd dat de invoering van innovaties in de zorg moeizaam gaat.

De oorzaak dat een technologie niet wordt toegepast of wel wordt toegepast, maar niet de potentiële baten oplevert, is veelal gelegen in belemmeringen om het passende businessmodel toe te passen. In paragraaf 4.4 is het voorbeeld genoemd van behandelstraten, die niet binnen het ‘passende’ value adding process businessmodel vorm worden gegeven, maar in algemene ziekenhuizen binnen het solution shop model.

Binnen het huidige systeem van marktwerking liggen hier in beginsel kansen voor ondernemers om de zorg via een ander businessmodel goedkoper en efficiënter te leveren.

Wet- en regelgeving, met name die gerelateerd zijn aan beroepen of beroepsuitoefening, belemmeren dit echter vaak. In de navolgende paragrafen worden enkele voorbeelden beschreven.

4.3 Wet Beroepen Individuele Gezondheidszorg

Nieuwe technologie maakt het mogelijk om taken waar voorheen veel kennis en ervaring nodig was en die daardoor alleen door hoogopgeleiden konden worden verricht, door lager opgeleiden te laten verrichten (taakherschikking). Overigens kan de genoemde ontwikkeling van zelfmanagement ook als taakherschikking gezien worden: hierbij verschuiven taken van de zorgverlener naar de patiënt.

Steeds meer onderzoek geeft aan dat zelfstandig werken van lager opgeleiden, met de nodige technologische ondersteuning, heel goed mogelijk is. Zo vond een Amerikaans onderzoek geen negatieve effecten als anesthesie-assistenten zelfstandig, dus zonder supervisie van de arts, hun werkzaamheden verrichten.⁵⁰

Taakherschikking binnen een passend businessmodel kan tot grote kostenbesparingen leiden bij gelijkblijvende of zelfs hogere kwaliteit. Christensen geeft in zijn boek het voorbeeld van de MinuteClinic.⁵¹ Dit is de grootste keten in de Verenigde Staten van ‘nurse-run-clinics’, door verpleegkundigen bemenste eerstelijnszorg. De door hen geleverde zorg is ongeveer 55% goedkoper dan dezelfde zorg geleverd door huisartsen. De patiëntstatisfactie is daarbij 4,9 op een schaal van 5 (het Nederlandse ‘rapportcijfer’ zou dus ruim een 9 zijn). Wat de inhoudelijke kwaliteit van de zorg betreft: in 99% van de gevallen worden de klinische richtlijnen gevolgd, terwijl dit percentage gemiddeld op 55% ligt.

Probleem met betrekking tot een andere verdeling van taken, al dan niet in de vorm van taakherschikking, is de wetgeving op het terrein van de beroepsuitoefening. Zo mogen een aantal handelingen, de zogenoemde voorbehouden handelingen, op basis van de Wet Beroepen Individuele Gezondheidszorg (Wet BIG) alleen door of in opdracht van bepaalde beroepsgroepen, met name artsen, uitgevoerd worden. Het gaat hierbij dan om handelingen met volgens de wetgever grote gezondheidsrisico’s zoals operaties, injecties etc. Anderen mogen alleen in opdracht en onder bepaalde voorwaarden een voorbehouden handeling uitvoeren.

Inmiddels zijn de beroepsgroepen die bepaalde voorbehouden handelingen mogen uitvoeren wel wat verruimd. Zo mogen de in paragraaf 3.7 beschreven verpleegkundig specialisten zelfstandig geneesmiddelen op hun specifiek kennisterrein gaan uitschrijven. Deze bevoegdheden moeten nog wel geëffectueerd worden bij AMvB. Dit is een traag proces, mede doordat er regelmatig belangenstrijden worden gevoerd.

De vraag is of deze wijze van regulering wel een adequaat instrument is om het doel, goede kwaliteit van zorgverlening, te bereiken. Waar het uiteindelijk in de zorgverlening om gaat, is dat men de handelingen bekwaam verricht.

Innovatie maakt dat kennis en kunde snel verouderen en ‘bekwame zorgverleners’ onbekwaam worden als zij niet blijven. Zij moeten hun vaardigheden op peil houden. Wet- en regelgeving kunnen dit niet in detail regelen en lopen per definitie achter op ontwikkelingen.

Los hiervan kan de vraag gesteld worden of met het systeem van voorbehouden handelingen binnen de wet BIG überhaupt wel het oorspronkelijke doel bereikt wordt, namelijk het ex ante beschermen van de patiënt tegen onbevoegden en onbekwamen en daarmee tegen verkeerd medisch handelen. Hier bestaat gerede twijfel over.

In het rapport Voorbehouden handelingen tegen het licht wordt aangegeven dat veel risicovolle handelingen geen voorbehouden handelingen zijn, zoals het bedienen van apparatuur, toedienen van bloed of andere infuusvloeistoffen en het toepassen van middelen en maatregelen in de psychiatrie. Ook de definiëring van de verschillende voorbehouden handelingen is soms niet helder, bijvoorbeeld ‘verloskundige handelingen’.⁵²

Het gevaar schuilt overigens meestal niet in concrete, al dan niet voorbehouden handelingen, maar in het beleid dat ten aanzien van de patiënt wordt gevoerd. In de (tucht)rechtspraak gaat het zelden om concrete voorbehouden handelingen. Vooral het inschatten van de gezondheidstoestand van de patiënt is belangrijk: wordt de juiste diagnose gesteld, wordt op tijd visite afgelegd, wordt tijdig besloten tot een keizersnede. Verkeerde triage door een doktersassistente op een huisartsenpost kan levensgevaarlijk zijn. In al deze situaties zijn voorbehouden handelingen niet aan de orde. Waar het wel om gaat is dat volgens de professionele standaard gehandeld wordt.⁵³

4.4 Geneesmiddelenwet

In de ‘nieuwe’ Geneesmiddelenwet die in 2007 de Wet op de geneesmiddelenvoorziening uit 1958 verving, blijft de apotheker, op enkele uitzonderingen na, degene die het monopolie heeft over de verstrekking van receptgeneesmiddelen. Verder is de bepaling van de oude wet gehandhaafd gebleven dat de apotheker de artsenijsbereidkunst slechts in één apotheek mag uitoefenen (artikel 63 lid 3).

De term *artsenijsbereidkunst* in de nieuwe wet geeft aan dat de wetgever er kennelijk nog steeds van uitgaat dat geneesmidde-

len door apothekers bereid worden. In de negentiende en begin twintigste eeuw was dit inderdaad het geval, maar inmiddels worden vrijwel alle geneesmiddelen die via officine (niet-ziekenhuis) apotheken worden verstrekt, industrieel in fabrieken vervaardigd. De huidige verstrekking van receptgeneesmiddelen wordt dan ook wel oneerbiedig als ‘doosjes-schuiven’ aangeduid. Ondanks deze verplaatsing van de productie, moet volgens de wet de verstrekking evenwel nog steeds door cq. onder verantwoordelijkheid van een hoogopgeleide deskundige binnen een solution shop businessmodel plaatsvinden.

Ten tijde van de ontwikkeling van de nieuwe wet waren er ontwikkelingen in de richting van nieuwe businessmodellen, zoals internetapotheken en verstrekking van geneesmiddelen via drogisten. Deze initiatieven zijn echter in de kiem gesmoord, onder andere doordat de wetgever bepaalde, dat er per locatie waar geneesmiddelen worden verstrekt, een apotheker aanwezig moet zijn.

Het argument hiervoor was de kwaliteit van de zorgverlening. De wetgever achtte hiervoor de aanwezigheid van een apotheker per apotheek noodzakelijk, terwijl er talloze technologische oplossingen denkbaar zijn waardoor de kwaliteit van de zorgverlening even goed en wellicht beter gewaarborgd is. Deze oplossingen worden echter door de wet geblokkeerd, waardoor er geen disruptive innovations mogelijk zijn, die de geneesmiddelenverstrekking veel efficiënter cq. goedkoper kunnen maken.

4.5 Bekostiging op basis van DBC's

In paragraaf 2.6 is beschreven dat de wijze van financiering van doorslaggevende invloed is geweest bij de (hernieuwde) regulering van de specialistische praktijk in de jaren twintig van de vorige eeuw.

Dit is nog steeds het geval, alhoewel de wijze van financiering van de zorg in de tweede lijn thans anders is, namelijk op basis van DBC's. Deze DBC's zijn namelijk gekoppeld aan medisch specialisten. Zij hebben de bevoegdheid om DBC's te openen en te sluiten. Onder een bepaalde DBC vallen alle activiteiten in een zorginstelling voor een patiënt met een bepaalde klacht. Er is voor het zogenoemde A-segment, dat thans circa tweederde van de zorg omvat, één prijs voor het gehele traject dat

de patiënt aflegt, met een vast honorariumbedrag voor de medisch specialist.

Een probleem treedt op bij taakherschikking. Het probleem vloeit voort uit de vaste honorariumcomponent voor de medisch specialist. Als taken worden overgenomen door bijvoorbeeld een verpleegkundige in een ziekenhuis, brengt dat extra kosten met zich mee voor het ziekenhuis, immers deze werkzaamheden moeten vergoed worden. Nu zijn de arbeidskosten van een verpleegkundige lager dan van een medisch specialist, per saldo zou dit een kostenvoordeel moeten opleveren. Echter het honorariumdeel van de DBC is, zoals gezegd, voor het A-segment vast, ongeacht de hoeveelheid werk die de medisch specialist verricht. In situaties waarin de medisch specialist niet in loondienst is, kost taakherschikking het ziekenhuis alleen maar geld.

Een aantal ingrepen, zoals een heupoperatie, zijn in het B-segment ondergebracht. Daarover kunnen zorgaanbieder en zorgverzekeraar vrij onderhandelen. Dit geeft de ruimte voor beloning op basis van fee for outcome.

De verzekeraar heeft evenwel geen invloed op het businessmodel waarbinnen de zorg geleverd wordt. In de Verenigde Staten is dit wel mogelijk. Daar mag een verzekeraar ook zorginstellingen exploiteren. Een bekend voorbeeld is Kaiser Permanente, die zelf eerste- en tweedelijnsinstellingen exploiteert en de voor een bepaalde situatie optimale businessmodellen kan inzetten. In Nederland is het verzekeraars evenwel verboden om zorginstellingen te exploiteren.

Verzekeraars mogen wel zorg uit het B-segment inkopen bij zelfstandige behandelcentra. Dit zijn door de overheid erkende instellingen. Om voor een vergunning in aanmerking te komen moet het een organisatorisch verband zonder winstoogmerk zijn, alsmede een samenwerkingsverband tussen twee of meer medische specialisten en moet het verzekerde zorg betreffen. Ook hier is er een koppeling met specifieke beroepsbeoefeningen. Nurse run clinics, zoals de eerder genoemde MinuteClinic, zijn in Nederland dan ook niet toegestaan.

4.6 Medische opleidingen

Sinds ruim een eeuw, met de Wet op de uitoefening der geneeskunst uit 1865 en de Wet tot regeling van het hoger on-

derwijs uit 1876, is, zoals in paragraaf 2.3 beschreven, de medische opleiding op een wetenschappelijke basis gestoeld. De artsopleiding vindt uitsluitend plaats aan een universiteit.

Onder invloed van de in hoofdstuk 2 beschreven wetenschappelijke revolutie is de nadruk in deze wetenschappelijke instellingen vooral komen te liggen bij het verwerven van nieuwe kennis. De belangrijkste taken van de universiteit zijn dan ook het verschaffen van wetenschappelijk onderwijs en de uitvoering van onderzoek.

Artsen worden initieel als wetenschapper opgeleid, als beoefenaren van de wetenschap, als toepasser van de natuurwetenschappelijke benadering. Dit houdt onder meer in analytisch denken op basis van wetenschappelijke modellen van de werkelijkheid, hypothesen opstellen en deze toetsen. Dit past goed bij de eisen die gesteld worden aan de arts als deskundige in een solution shop, waarbij ervaring, analytisch denken en probleemoplossend vermogen vereist zijn om patiënten met moeilijk te duiden of complexe problemen goed te kunnen behandelen.

In het vorige hoofdstuk is beschreven dat door de technologische en wetenschappelijke ontwikkelingen, een groot deel van de zorgverlening op zeer efficiënte wijze via het value adding process businessmodel zou kunnen plaatsvinden: routinematige zorgverlening via vaste protocollen binnen een passende setting. Een dergelijke beroepsuitoefening wordt door een wetenschappelijk opgeleide beroepsbeoefenaar in het algemeen als weinig uitdagend gezien. In negatieve zin wordt dan ook vaak de term *kookboekgeneeskunde* gehanteerd.

Het is, zoals Christensen heeft beschreven, evenwel het value adding business process model, dat in andere sectoren voor immense efficiencyverbeteringen heeft gezorgd. Wil de zorg betaalbaar blijven, dan ontkomt men er niet aan om technologie op basis van dit model voor die delen van de zorg in te zetten, waar dat kan: confectionezorg.

Aan zorgverleners binnen dit ‘terrein van de confectionezorg’ worden andere eisen gesteld dan aan de ‘wetenschappers’ binnen de solution shops. Het gaat hierbij niet alleen om kennis van richtlijnen en protocollen en medische vaardigheden, maar ook om kennis- en toepassingsvaardigheden met betrekking tot bijvoorbeeld optimalisering van behandelingen, procesbeveiliging, procesoptimalisering en kwaliteitsmonitoring.

4.7 Na- en bijscholing

Na- en bijscholing zijn instrumenten om zorgprofessionals nieuwe wetenschappelijke en technologische kennis en vaardigheden bij te brengen. Hieronder volgt een uitleg over hoe na- en bijscholing geregeld is voor de verschillende beroepsgroepen.

Verplichte na- en bijscholing

Zorgverleners die een beroep uitoefenen dat onder de wet BIG valt, dienen zich te registreren in het BIG-register. Sinds 1 januari 2009 is het voor verpleegkundigen, verloskundigen en fysiotherapeuten verplicht dat zij zich iedere vijf jaar herregistreren. De datum van invoering van herregistratie voor artsen, tandartsen, psychotherapeuten en gezondheidszorgpsychologen is nog niet bekend.⁵⁴ Er zijn twee criteria voor herregistratie: werken of scholing. De werkervaringseis houdt in dat een beroepsbeoefenaar tijdens de registratieperiode van vijf jaar tenminste 2080 uur werkzaam is geweest binnen het beroep waarvoor deze ingeschreven staat. Wie niet werkt of de urennorm niet haalt, kan een scholingstraject volgen om de inschrijving te verlengen. Wanneer het scholingstraject met goed gevolg afgerond wordt, kan de beroepsbeoefenaar zich herregistreren. Het scholingstraject bestaat uit een toets van de kerncompetenties. Indien men op alle onderdelen slaagt, kan men zich direct herregistreren. Als men voor één of meerdere onderdelen zakt, volgt scholing voor die onderdelen. Wordt de scholing succesvol afgerond, dan kan de beroepsbeoefenaar zich herregistreren. Zo niet, dan wordt men uit het register verwijderd en kan het beroep niet meer legitiem uitgeoefend worden.

Vrijwillige bij- en nascholing

Naast bovengenoemde verplichte vorm van bij- en nascholing heeft iedere beroepsgroep die onder de wet BIG en het Tucht-recht Gezondheidszorg valt tevens een eigen register om deskundigheid van de ingeschrevenen te bevorderen. Inschrijving in deze registers is op vrijwillige basis. Het bevat onder andere door het register geaccrediteerd scholingsaanbod. Aan (her)registratie in deze registers worden bepaalde inhoudelijke eisen gesteld. Voorbeelden zijn het Kwaliteitsregister V&VN en de specialistenregisters.

V&VN (Verpleegkundigen en Verzorgenden Nederland, de beroepsvereniging van verpleegkundigen en verzorgenden) heeft in samenwerking met patiënten, opleiders, werkgevers, vakbonden en zorgverzekeraars het Kwaliteitsregister V&V ontwikkeld. In dit register is opgenomen op welke gebieden verpleegkundigen en verzorgenden hun deskundigheid bij zouden moeten houden en in welke omvang. Dit noemen zij hun professionele standaard. Het register is niet gekoppeld aan het BIG-register en inschrijving is vrijwillig. Het register bevat een digitaal portfolio en door het Kwaliteitsregister V&V geaccrediteerd scholingsaanbod.

Huisartsen en medisch specialisten hebben hun eigen registers. Een eerste inschrijving in deze registers is vijf jaar geldig. Om voor herregistratie in aanmerking te komen worden onder andere na- en bijscholingseisen gesteld. Zo dienen huisartsen over een periode van vijf jaar ten minste 40 uur per jaar deelgenomen te hebben aan deskundigheidsbevordering. Het gaat om een inspanningsverplichting. Er hoeft geen proeve van bekwaamheid afgelegd te worden.

Conclusies ten aanzien van na- en bijscholing

Na- en bijscholing met een toets van de kerncompetenties is op basis van de Wet BIG alleen verplicht wanneer niet aan de werkervaringseis voldaan is. Dit betekent dat veel werkzame beroepsbeoefenaren alleen op vrijwillige basis met na- en bijscholing te maken zullen krijgen. Verplichte na- en bijscholing in het kader van herregistratie in specialistenregisters is veelal in de vorm van een inspanningsverplichting.

Dit levert de merkwaardige situatie op dat een BIG-geregistreerde die geen zorghandelingen verricht en dus niet aan de werkervaringseis voldoet, periodiek zijn of haar bekwaamheid moet aantonen, terwijl dit niet geldt voor degene die wel zorghandelingen verricht. Aantonen van bekwaamheid voor datgene, wat men niet doet, is weinig zinvol. Voor de kwaliteit van de zorgverlening is juist het omgekeerde relevant, namelijk periodiek aangetoonde bekwaamheid voor zorghandelingen die men daadwerkelijk verricht.

Geconcludeerd kan worden, dat de huidige regelgeving inzake bij- en nascholing op basis van de wet BIG onvoldoende waarborgen biedt, dat beroepsbeoefenaren zorg verlenen die voldoet aan de huidige stand van wetenschap en techniek.

5 Discussie

5.1 Inleiding

In paragraaf 2.2 is aangegeven dat aan het eind van de negentiende eeuw er een botsing was tussen de oude medische tradities en de wetenschappelijke benadering, waarbij zich nieuwe apparaten nestelden tussen arts en patiënt. Op dit moment is er opnieuw een grote verandering gaande.

Wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen maken drastische veranderingen in de wijze van zorgverlening mogelijk. Diagnostiek en behandeling die in het verleden slechts door hoog- en vooral langdurig opgeleide artsen binnen het solution shop model verricht kon worden, blijken thans, met behulp van technologie, even goed door anders opgeleiden binnen een efficiënter businessmodel uitgevoerd te kunnen worden. In een aantal gevallen kan de patiënt zelf een deel van de diagnostiek en behandeling uitvoeren.

In dit hoofdstuk worden een aantal opties ter discussie gegeven voor de zorgverlening en beroepsopleiding en uitoefening, alsmede voor aanpassing van wetgeving, met als doel de efficiency te verbeteren om zodoende de zorg in Nederland in de toekomst betaalbaar te houden

5.2 De patiënt als (mede)behandelaar?

Het ligt technisch binnen handbereik dat een patiënt via het internet zijn klachten en symptomen doorgeeft aan een computersysteem, dat vervolgens de meest waarschijnlijke diagnose 'berekent' en vervolgonderzoek voorstelt. De patiënt doet dit vervolgonderzoek zelf door een druppeltje bloed op een 'lab-on-a-chip' te doen en de uitslag wordt automatisch door de computer verwerkt. Een ander voorbeeld: de patiënt die zelf een foto maakt van een moedervlek die hij of zij er verdacht uit vindt zien en die via het internet naar een expertsysteem stuurt, waar een computer het beeld analyseert en beoordeelt. Zoals in het RVZ-advies Gezondheid 2.0 is beschreven kan de patiënt via zelfmanagement, onder andere met behulp van sociale media op het internet, een gedeelte van de zorg zelf leveren. Voor hoe dit gerealiseerd kan worden, wordt verwezen naar dit advies.

5.3 Meerdere soorten medisch specialisten: de arts-onderzoeker, de ‘klassieke’ medisch specialist en de ‘confectiezorg-arts’?

In paragraaf 4.6 is de artsopleiding besproken, die op dit moment een ‘one-size fits all’-karakter heeft, in die zin dat het tot wetenschapper opleidt. Zoals beschreven zijn er evenwel verschillende settings denkbaar: puur wetenschappelijk, de solution shop en de value adding process business. Voor de verschillende terreinen zijn verschillende competenties nodig. Er zouden dan wellicht drie soorten beroepsbeoefenaren ontstaan, namelijk zij die zich richten op de wetenschap en bijvoorbeeld nieuwe behandelingen trachten te ontwikkelen, gegevens verzamelen ten behoeve van evidence-based handelen en het opstellen van richtlijnen en protocollen richten - de arts-onderzoeker -, zij die zich in een solution-shopsetting met complexe zorgvragen bezighouden - de ‘klassieke’ medisch specialist - en zij die zich op het efficiënt verlenen van routinezorg richten binnen een value adding process business - de ‘confectiezorg-arts’. Deze laatste categorie zou wellicht aan klinische scholen - medical schools - opgeleid kunnen worden.

De universitair opgeleide arts zorgde eind negentiende eeuw voor de doorbraak van de natuurwetenschappelijke benadering in de gezondheidszorg. De confectionezorg-arts zou kunnen zorgen voor de doorbraak van het value adding process businessmodel en daarmee van een efficiëntere gezondheidszorg.

5.4 De multigespecialiseerde arts?

Binnen de huidige technologische ontwikkelingen zijn vele scenario’s denkbaar. Zo zijn op dit moment bij de diagnostiek en behandeling van met name chronische aandoeningen verschillende zorgverleners betrokken, die elk gespecialiseerd zijn op een bepaald terrein. Voor een goede zorgverlening is samenwerking in de vorm van ketenzorg van groot belang. Dit vraagt veel afstemming en geeft veel overhead. Binnen de thuiszorg is er het ‘fenomeen’ Buurtzorg, waarbij de zorg niet door verschillende, laagopgeleide, zorgverleners aan een patiënt wordt verleend, maar integraal door één hoger opgeleide, met ondersteuning via het internet.

Iets soortgelijks is ook denkbaar binnen de curatieve zorg. Stel dat met behulp van technologische ondersteuning het huidige

niveau van kennis van een bepaalde aandoening of klachtenpatroon, die thans over meerdere specialismen verspreid is, in één persoon verenigd kan worden, dan zou dit de noodzaak voor intercollegiaal consult en overleg drastisch kunnen verminderen.

5.5 Twee typen huisartsen: voor de jonge gezinnen en voor de ouderen?

De huisarts is degene bij wie de patiënt met gezondheidsproblemen het eerst aanklopt. Het zijn in eerste instantie veelal ongestructureerde problemen die hoogopgeleide, ervaren deskundigen, in casu de huisarts, binnen een solution shop model trachten op te lossen.

De huisarts wordt dan ook geconfronteerd met het hele spectrum van mogelijke aandoeningen. Technologische ondersteuning, bijvoorbeeld in de vorm van decision support systemen, is dan ook wenselijk om met name het diagnostisch proces zo efficiënt mogelijk te laten verlopen.

Naarmate het spectrum van aandoeningen kleiner is, kan een arts meer kennis en ervaring op de specifieke aandoeningen binnen dit spectrum opdoen. Dit is de kern van de medische specialisatie: meer kennis en ervaring van een beperkt aantal aandoeningen.

Kern van de huisartsgeneeskunde is echter de integrale zorg aan de patiënt. Toch kan ook hier specialisatie plaatsvinden zonder dat het integrale karakter wordt aangetast en dat is op basis van de leeftijd van de patiënt. Zo hebben kinderen en vrouwen in de vruchtbare leeftijd hun 'specifieke aandoeningen', zoals kinderziekten, anticonceptie etc. Op oudere leeftijd treden vooral chronische aandoeningen, zoals hoge bloeddruk, ouderdomsdiabetes, osteoporose etc., op de voorgrond. Bij specialisatie op basis van leeftijd kan de huisarts de patiënt integrale zorg blijven leveren, maar nu met een grotere kennis en ervaring met betrekking tot de aandoening die vooral in een bepaalde levensperiode optreden. Zo zou er gedacht kunnen worden aan een huisarts voor patiënten in de leeftijd van 0 tot 40 à 50 jaar. Deze categorie omvat onder andere jonge gezinnen. Andere huisartsen kunnen zich dan concentreren op aandoeningen die op oudere leeftijd optreden. Er is geen specifieke leeftijd aan te geven, maar tijdens de middelbare leeftijd zou dan van huisarts overgestapt kunnen worden. Dit zou op

een ‘natuurlijk wijze’, bijvoorbeeld bij een verhuizing of als de huidige huisarts zijn praktijk staakt, kunnen plaatsvinden.

5.6 Een nieuwe flexibilisering van de medische beroepen?

In het voorgaande zijn een aantal mogelijkheden ten aanzien van de beroepsuitoefening aangegeven op basis van de huidige ontwikkelingen. Door een nieuwe technologische ontwikkeling of een doorbraak in de behandeling van een aandoening kan zorgverlening danig veranderen.

Om deze ontwikkelingen te kunnen volgen is flexibiliteit nodig. De beroepsstructuur mag hier geen belemmering voor vormen. Eind negentiende eeuw is een eerste stap gezet met de liberalisering van de uitoefening van de geneeskunde. Een tweede stap is gezet bij de vervanging van de Wet op de Uitoefening van de Geneeskunst door de Wet BIG. Die wet maakt voor wat de voorbehouden handelingen betreft, nog steeds een koppeling met beroepen: men moet bevoegd en bekwaam zijn. Naast dat het de flexibiliteit belemmert, schiet, zoals in paragraaf 4.3 is aangegeven, het systeem van kwaliteitbewaking in het kader van deze wet te kort in het up-to-date houden van de kennis en vaardigheden in het licht van nieuwe relevante wetenschappelijke inzichten en technologieën.

Gelet op de grote uitdagingen waar de zorg voor wordt gesteld - een toenemende zorgvraag bij beperkte financiële middelen - is een verdere ont koppeling van beroepen en zorgverlening wenselijk. Dit betekent dat het vereiste in de Wet BIG dat iemand bekwaam én bevoegd moet zijn, losgelaten zou moeten worden en dat vanuit het oogpunt van de kwaliteit van de zorgverlening, de eis van bekwaamheid volstaat.

Deze bekwaamheid moet uiteraard via een adequaat kwaliteitssysteem gewaarborgd worden. Bekwaamheid houdt onder andere in dat de zorgverlener kennis heeft van relevante nieuwe wetenschappelijke inzichten en nieuwe technologieën en, het belangrijkste, deze ook adequaat kan toepassen. Verondersteld mag worden dat, op het moment dat men met goed gevolg een bepaalde opleiding heeft afgerond, de kennis en vaardigheden up to date zijn. Kennis verouderd echter snel en nieuwe vaardigheden kunnen nodig zijn. Via een systeem van continue bij- en nascholing met toetsing kunnen de kennis en vaardigheden die voor de dagelijkse werkzaamheden nodig

zijn, op peil gehouden worden. De wijze waarop de bij- en nascholing plaatsvindt, kan op verschillende manieren gebeuren. Nieuwe technologie, met name internet, kan hierbij een belangrijke rol spelen. Hierin moet ook vrijheid bestaan, zodat een zorgverlener die manier kan kiezen, die het beste bij hem of haar past. Hoe men de kennis en vaardigheden tot zich neemt, is minder belangrijk, waar het om gaat, is dat men erover beschikt en ze in de praktijk daadwerkelijk toepast.

Een mogelijk voorbeeld van de inzet van ICT is, als er een nieuwe behandelrichtlijn voor een bepaalde aandoening is opgesteld. Deze informatie zou aan het elektronisch patiëntendossier gekoppeld kunnen worden, zodat, als een patiënt met de betreffende aandoening op het spreekuur van de huisarts verschijnt, deze automatisch geattendeerd zou kunnen worden op de nieuwe richtlijn, zodat hij deze kan toepassen (learning on the job).

Door inzet van (ICT-) technologie kan 'continuous education' op maat, dat wil zeggen toegespitst op de zorghandelingen die de zorgaanbieder daadwerkelijk in de praktijk verricht en op een voor de zorgverlener prettige, efficiënte en effectieve manier, gerealiseerd worden. Vervolgens kan via een kwaliteitborgingssysteem gemonitord worden of het geleerde ook daadwerkelijk en op de juiste wijze in de dagelijkse praktijk wordt toegepast. Waar nodig kan tijdig bijgestuurd worden. De bij- en nascholing is gericht op de zorg die in de dagelijkse praktijk wordt verleend en daardoor niet gekoppeld aan een specifiek beroep, maar aan de functie die wordt uitgeoefend.

Het goed kunnen omgaan met relevante nieuwe technologieën is met name van belang in de care. In paragraaf 3.3 is aangegeven dat nieuwe technologieën van groot belang zijn voor een effectievere en efficiëntere zorgverlening in deze sector. Zorgverleners in de care moeten in hun opleiding meer vertrouwd worden gemaakt met technologie en hierin regelmatig bijgeschoold worden.

In paragraaf 2.6 is beschreven dat de hernieuwde regulering van de medisch specialistische praktijk in de jaren twintig van de vorige eeuw niet het resultaat was van wetgeving op het terrein van beroepen, maar van de bekostiging van de zorgverlening. In hoofdstuk 4 is aangegeven dat ook in de huidige wet- en regelgeving de vergoeding voor geleverde diensten aan beroepen is gekoppeld: het DBC-systeem en de Geneesmiddelenwet.

Gelet op het voorgaande mag duidelijk zijn dat deze koppeling ongewenst is. Een betere oplossing is om de aanspraken te formuleren in termen van diagnostische en behandelrichtlijnen. Deze richtlijnen moeten zoveel mogelijk in termen van uitkomstmaten geformuleerd worden, zodat er gelegenheid is voor innovatie. De resultaten moeten op een zo efficiënt mogelijke wijze bereikt worden door een optimale inzet van menskracht en technologie. De zorgverlener heeft binnen deze systematiek recht op vergoeding van zorg die volgens (evidence-based) richtlijnen is verleend. Welke beroepsbeoefenaar de zorg verleent, is niet relevant. Het gaat erom dat hij of zij aantoonbaar bekwaam is.

Door een nieuwe, verdere flexibilisering van de medische beroepsuitoefening kan opnieuw een tijdperk van snelle innovatie in termen van een snelle invoering van bewezen verbeteringen en efficiëntere businessmodellen ontstaan. Nieuwe technologie en wetenschappelijke kennis en een andere organisatie is noodzakelijk om de zorg betaalbaar, toegankelijk en van hoge kwaliteit te houden.

- 1 Houwaart, E.S. Medische Techniek. In: Techniek in Nederland in de twintigste eeuw. Deel: Huishoudtechnologie en Medische Techniek, p. 156.
- 2 Besluit zorgverzekering, 28 juni 2005, Stb. 2005, 389.
- 3 <http://www.nza.nl/zorgonderwerpen/dossiers/dbc-dossier/wetenregelgeving/>
- 4 Rapport Risico's van de medische technologie onderschat. Inspectie voor de Gezondheidszorg, 2008.
- 5 Houwaart, E.S. Medische Techniek. In: Techniek in Nederland in de twintigste eeuw. Deel: Huishoudtechnologie en Medische Techniek, p. 156.
- 6 Davis, A.B. Medicine and its technology. An introduction to the history of medical instrumentation. London: 1981.
- 7 Moulin, D. de. Kracht en stof: de introductie van moderne natuurwetenschappelijke denkwijzen in de geneeskunde, zoals blijkt uit de Nederlandse vakbladen 1840-1870. Amsterdam: 1985.
- 8 Lawrence, C. en G. Weisz. Greater than the parts. Holism in biomedicine 1920-1950. New York: 1998.
- 9 Evans, H. Losing touch: the controversy over the introduction of blood pressure instruments into medicine. *Technological Culture* 34, 1993: p. 748-807.
- 10 Sadler, J. Ideologies of art and science in medicine: The transformation from medical care to the application of technique in the British medical profession. In: Krohn, Layton, Weingart eds. *The dynamics of science and technology*. Dordrecht, deel 2, p. 177-215, 1978.
- 11 Lieberg, M.J. van. De tweede geneeskundige stand (1818-1865). Een bijdrage tot de geschiedenis van het medisch beroep in Nederland. *Tijdschrift voor Geschiedenis* 96, p. 433-453, 1983.
- 12 Houwaart, E.S. De hygiënist. Artsen, staat en volksgezondheid in Nederland 1840-1890. Groningen, 1991, hoofdstuk 6.
- 13 Atkins. 'Fever: the Old and the New'. In: *The Journal of Infectious Disease* 149, p. 339-348, 1984.
- 14 Mackenzie, M.A., G.M. van Heteren & J.W.M. van der Meer. 'Klinische thermometrie. I. Historische ontwikkelingen'. In: *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde* 141, p. 954-956, 1997.
- 15 Martine, G. *Essays Medical and Philosophical*. London, Millar, 1740

- ¹⁶ Wunderlich, C.R.A. Das Verhalten der Eigenwärme in Krankheiten. Leipzig: O. Wigand, 1861.
- ¹⁷ Mackowiak, P.A., Wasserman, S.S. en Levine, M.M. 'A Critical Appraisal of 98.6°F, the upper Limit of the Normal Body Temperature, and other Legacies of Carl Reinhold August Wunderlich'. *The Journal of the American Medical Association*, 268, p. 1578-1580, 1992.
- ¹⁸ M'charek, A. en D. Willems. Alledaagse zorg. De politiek van gewone medische praktijken. Rathenau Instituut, studie 48, oktober 2005, p. 47 – 67.
- ¹⁹ Syed, I.B. Islamic Medicine: 1000 years ahead of its times. *Journal of the Islamic Medical Association* 2002, 2, p. 2-9.
- ²⁰ The History of the germ theory, *The British medical Journal* vol. 1 no 1415 (1888), p. 312.
- ²¹ <http://www.uni-mainz.de/eng/13883.php>.
- ²² Wöhler, F. „Ueber künstliche Bildung des Harnstoffs.“. *Ann. Phys. Chem.* 1828 12: 253–256.
- ²³ Roupell, G.L. The Croonian Lectures delivered at the Royal College of Physicians in 1832, on cholera. London, GW Nical, 1833.
- ²⁴ Wintrobe, M.M. Blood, pure and eloquent; a story of discovery, of people and of ideas. New York, McGraw-Hill, 1980.
- ²⁵ Rowbottom, M., Susskind, C. Electricity and medicine. History of their interaction. San Fransisco. 1984.
- ²⁶ Röntgen, W.C. Über eine neue Art von Strahlen. *Sitzungsberichte der Physikalisch-medizinischen Gesellschaft zu Würzburg*, 1895, nr. 9, p. 137-146.
- ²⁷ Mould, R.F. A century of X-rays and radioactivity in medicine. Bristol, 1995, p. 1-9.
- ²⁸ Wylick, W.A.H. van. Röntgen en Nederland. Röntgens betrekkingen tot Nederland en de opkomst der röntgenologie hier te lande. Utrecht, 1966.
- ²⁹ Ivens, C.A.P. De werking van prof. Röntgens X-stralen op photographische platen. *Lux. Geïllustreerd Tijdschrift tot bevordering der Photographie en aanverwante Kunsten en Wetenschappen* 7 1896, p. 76.
- ³⁰ Bakker, L.F. Nederlandse Orthopedische vereniging 1898-1998. De geschiedenis van de orthopedie in Nederland. Katwijk 1998, p. 115-119.
- ³¹ Lane, C. en K. Besterman. Partners in the polder. A vision for the life sciences in the Netherlands. Roland Berger Strategy Consultants, 2009.
- ³² Fikrle, T. en K. Pizinger. Digital computer analysis of dermatological images of 260 melanocytic skin lesions; pe-

- rimeter/area ratio for the differentiation between malignant melanomas and melanocytic naevi. Journal of the European Academy of Dermatology and Venerology, 21(1)48055, January 2007.
- ³³ Rosado, B, et al. Accuracy of computer diagnosis of melanoma: a quantitative meta-analysis. Arch Dermatol. 2003, Mar;139(3):361-7.
- ³⁴ Researchers to develop image analysis techniques for melanoma classification, 10 september 2010 <http://www.news-medical.net/news/20100910/Researchers-to-develop-image-analysis-techniques-for-melanoma-classification.aspx> (laatst geraadpleegd 7 oktober 2010).
- ³⁵ http://www.utdallas.edu/news/2010/9/15-5471_BBS-Team-Evaluating-Facial-Recognition-Techniques_article.html (laatst geraadpleegd 7 oktober 2010)
- ³⁶ Hoof, J. van. Aging-in-place. The integrated design of housing facilities for people with dementia. Proefschrift, 8 november 2010.
- ³⁷ RVZ. Gezondheid 2.0. Advies van de Raad voor de Volksgezondheid & Zorg, 2010 http://www.rvz.net/cgi-bin/adv.pl?advi_reIID=153&stat=N (laatst geraadpleegd 7 oktober 2010).
- ³⁸ Ron, E. en A.F. Saftlas. Head and neck radiation carcinogenesis:epidemiologic evidence. Otolaryngol Head Neck Surg. 1996; 115: p. 404-408.
- ³⁹ Osler, W. et al. The Quotable Osler. Philadelphia: American College of Physicians. American Society of Internal Medicine; 2003.
- ⁴⁰ Richtlijn Idiopatische Perifere Aangezichtsverlamming (IPAV). Nederlandse Vereniging voor KNO-heelkunde en Heelkunde van het Hoofd-Halsgebied, 2009.
- ⁴¹ <http://www2.cochrane.org/docs/newcomersguide.htm>
- ⁴² Chistensen et al. The Innovator's Dilemma, 2003.
- ⁴³ Christensen C.M., J.H. Grossman en J. HwanJ. The Innovator's Prescription: A Disruptive Solution for Healthcare. New York, NY: McGraw-Hill; 2008.
- ⁴⁴ RVZ. Gezondheid 2.0. Advies van de Raad voor de Volksgezondheid & Zorg, 2010 http://www.rvz.net/cgi-bin/adv.pl?advi_reIID=153&stat=N (laatst geraadpleegd 7 oktober 2010).
- ⁴⁵ RVZ. Advies Uitgavenbeheer in de gezondheidszorg, 2008. http://www.rvz.net/cgi-bin/adv.pl?advi_reIID=142&stat=N

- ⁴⁶ RVZ. Zinnige en duurzame zorg, 2006.
http://www.rvz.net/cgi-bin/adv.pl?advi_reliID=99&stat=N
- ⁴⁷ RVZ Rechtvaardige en duurzame zorg, 2007.
http://www.rvz.net/cgi-bin/adv.pl?advi_reliID=113&stat=N
- ⁴⁸ RVZ. Advies Perspectief op gezondheid 20/20, 20020
http://www.rvz.net/cgi-bin/adv.pl?advi_reliID=171&chap_reliID=5&last=1&stat=N
- ⁴⁹ Ottes, L. Moderne patiëntenzorg in Nederland: acht jaar later, RVZ, 2010
http://www.rvz.net/cgi-bin/adv.pl?advi_reliID=157&chap_reliID=5&last=1&stat=N
- ⁵⁰ Dulisse, B. Cromwell, J. No harm found when nurse anesthetists work without supervision by physicians. Health Affairs, aug. 2010, vol. 29 no. 8, p. 1469-1475.
- ⁵¹ Christensen CM, Grossman JH, Hwang J. The Innovator's Prescription: A Disruptive Solution for Healthcare. New York, NY: McGraw-Hill; 2008.
- ⁵² Gevers, J.K.M., et al. Voorbehouden handelingen ten het licht. De regeling van art. 35-39 Wet BIG heroverwogen. Instituut Sociale Geneeskunde, AMC/Universiteit van Amsterdam, september 2009.
- ⁵³ Jong, E.J.C. de. Het moeras van de voorbehouden handelingen. Tijdschrift voor Gezondheidsrecht , 2 april 2010, p. 87-93.
- ⁵⁴ www.bigregister.nl

Bijlage 1

Lijst van afkortingen

AED	Automatische externe defibrillator
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur
BRCA1-gen	Breast Cancer 1-gen
BIG	Wet Beroepen Individuele Gezondheidszorg
CCMS	Centraal College Medische Specialisten
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
CT-scan	Computertomografie scan
DBC	Diagnosebehandelcombinatie
DEC	Digital Equipment Corporation
DNA	Desoxyribonucleic acid
ECG	Elektrocardiogram
FDA	(American) Food and Drug Administration
HGP	Humane Genoom Project
IC	Intensive Care
ICT	Informatie- en communicatietechnologie
KNMG	Koninklijke Nederlandsche Maatschappij tot bevordering der Geneeskunst
MRI-scan	Magnetic Resonance Imaging scan
NFU	Nederlandse Federatie van Universitair Medische Centra
NMG	Nederlandse Maatschappij tot bevordering van de Geneeskunst
NvVL	Nederlandse Vereniging voor Laboratoriumartsen
NVKC	Nederlandse Vereniging voor Klinische Chemie en Laboratoriumgeneeskunde
PCR	Polymerasekettingreactie
RCT	Randomized Controlled Trial
RVB	Rijksverzekeringsbank
RVZ	Raad voor de Volksgezondheid en Zorg
SNP	Single Nucleotide Polymorphisms
TU	Technische Universiteit
V&V	kwaliteitsregister Verpleegkundigen en Verzorgenden
V&VN	Verpleegkundigen en Verzorgenden Nederland
VAL	Vereniging Artsen Laboratoriumdiagnostiek
VS	Verenigde Staten
VSNU	Vereniging van Universiteiten
VUmc	Medisch Centrum Vrije Universiteit
VWS	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport
ZVW	Zorgverzekeringswet