

Ja Robotzuster, Nee Robotzuster

Over robots in de curatieve en langdurende zorg

Martijntje Smits en Floortje Daemen, Rathenau Instituut 2011

Zorgrobotica wordt vaak gepresenteerd als oplossing voor toekomstige personeelstekorten in de zorg ten gevolge van de vergrijzing. Vergrijzing zorgt voor een tekort aan handen aan het bed, en robotica kan zorgen voor aanvullende handen. Vooral de media presenteren de robot als de oplossing voor dit maatschappelijke probleem. Geïllustreerd met de veelbelovende afbeelding van een op de mens gelijkende robot, de 'humanoid', toont de media de robot als de ideale verzorger van de toekomst (Engelenburg 2007, Righton 2008, Broekhuizen 2008, Fischman 2010, Fontani 2009, Vanheste 2007). Robots hebben namelijk geen last van stress, zijn 24 uur per dag inzetbaar en vergeten nooit of ze iemand wel of niet medicijnen heb verstrekt.

Het bemensbaar houden van de zorg met behulp van technologie houdt ook de politieke gemoederen bezig. In de Europese Commissie leeft de verwachting dat de inzet van robots in de gezondheidszorg de kwaliteit, toegang en efficiëntie van de gezondheidszorg voor iedereen zal verbeteren (Butter et.al. 2008, p. 10) Ook in Nederland staat 'vergrijzing' sinds het begin van deze eeuw prominent op de politieke agenda (Steen 2009). Op advies van de SER (2008) heeft het kabinet-Balkenende IV ingezet op innovatie in de zorg door het stimuleren van investeringen in arbeidsbesparende technologieën, zoals ICT en domotica. In het beleid wordt ingezet op het ontwikkelen van nieuwe technologie om ouderen langer gezond en zelfstandig te laten wonen (VWS, 2005). Inmiddels wordt aan diverse Nederlandse universiteiten gewerkt aan de ontwikkeling van robottechnologieën: de revalidatie-robot LOPES, Lower-extremity Powered ExoSkeleton, wordt ontwikkeld aan de Universiteit Twente. De drie technische universiteiten werken gezamenlijk aan de robot 'Tulip'. De ontwikkeling van deze 'humanoid' maakt deel uit van de lange termijn visie die de technische universiteiten en het Nederlandse bedrijfsleven delen: het ontwikkelen van een robot die betaalbaar en voldoende autonoom is om in het huishouden te functioneren (3TU 2009, 2010). Experts verwachten dat deze robots op de korte en middenlange termijn ingezet kunnen worden in de zorg. Ook in het sterk vergrijzende Japan wordt hard gewerkt aan de ontwikkeling van een breed palet aan zorgrobots. Voorbeelden daarvan zijn het extern skelet (HAL of Hybrid Assistive Limb (dat ontwikkeld wordt door het bedrijf Cyberdyne), de 'robot assistant' (waar onderzoekers van de Universiteit van Tokyo aan werken) en de Ri-man, een tilrobot (van het bedrijf Riken en het Bio-mimetic Control Research Center (BMC)).

Zorgrobots lijken de laatste jaren hun voormalige science-fiction status van zich af te schudden. Maar wat kunnen robots nu daadwerkelijk en op welke manier wordt er gebruik gemaakt van robots in de Nederlandse gezondheidszorg? Om deze vragen te beantwoorden willen we voorbij de grote beloften kijken en onderzoeken wat op dit moment de stand van zaken is met betrekking tot de inzet van robots in de zorg. We zijn daarbij vooral geïnteresseerd wat voor maatschappelijke kwesties de nieuwe zorgrobots (nu en op termijn) met zich meebrengen. Door in te gaan op de stand van zaken en de technologische en maatschappelijke trends verwachten we inzicht te krijgen in de kwesties die op kortere en langere termijn zullen spelen. We nemen specifiek vijf typen robots onder de loep die nu al worden ingezet in de zorg. Denk aan mogelijke verschuivingen van verantwoordelijkheden, of de veranderende kwaliteit van de geleverde zorg. Binnen de Nederlandse gezondheidszorg wordt vaak onderscheid gemaakt tussen de curatieve zorg ('cure') en de langdurende zorg ('care'). Dit onderscheid is gebaseerd op het type zorg dat verleend wordt. Deze twee zorgpraktijken kennen verschillende doelstellingen, wijzen van financiering en beleid. Ook de manier waarop technologie een rol speelt verschilt in deze praktijken. Daarom verwachten we dat toepassing van robotica in de 'cure' en 'care' andere maatschappelijke vragen op zullen roepen. Paragraaf 2 en 3 bespreken respectievelijk een aantal robottoepassingen in de curatieve en langdurende zorg. Beide paragrafen starten we met een beschrijving van trends in de betreffende zorgpraktijk. In de slotparagraaf 4 zetten we de belangrijkste kwesties op een rij.

2. Robots in de curatieve zorg

De curatieve gezondheidszorg is gericht op genezing. Het gaat hierbij vaak om het uitvoeren medische interventies op een efficiënte en technisch hoogwaardige wijze (Spreeuwenberg 2008). Dit

soort interventies wordt vooral in een ziekenhuis verricht, een typische plek voor de curatieve zorg. In de curatieve gezondheidszorg is men vertrouwd met technologie (Witte 2008). In beperkte mate worden ook robots al toegepast in de curatieve gezondheidszorg; in laboratoria voor de analyse van resultaten en in sommige operatiekamers. Voorbeelden van robots in de curatieve zorg zijn de telemanipulator 'Da Vinci', de revalidatie-robot 'Lokomat' en de automatisch geleide voertuigen (AGV), of wel de robotkarretjes. Deze technologieën zijn met verschillende doelen ingezet in verschillende praktijken binnen de curatieve zorg. We bekijken hier met welk doel de robots zijn ingezet en wat de effecten hiervan zijn in de praktijk. Ook analyseren we de sociale kwesties die het inzetten van deze robots oproepen en beredeneren we, wat dit voor de toekomst kan betekenen. We beginnen deze paragraaf met het beschrijven van twee (sociale) trends in de curatieve zorg om aan te geven in welke sociale context de curatieve zorgrobots opkomen.

Trends in de curatieve zorg

Decentralisatie wordt als een belangrijke trend in de zorg gezien. Decentralisatie houdt in dat mensen korter in zorginstellingen verblijven en steeds langer thuis herstellen en revalideren (Schuurman, 2007). Dit betekent dat steeds meer zorgfuncties en zorgdiensten verschuiven naar de private context van de patiënt (Laeven en Vreeman, 2008; Kort, Cordia en Witte 2008; Schuurman, 2007). Robots passen in deze trend als oplossing om ouderen langer zelfstandig te laten wonen. Denk aan robots die het functioneren van ouderen monitoren. Deze robotica hangt nauw samen met het vakgebied van de domotica. Ook worden er robots 'voor diagnostische doelen ontwikkeld die het mogelijk maken voor patiënten vanuit huis gegevens over de lichamelijke gesteldheid door te sturen naar bijvoorbeeld het ziekenhuis.

In het rapport *Medische Technologie: ook geschikt voor thuisgebruik* (2009) beschrijft het Rathenau Instituut een andere trend met betrekking tot zorg en technologie: 'personalisering van de zorg'. Hiermee wordt verwezen naar de toenemende hoeveelheid zorgtechnologieën die verkrijgbaar zijn buiten medische instellingen en daarmee ook beschikbaar zijn voor mensen die helemaal niet ziek zijn. De verwachting is dat zorgtechnologieën in toenemende mate onderdeel gaan uitmaken van het dagelijkse leven van mensen (Asveld en Besters 2009). Onder invloed van ontwikkelingen zoals thuisdiagnostiek en teleconsultatie zal de patiënt minder aan het ziekenhuis gebonden zijn.

De telemanipulator

De Da Vinci is op dit moment de bekendste operatie-robot. De telemanipulator Da Vinci belichaamt een nieuwe stap in operatiemethoden. We kunnen deze robot niet classificeren als een service robot, want deze is aan de grond bevestigd en niet mobiel. De robot is hier een verlengstuk van de chirurg en zijn instrumenten. De lancering van de operatie-robot aan het einde van de jaren negentig ging gepaard met hoge verwachtingen: chirurgen zou meer operaties kunnen uitvoeren met betere resultaten (interview Bouvy, Vorstenbosch 2009, Wit 2003). Deze industriële robot introduceert een methode van opereren waarbij de chirurg niet meer aan operatietafel staat maar op afstand zijn instrumenten bedient. Dit heeft consequenties voor de mensen die er direct mee werken en voor de manier waarop wordt gewerkt.

In 2000 ging in Nederland een proefproject met de Da Vinci in Utrecht van start. Drie jaar later schafte het Onze Lieve Vrouweziekenhuis in Aalst te België de eerste Da Vinci aan in de Benelux (interview Tuytten). Inmiddels opereert men met de telemanipulator 'Da Vinci' in 9 verschillende Nederlandse ziekenhuizen¹. Wereldwijd zijn meer dan 1500 van deze robotsystemen verkocht². De Da Vinci wordt in het bijzonder ingezet bij 'minimaal-invasieve chirurgie' (MIC). MIC is gericht op het uitvoeren van (kijk-)operaties met zo min mogelijk schade aan menselijk weefsel. Bij MIC wordt geopereerd via kleine sneetjes van enkele centimeters. (Wit 2003). Met de Da Vinci kunnen onder andere keel-, vaat- en buikoperaties worden uitgevoerd. Deze robot neemt geen autonome beslissingen. Het is dus een 'tele-operator' of 'tele-manipulator': de chirurg stuurt de robot aan. Men spreekt hier wel van een

¹ Volgens de fabrikant van de Da Vinci, Intuitive Surgical, hebben de volgende Nederlandse ziekenhuizen reeds een Da Vinci aangeschaft: Academisch Ziekenhuis Maastricht, Alysis Zorggroep Arnhem, Antoni Van Leeuwenhoek Ziekenhuis, Canisius-Wilhelmina Ziekenhuis Nijmegen, Jeroen Bosch Ziekenhuis/Groot Ziekengasthuis Hertogenbosch, Maasstadziekenhuis Rotterdam, Universitair Medisch Centrum Utrecht, Universitair Medisch Centrum St Radboud Nijmegen en VU Amsterdam

² Volgens de website van de fabrikant, Intuitive Surgical, zijn er op 30 juni 2010 wereldwijd 1571 Da Vinci wereldwijd afgeleverd, 1160 daarvan in de Verenigde Staten, 276 in Europa en 135 in de rest van de wereld (bron: <http://investor.intuitivesurgical.com/phoenix.zhtml?c=122359&p=irol-faq#22324>).

'master-slave' relatie (Nellen 2009). De telemanipulator voert de handelingen direct uit. De aansturing van het apparaat zou het mogelijk moeten maken om 'intuïtieve' wijze te opereren omdat de computer de handelingen vertaalt naar bewegingen van de robotarmen (Schatte Olivier et al., 2009).

De Da Vinci bestaat uit vier armen waaraan de instrumenten zitten bevestigd. De chirurg staat niet meer aan de operatietafel maar bedient de robot via een losstaande console. Via een bril in de console ziet de chirurg de handelingen die hij uitvoert op de patiënt driedimensionaal en tien keer vergoot. De patiënt ligt enkele meters verder in de operatiekamer. De chirurg bedient de robot via zijn handen, met joysticks, en via pedalen met zijn voeten. Deze bewegingen worden direct uitgevoerd door de vier armen van de robot die enkele meters verderop staat in de operatiekamer.

[Afbeelding Da Vinci robot invoegen]

Handmatige MIC

De eerste (kijk-) operatie met minimaal invasieve chirurgie (MIC) werd uitgevoerd in 1987 (Wit 2003). Sinds die tijd heeft minimaal invasieve chirurgie – ook wel laparoscopie of endoscopische chirurgie genoemd - een vaste positie verworven in de operatiepraktijk. MIC werd gezien als een revolutionaire stap in de chirurgie. De doorbraak van MIC werd begeleid met enthousiasme en hooggespannen verwachtingen. De voordelen van deze operatiemethode voerden de boventoon bij de introductie: een sneller herstel van patiënten, verminderde kans op infecties, minder pijn na afloop van de operatie. Bovendien houdt de patiënt slechts kleine littekentjes over aan de operatie. In vergelijking tot de traditionele, zogenaamde 'open' chirurgie opereert de chirurg met MIC namelijk met speciale instrumenten die via kleine sneetjes van enkele centimeters in het lichaam worden gebracht (Wit 2003). Het zicht op het operatiegebied bij handmatige MIC wordt gemiddeld door een camera die via een kijkbuis wordt ingebracht in de buikholte. Door koolzuur in te blazen wordt ruimte in de buikholte verkregen. (IGZ 2007; Wit 2003).

Er kleven ook nadelen aan deze operatiemethode: het slechte zicht op het operatiegebied en beperkte nauwkeurigheid bij het aansturen van de instrumenten. Op een tweedimensionaal beeld ziet de chirurg de handelingen die hij uitvoert. Hierdoor is het zicht op het operatiegebied een stuk slechter dan bij open chirurgie. Daarnaast moet de chirurg in spiegelbeeld bewegen om zijn handelingen in het operatiegebied op de juiste wijze uit te voeren. Dat alleen al vereist uitgebreide training. Eveneens zorgt deze operatietechniek ervoor dat de chirurg zich soms letterlijk in rare bochten moet wringen om het operatiegebied te kunnen bereiken. Bij een operatie in het onderste gedeelte van de buik moet de chirurg bijvoorbeeld steeds boven de patiënt 'hangen'.

Gerobotiseerde MIC

De Da Vinci operatirobot belooft een aantal van de bovengenoemde tekortkomingen van de handmatige MIC op te vangen (interview Tuytten). Daarmee belichaamt deze telemanipulator een nieuwe stap in de endoscopische chirurgie, waarmee tevens moeilijkere en risicovollere operaties uitgevoerd zouden kunnen worden. De claim is dat de chirurg met behulp van de Da Vinci veel preciezer zijn werk kan doen. Dit komt doordat bij traditionele MIC de chirurg zijn instrumenten over 3 assen kan bewegen. Met de Da Vinci kunnen de instrumenten over 7 assen bewogen worden. Wanneer de chirurg de operatie zelf uitvoert kan hij met zijn twee handen slechts twee instrumenten bedienen. Met de Da Vinci 'operatieassistent' kan de chirurg vier instrumenten tegelijk bedienen. De Da Vinci belooft ook een verbeterd zicht in vergelijking met conventionele MIC. Bij conventionele MIC ziet de chirurg het operatiegebied tweedimensionaal, met de Da Vinci driedimensionaal. Bij conventionele MIC bevindt de chirurg zich niet zelden in een ergonomisch zeer onprettige houding. Met de Da Vinci echter voert de chirurg de operaties uit vanuit een volledige ondersteunde comfortabele stoel. Verder maakt de operatirobot het mogelijk zonder menselijke trillingen operaties op zeer kleine schaal uit te voeren (Butter et.al, 2008).

Plus- en minpunten van de Da Vinci

Bij de overgang van open chirurgie naar MIC verloor de chirurg direct zicht op het operatiegebied en manoeuvreerruimte. De Da Vinci telemanipulator belooft een verbeterd zicht en fijnere manipulatiemogelijkheden. Hiermee worden de visuele zintuigen en de handelingsmogelijkheden van de chirurg verbeterd. Door deze robotisering van de MIC praktijk verliest de chirurg echter het directe

handcontact met het operatiegebied. De Da Vinci vormt immers de intermediair tussen de chirurg en patiënt. Daardoor kunnen chirurgen die operen via de Da Vinci niet meer voelen of ze in hard dan wel zacht weefsel snijden of grijpen. De Da Vinci biedt namelijk niet de mogelijkheid de tastzintuigen van de chirurg te vervangen of verbeteren. Een oplossing daarvoor biedt 'haptische feedback' (het toevoegen van krachtgevoel aan robots). Dit heeft tot doel de chirurg het gevoel terug te geven dat zij of hij ervaart bij open en handmatige minimaal invasieve chirurgie. In Nederland wordt door TNO gewerkt aan de ontwikkeling van deze 'haptische feedback'. Daarnaast wordt aan de Technische Universiteit Eindhoven een operatierobot vervaardigd die in tegenstelling tot de Da Vinci vrijwel geen afwijking door uitzwenken van de armen heeft.

Nieuwe operatiepraktijk

De introductie van de Da Vinci behelst naast een nieuwe techniek van opereren ook een nieuwe operatiepraktijk (Wit 2003). De chirurg moet nieuwe technische vaardigheden leren om de robot te kunnen aansturen. Ook het operatieteam moet kunnen omgaan met deze nieuwe technologie. De communicatie tussen de teamleden verandert door de tussenkomst van de operatierobot (Medisch Contact 2003; Vorstenbosch 2009). De chirurg staat letterlijk niet meer aan de operatietafel, maar zit op enige afstand achter een console. Het operatieteam heeft via een monitor zicht op het operatiegebied en staat fysiek het dichtst bij het operatiegebied. De afstand tussen chirurg en operatieteam is dus vergroot. Bij conventionele MIC heeft de chirurg zelf letterlijk de instrumenten in handen waardoor hij direct kan ingrijpen in het operatiegebied. Door het gebruik van de Da Vinci verschuift de verantwoordelijkheid deels naar de personen die aan de operatietafel staan. Zo moet bij het optreden van calamiteiten het operatieteam aan de tafel als eerste ingrijpen (Vorstenbosch 2009).

Waarborging patiëntveiligheid

De introductie van de Da Vinci in de operatiekamer betekent dat alle personen die ermee werken worden geconfronteerd met een nieuwe werkwijze. Veiligheid voor de patiënt is hierbij een belangrijk aandachtspunt. Hierbij kan lering getrokken worden uit de invoering van conventionele MIC.

De Inspectie voor de Gezondheidszorg (IGZ) ontving verontruste meldingen naar aanleiding van operatie uitgevoerd met MIC (Inspectie voor de Gezondheidszorg 2007). IGZ voerde vervolgens een onderzoek uit naar deze operatiemethode. Daarin werd geconstateerd dat de patiëntveiligheid onvoldoende geborgd is (Inspectie voor de Gezondheidszorg 2007). Het IGZ stelde tevens vast dat "Deze techniek van 'kijk'-opereren [...] evenwel een geheel andere manier van opereren [is] dan het opereren op de traditionele, 'open' wijze. Het vereist een andere aanpak, een ander risico-denken, aangepast beleid, specialismen overstijgend overleg en evaluatie. Want het kent eigen risico's die aanleiding tot incidenten en calamiteiten kunnen zijn" (Inspectie voor de Gezondheidszorg 2007, p.3). Op basis van dit rapport gaf Minister Klink van Volksgezondheid, Welzijn en Sport in 2007 het signaal af dat "innovaties alleen welkom zijn in de zorg als deze gezeekerde meerwaarde hebben en met de juiste waarborgen omgeven worden" (Inspectie van de Gezondheidszorg 2007).

In antwoord op het onderzoek van het IGZ is door de Nederlandse Vereniging voor Endoscopische Chirurgie (NVEC), de Werkgroep Endoscopische Chirurgie (WEC) en de Nederlandse Vereniging voor Gastrointestinale Chirurgie (subvereniging van de Nederlandse Vereniging voor Heelkunde) beleid opgesteld en een plan van aanpak voor minimaal invasieve chirurgie gemaakt (NVEC 2009). In het verlengde daarvan deed het IGZ onderzoek naar de aanschaf van operatierobots in Nederlandse ziekenhuizen. Het IGZ constateerde dat ziekenhuizen zelf de nodige maatregelen moeten nemen om een verantwoord gebruik van operatierobots te garanderen (Inspectie voor de Gezondheidszorg 2010). Nog het overgrote deel van de ziekenhuizen verzuimt op tijd en in voldoende mate experts op het gebied van reiniging, desinfectie en sterilisatie te betrekken bij de aanschaf van operatierobots zoals de Da Vinci (Inspectie voor de Gezondheidszorg 2010).

Hogere operatiekosten

Economisch gezien blijkt de Da Vinci een onaantrekkelijk intermediair in de operatiekamer te zijn (interview Bouvy en interview Tuyten). De kosten die gemaakt worden bij de aanschaf, het onderhoud en gebruik van de Da Vinci zijn aanzienlijk hoger dan de kosten van operaties uitgevoerd met MIC (interview Bouvy). De betere behandelresultaten die geclaimd worden door de fabrikant zijn wetenschappelijk gezien dun onderbouwd (interview Bouvy; IGZ 2010). Vanuit het perspectief van het ziekenhuis levert de inzet van de Da Vinci daarom geen betere resultaten op dan conventionele operatiemethode (Interview Bouvy; interview Tuyten).

De hoge kosten het gebruik van de Da Vinci vloeien allereerst voort uit de aanschafkosten van het apparaat, deze bedragen ongeveer 2,2 miljoen euro. Daarbij moet een ziekenhuis de kosten voor het onderhoud van dit apparaat betalen, dit komt neer op circa 100 duizend euro per jaar. Bovenop deze kosten komen de materiaalkosten, die hoger zijn dan wanneer een patiënt via conventionele MIC wordt geopereerd. Dit is te wijten aan de afvalproducten die ontstaan bij elke operatie met de Da Vinci. De instrumenten die bevestigd zijn aan de armen van de Da Vinci kunnen slechts 10 keer gebruikt worden. Een chip in de instrumenten houdt dit bij, waarna de instrumenten na 10 keer onbruikbaar zijn. Ook moeten de armen van de Da Vinci bij elke operatie aangekleed worden met nieuwe plastic hoezen. Tegenwoordig komt dit uit op een bedrag van ongeveer 1600 euro aan afvalkosten per operatie met de Da Vinci (interview Bouvy). Dit is een belangrijk verschil met conventionele MIC, waarbij de instrumenten in principe eindelijk gesteriliseerd kunnen worden.

Geen betere operatieresultaten

De verwachting was dat de chirurg met behulp van de Da Vinci telemanipulator meer operaties met betere resultaten uit zou kunnen voeren. In het algemeen lijkt de inzet van de Da Vinci robot echter nog geen duidelijke voordelen voor de patiënt te leveren in termen van sneller herstel of betere operatieresultaten ten opzichte van de handmatige MIC (interview Bouvy; Heemskerk et. al. 2007). Dit is wel het geval bij prostaatoperaties: als deze operaties worden uitgevoerd met behulp van conventionele kijkoperaties zijn dit zeer complexe, slopende operaties voor de chirurg. De inzet van de Da Vinci heeft deze nadelen overwonnen. De chirurg kan makkelijker het operatiegebied bereiken, dan bij conventionele kijkoperaties. Ook kan de chirurg met grotere precisie prostaatoperaties uitvoeren. Doordat de trillingen van de chirurg door de robot gefilterd worden, wordt de slingskans van de operatie groter en het risico op incontinentie en impotentie aanzienlijk kleiner (interview Tuyten).

Grensoverschrijdende vraagstukken

Met de introductie van de Da Vinci robot in de operatiekamer wordt de afstand tussen patiënt en chirurg vergroot. De chirurg staat niet meer aan de operatietafel, maar zit achter een console enkele meters verder. De console functioneert voor de chirurg als zijn toegang tot de patiënt. Oorspronkelijk is de Da Vinci ontwikkeld door NASA en het Amerikaanse leger om operaties op grote afstanden uit te voeren, zodat de chirurg niet op het slagveld dan wel in de ruimte fysiek aanwezig hoeft te zijn om chirurgische ingrepen uit te voeren (interview Tom Tuyten, Intuitive Surgical 2005). De industrie heeft deze toepassing overgenomen en haar geïntroduceerd in de publieke zorg. Hierdoor was het mogelijk in 2001 de eerste trans-Atlantische operatie uit te voeren met de Da Vinci, de 'Opération Lindbergh', waarbij de chirurg zich in New York en de patiënt zich in Straatsburg bevond.

Als we kijken naar toekomstige mogelijkheden van de Da Vinci dan valt te verwachten dat chirurgen steeds vaker op grote afstand patiënten zullen opereren. De plek van de handeling komt dan los te staan van de plek van uitvoering. Het land waar de ingreep wordt uitgevoerd verschilt daarmee van het land waar de chirurg zijn handelingen uitvoert. Een dergelijk scenario roept tal van vragen op. Wat betekent dit in term van wetgeving en beleid? Betekent de toekomstige mogelijkheid om afstand te kunnen opereren dat patiënten met een zeldzame ziekte voor behandeling niet meer naar het buitenland hoeven? Zouden hiermee de wachtlijsten kunnen opgelost kunnen worden? En worden hiermee ook de kosten voor grensoverschrijdende gezondheidszorg ondervangen? Patiënten met een zeldzame aandoening hoeven dan immers voor een operatie niet meer af te reizen naar het buitenland. Wat zijn gevolgen voor operaties die om ethische redenen in bepaalde landen worden geweigerd (Nagenborg et al 2009)? Is de patiënt onderworpen aan de wetgeving van het land waar hij of zij de operatie ondergaat of bepaalt de locatie waar de chirurg de operatie uitvoert als wetgevingskader?

De revalidatie-robot: een ondersteuning voor therapeut en patiënt

Een heel andere opkomende toepassing van robotica in de curatieve zorg is voor revalidatie. De praktijk van revalidatie is gericht op het voorkomen, terugbrengen en genezen van gevolgen van lichamelijk letsel of een functiebeperking. Revalidatie richt zich op volledig herstel van de patiënt of het minimaliseren van een lichamelijke beperking. Revalidatie kan in de context van het ziekenhuis, verpleegtehuis of de thuisomgeving plaatsvinden (Revalidatie Nederland, 2010). Het toenemend aantal ouderen en mensen met een chronische ziekte doet een steeds groter beroep op de revalidatiepraktijk. Oplossingen worden gezocht in innovatieve systemen die een effectievere en

efficiëntere revalidatiepraktijk mogelijk maken (Hermens en Vollenbroek-Hutten 2008). Robotica lijkt daarbij veelbelovend. Een voorbeeld is de Lokomat. Deze robottechnologie wordt ingezet in de Nederlandse revalidatiepraktijk om de patiënt en therapeut te assisteren in het revalidatieproces. De Lokomat ondersteunt de patiënt tijdens bewegingsoefeningen en stuurt het lopen van de patiënt aan. Daarmee neemt de Lokomat fysiek zwaar werk van therapeuten uit handen en wordt het mogelijk om patiënten langer en intensiever te laten revalideren. De Lokomat is een flinke robot: hij beslaat ongeveer 8 vierkante meter grondoppervlakte, heeft een hoogte van ongeveer 3 meter en weegt in totaal 1100 kilo (Hocoma 2009a, . Hidler en Wall, 2005). De robot bestaat uit een loopband met een zogenaamd exo-skelet. De voeten, benen en heupgewrichten van de patiënt zijn verbonden met het externe robotskelet van de Lokomat. Computergestuurde motoren zorgen voor de beweging van het exo-skelet, datsynchroon loopt met de loopband en zorgt voor de beweging van de benen van de patiënt. Deze 'draagconstructie' ondersteunt zodoende geheel of gedeeltelijk het gewicht van de patiënt. De robot stemt de gewichtsondersteuning van de patiënt af op het looppatroon van het exo-skelet (Hocoma 2009b).

[Afbeelding Lokomat invoegen]

De beloften van de Lokomat

Therapie voor patiënten die niet of nauwelijks meer kunnen lopen is tijdrovend en, arbeidsintensief. De therapiemoetdagelijks herhaald worden gedurende een periode van enkele weken tot maanden om resultaat te boeken. Dit vraagt van de therapeut het vermogen de patiënt fysiek te ondersteunen en vergt de nodige kracht en snelheid om de patiënten bij te sturen (Loos en Reinkensmeyer 2008). Deze therapie wordt doorgaans uitgevoerd door één tot drie therapeuten: één ter ondersteuning van de patiënt en één of twee therapeuten om de benen en voeten van de patiënt bij te sturen tijdens het lopen. Door de inzet van de bewegingsrobot kan de patiënt vaker bewegingstherapie krijgen en daardoor sneller resultaat boeken. De Lokomat belooft fysiek zwaar en repetitief werk over te nemen tegen lagere kosten dan de kosten bij gebruik van menselijke therapeuten (Hocoma 2009b, Loos en Reinkensmeyer 2008).

Een andere belofte van de Lokomat betreft het kunnen vastleggen van de resultaten van de revalidatie in cijfers. De Lokomat heeft ingebouwde meetinstrumenten die vier soorten bewegingen van de patiënt kunnen meten: de manier waarop de patiënt loopt, wordt met elke stap vastgelegd, de stijfheid van heup en kniegewrichten wordt gemeten. Ook meet de Lokomat de spieractie in een statische positie en registreert de robot de passieve bewegingsmogelijkheden van de knie en heup zonder ondersteuning van de Lokomat (Hocoma 2009b). Hierdoor wordt het functioneren van de patiënt en het revalidatieproces in cijfers en grafieken vastgelegd (Lokomat brochure). De robot kan de patiënt ook tijdens de training direct op de hoogte stellen van zijn of haar prestaties, met het doel de patiënt te motiveren en stimuleren tijdens de training.

De beloften van LOPES

Een tekortkoming van de Lokomat is dat de patiënt zijn benen alleen recht vooruit kan bewegen en niet zijwaarts, zoals bij een natuurlijk loopbeweging gebeurt. Er wordt gewerkt aan andere revalidatierobots die dit ondervangen. De Universiteit Twente ontwikkelt bijvoorbeeld de revalidatiebot 'L.O.P.E.S.', Lower-extremity Powered ExoSkeleton. De LOPES is zo ontworpen dat de patiënt de voorwaartse en zijwaartse balans kan trainen, wat volgens de ontwikkelaars een belangrijk onderdeel vormt van het revalidatieproces. LOPES ondersteunt de patiënt waar nodig, de patiënt moet dus zelf actief bewegen en wordt gecorrigeerd indien nodig. De LOPES bevat een groot aantal sensoren die de activiteit van de patiënt meet. Op die manier kan vooruitgang in het revalidatieproces van de patiënt 'objectief' gemeten worden. Deze metingen lijken tevens de mogelijkheid te bieden om aandoeningen te kwantificeren.

Betere, maar andere zorg

Met de toenemende zorgvraag en de hogere eisen die de burger stelt aan zorg, lijken deze revalidatiebots te kunnen voorzien in kwalitatief betere zorg. De verwachting is dat de patiënt vaker en langer kan trainen met dergelijk revalidatiehulpmiddelen en is slechts één therapeut nodig om dit proces te begeleiden. Hiermee belooft de inzet van dergelijke revalidatiebots een verbetering van de kwaliteit van de geleverde zorg. Deze revalidatiebots komen tegemoet aan de hogere eisen die patiënten stellen aan de zorg.

De Lokomat functioneert als een gerobotiseerde therapeut, die continu patiënten kan ondersteunen en bijsturen in het loopproces. De therapeut heeft daardoor echter geen fysiek contact meer met de patiënt en is aangewezen op een interpretatie van cijfers die de bewegingen van de patiënt vastleggen. Het apparaat neemt het meten van de flexibiliteit van gewrichten over. Het gebruik van de revalidatie-robot zorgt zodoende voor een verschuiving van de activiteit van het registeren van het revalidatieproces van de therapeut naar de robot. Hiermee verschuift de rol van de zorgprofessional van fysieke begeleider naar 'adviseur' en 'ondersteuner' (Witte 2008).

Telerevalidatie: de toekomst van de revalidatiepraktijk

Zoals eerder opgemerkt, verplaatst de zorg zich steeds meer buiten de muren van instellingen. Telerevalidatie is onderdeel van deze trend en houdt in dat patiënten thuis vaker en intensiever kunnen oefenen, dan wanneer ze in een revalidatie-instelling trainen, het zogenaamde 'remotely supervised training' (Hermens en Vollenbroek-Hutten 2008). De onderzoekers claimen dat dit het revalidatieproces ten goede komt. De patiënt kan zelf bepalen wanneer en waar getraind wordt. Daardoor wordt de verantwoordelijkheid voor het revalidatieproces meer bij de patiënt zelf neergelegd (Hermens en Vollenbroek-Hutten 2008). De toenemende vraag aan revalidatiehulp in combinatie met bezuinigingen in deze sector, draagt bij aan het streven revalidatie op afstand aan te bieden. Een zorgprofessional kan bij telerevalidatie immers meer patiënten ondersteunen dan wanneer de revalidatie in een instelling plaats vindt. De inzet van deze technologieën om op afstand te revalideren betekent wel dat revalidatie-instellingen grote investeringen moeten doen in deze technologisch geavanceerde hulpmiddelen (Bolt 2010).

Toch is het de vraag is of telerevalidatie daadwerkelijk leidt tot een efficiëntere en effectievere praktijk. Volgens Nelly Oudshoorn (2008), professor van de afdeling Technology Dynamics and Healthcare van de Universiteit Twente, moet kritisch gekeken worden naar de inzet van technologieën die het contact overnemen tussen zorgprofessionals onderling en zorgprofessionals en patiënten. Het werk dat nodig is om de betreffende technologieën te laten functioneren wordt onzichtbaar. Daardoor ontstaat een nieuwe schikking van verantwoordelijkheden (Akrich 1992, Oudshoorn 2008), die nieuwe vaardigheden vereist van zowel zorgprofessionals als patiënten. We zagen hoe door het gebruik van de telemanipulator 'Da Vinci' de verantwoordelijkheden binnen het operatieteam verschuiven. Telerevalidatie vraagt eveneens om een analyse van de nieuwe rollen en verantwoordelijkheden wat wordt er van de patiënt verwacht als deze zelf thuis het revalidatieproces in handen heeft en wat betekent dit voor de rol van de zorgverlener?

Transport robots: verminderde druk op het ziekenhuispersoneel

Een automatisch geleid voertuig (AGV) is een voorbeeld van een mobiele robottechnologie die zorgt voor de distributie van goederen in bijvoorbeeld het ziekenhuis. Onbemande robotkarretjes brengen in Orbis Medisch Centrum in Sittard-Geleen goederen als linnengoed, maaltijden, servies, gebruiksartikelen en restafval rond zonder menselijke bediening. Deze robottechnologie ondersteunt het ziekenhuispersoneel in hun werkzaamheden. In het Orbis Medisch Centrum is mobiele robottechnologie ingezet omdat het 'proven technology' is (interview Voncken); de karretjes hebben hun diensten al bewezen in de industrie en de logistiek. Het ziekenhuis is echter een nieuw toepassingsgebied. Wat kunnen de karretjes eigenlijk en wat betekent de inzet ervan voor de mensen die ermee werken?

De noodzaak van een afgesloten geconditioneerde omgeving

De inzet van deze logistieke robots past binnen het doel een ziekenhuis te bouwen dat door inzet van technologie minder arbeidsintensief is. Door de druk op het ziekenhuispersoneel te verminderen wil Orbis Medisch Centrum zorg betaalbaar en kwalitatief goed houden. Het Orbis Medisch Centrum is opgezet volgens een nieuw concept, waarvan de robotkarretjes een klein onderdeel zijn. Zo heeft het ziekenhuis een centraal informatiesysteem doorgevoerd. Daarnaast hebben artsen flexibele werkplekken, wat betekent dat de arts naar de patiënt toegaat in plaats van de patiënt naar de arts. In het overgrote deel van de Nederlandse ziekenhuizen lopen de patiënten verschillende specialisten op verschillende afdelingen af. Daardoor ontstaat er normaalgesproken een patiëntenstroom kriskras door het ziekenhuis, de zogenaamde 'functionele ziekenhuisstructuur' (Merode 2002). Daarnaast bestaat het nieuwe ziekenhuis uit een 'front' dat toegang geeft tot patiënten en een 'back office' waar alleen ziekenhuispersoneel toegang toe heeft.

De robotkarretjes doen hun werk in de 'back office'. Bezoekers van het ziekenhuis zullen de karretjes dan ook niet zien rondrijden. Het transport van goederen in het ziekenhuis is volledig geautomatiseerd met deze 'automatisch geleide voertuigen' (AGV). Ze rijden door een apart gangenstelsel, waarin een radiografisch systeem aan het plafond hangt. Een medewerker van het distributiecentrum programmeert de bestemming van elke kar. De karren rijden vervolgens zelfstandig door het gebouw en leveren goederen af bij de afdeling. (interview Thomas Voncken, Orbis Medisch Centrum). Het gebruik van automatische transportkarretjes betekent een grote aanpassing van het gebouw waarin dit systeem wordt toegepast. Een toepassing in bestaande gebouwen lijkt vrijwel ondoenlijk, omdat de huidige robotkarretjes slechts in zeer beperkte mate in staat zijn om uit te wijken voor obstakels of om al naderend het obstakel te waarschuwen.

[Afbeelding robotkarretjes invoegen]

Veranderende werkzaamheden

De mobiele robots vervangen één specifieke taak van het zorgpersoneel: het rondrijden van goederen over grote afstanden. Binnen de afdelingen van het ziekenhuis moet het personeel namelijk zelf de karretjes rondrijden. De taak van het vervoeren van goederen over grote afstanden verschuift daarmee naar het personeel dat nodig is om deze technologie te bedienen. De werkdruk voor ziekenhuispersoneel vermindert in principe, er wordt hen immers werk uit handen genomen. Het ziekenhuis moet echter wel gespecialiseerd personeel in dienst nemen om deze robottechnologieën te bedienen. De inzet van een dergelijke technologie vergt ook zorg voor het onderhoud. De inzet van deze relatief eenvoudige robottechnologie laat ook weer zien dat verantwoordelijkheden gedistribueerd worden en dat er daardoor per saldo niet minder werk is, maar andere werkzaamheden worden gecreëerd (Oudshoorn 2008).

Automatisch vervoer in de toekomst

Het automatische vervoer in het ziekenhuis zou in de toekomst uitgebreid kunnen worden naar het vervoer van personen, de zogenaamde 'people movers' (zie ook het hoofdstuk over Cybercvars). Bijvoorbeeld voor het automatiseren van het vervoer van patiënten naar de operatiekamer of naar andere afdelingen. De vraag is of dit wenselijk is. Het vervoer van patiënten naar de operatiekamer vereist nu de inspanning van twee verpleegkundigen: één om het bed voor te duwen en één om het bed te sturen. Naast het vervoeren van de patiënt heeft het verplegend personeel echter ook een sociale taak: de patiënt geruststellen en mentaal ondersteunen op weg naar de operatie. Een mobiel robotsysteem kan verplegend personeel ondersteunen door het vervoeren te vergemakkelijken, waardoor er bijvoorbeeld nog maar één verpleegkundige nodig is voor een dergelijke taak. De menselijke aandacht lijkt een onlosmakelijk onderdeel van dit proces en maakt volledig autonoom vervoer onwenselijk. Dit voorbeeld laat zien dat aandacht voor de zogenaamde 'zachte' kanten van de zorg cruciaal is. Is de taak die de robot gaat overnemen een routineuze, eenduidige handeling of zijn er ook menselijke eigenschappen aan de orde die onvervangbaar zijn zoals medeleven, mentale steun en geruststellen?

3. Robots in de langdurende zorg: onontgonnen terrein

Terwijl de curatieve zorg gericht is op genezen, is de langdurende zorg gericht op behoud en bevordering van kwaliteit van leven, door de last van de ziekte of beperking te verlichten met hulp van medische en niet medische middelen (Spreeuwenberg 2008). Het gaat om de zorg in verpleegtehuizen of thuis voor ouderen en voor mensen met een functiebeperking of chronische ziekte (Witte 2008). In de langdurende zorg is technologie en met name 'high-tech' minder ingeburgerd dan in de curatieve zorg. 'Zorgen' lijkt te wringen met het concept 'technologie' (Witte 2008). In deze paragraaf beschrijven we drie typen robots die een rol spelen in de langdurende zorgpraktijk. We bespreken gerobotiseerde hulpmiddelen, vervolgens monitoringsrobots waardoor ouderen langer zelfstandig thuis kunnen blijven wonen en tenslotte het therapeutische robotzeehondje Paro. We bekijken de mogelijkheden en de kwesties die spelen bij deze robottechnologieën. Allereerst schetsen we de trends in de langdurende zorg, om zo aan te geven welke ontwikkelingen van invloed zijn op de inzet van technologie in deze zorgsector.

Trends in de langdurende zorg

Technologie is niet of nauwelijks ingebed in de langdurende zorgpraktijk. De verwachting is echter dat vanwege vergrijzing de inzet van technologie, inclusief robots in de langdurende zorg zal toenemen (Butter et al. 2008, Sharkey 2008, Sharkey en Sharkey 2010, Witte 2008). De vraag hoe geanticipeerd moet worden op de toenemende zorgvraag wordt door verschillende partijen op verschillende manieren beantwoord. Zo pleit het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) voor anticipatie op de maatschappelijke gevolgen van vergrijzing. Daarbij moet aandacht besteed worden aan de gevolgen van vergrijzing voor de gezondheidszorg. Om die gevolgen in te kunnen schatten speelt het aantal ouderen en hun visie op zorg een rol, aldus het RIVM (Berg Jeths et. al. 2004). De vraag is hoe technologie als robotica zó kan worden ingezet dat personeel en zorgontvangers daarvan profiteren.

Innovatie: een moeizaam proces

In de langdurige zorgpraktijk blijkt innoveren lastig. De stap van laboratorium naar praktijk, van prototype naar daadwerkelijke productie is een moeizaam proces. In het TNO rapport 'Robotics for healthcare' (Butter et al. 2008) wordt geconstateerd dat er veel tijd nodig is om belangrijke innovaties te implementeren in de gezondheidszorg. Dit is onder meer te wijten aan de wijze waarop de vergoeding van hulpmiddelen voor gebruikers is geregeld. Er zijn dan ook veel sceptische geluiden te horen uit de zorgpraktijk en uit het veld dat zich bezighoudt met de ontwikkeling van robotica, die het gebrek aan innovatiekansen hekelen.

Gebruikers kunnen via verschillende instanties en op basis van verschillende wetten hulpmiddelen aanvragen. Deze versnippering maakt het voor de aanvrager vaak lastig om de beschikking te krijgen over de juiste hulpmiddelen (interview Timmen). Zorgverzekeraars vergoeden medische hulpmiddelen op basis van de Zorgverzekeringswet (Zvw). In principe gaat het om hulpmiddelen die vallen onder de cure-sector. Denk aan beeldschermloepen, elastische kousen, elektrostimulators tegen chronische pijn, gezichtsprothesen, prothesen en verbandmiddelen (CVZ 2010). Mensen die afhankelijk worden van langdurige zorg of ondersteuning zijn verzekerd via de Algemene Wet Bijzondere Ziektekosten (AWBZ). De AWBZ vergoedt onvoorziene medische kosten die buiten de Zvw vallen en dusdanig hoog zijn dat ze voor bijna niemand op te brengen zijn. Het gaat hierbij om langdurige verpleging thuis, revalidatie of verpleeghuiszorg. De Wet Maatschappelijke Ondersteuning (WMO) heeft tot doel iedereen te laten deelnemen aan de maatschappij en zo lang mogelijk zelfstandig te laten wonen. Gemeenten zorgen ervoor dat hulpmiddelen verstrekt worden aan mensen op basis van de WMO. De WMO vergoedt bijvoorbeeld hulp bij het huishouden, aanpassingen in de woning zoals een traplift of verhoogd toilet, rolstoel en maaltijdverzorging. Om een nieuw hulpmiddel in het vergoedingssysteem te krijgen, dient het product eerst zeer grondig getest te worden. Ook moet aangetoond worden dat het kosteneffectief is (interview Timmen; Corida en Soede 2008). Een dergelijke beoordeling kan jaren duren en tijdens zo'n periode levert het product voor de investeerders niets op (Cordia en Soede 2008).

Gebruikers versus ontwikkelaars

Binnen het Nederlandse vergoedingssysteem is de uiteindelijke gebruiker van het product niet de betaler. Andere partijen bekostigen de hulpmiddelen en bepalen daarmee de markt. De eisen van de uiteindelijke gebruiker van een hulpmiddel wordt daarom vaak onvoldoende verwerkt in de betreffende producten (Cordia en Soede 2008). Ook volgens Butter et al. (2008) wordt er nog te weinig aandacht besteed aan de wensen en behoeften die er zijn in de langdurende zorg. Het lijkt dus een belangrijke technische en organisatorische uitdaging om de kloof te dichten tussen de beloften van experts over wat technisch mogelijk is en de alledaagse context van personeel en patiënten in de zorg. Patiënten worden te weinig betrokken bij de ontwikkeling van robottechnologieën, aldus het rapport 'Robotics for healthcare' van TNO (Butter et al. 2008). Robots kunnen alleen een substantiële bijdrage leveren aan de zorg wanneer de beloften van deze robots worden afgestemd met praktische kennis over wat mogelijk en wenselijk is in de zorgpraktijken (Plas et al. 2010).

Therapeutische, sociale robots

De sociale robot lijkt in opkomst te zijn in de langdurende zorg. Deze robots zijn ontworpen om te communiceren met mensen op een natuurlijke, menselijke manier. Hierachter schuilt het lange termijn doel om robots te creëren die wat betreft communicatie niet onderdoen voor 'echte' mensen (Breazeal et al. 2008). Op dit ogenblik wordt binnen verschillende universiteiten en instituten aan de ontwikkeling van sociale robots gewerkt. De universiteit van Leuven ontwikkelt de robotolifant Probo om afleiding te

bieden voor ziekenhuis patiëntjes. Het robotwezentje Keepon functioneert als onderzoeksobject voor interactie met autistische kinderen. De i-Cat is door Philips ontwikkeld voor interactie en vermaak van ouderen. In deze paragraaf bespreken we het robotzeehondje Paro meer uitgebreid.

Het robotzeehondje Paro: Zorg voor ouderen en door ouderen

De robot Paro is ontwikkeld in Japan door het 'National Institute of Advanced Industrial Science and Technology' (AIST) (Lau et. al. 2009). Met zijn zachte, witte pluche vacht en de grote ogen omlijst met grote wimpers lijkt deze robot op een baby zeehondje. De robot kan positief reageren op aaien en afkeurend reageren wanneer het wordt geslagen of ondersteboven wordt gehouden.

[Afbeelding Paro invoegen]

Volgens de ontwikkelaars is Paro zo gemaakt dat hij verschillende soorten gedrag kan vertonen: proactief, reactief en psychologisch gedrag (Wada 2006). Paro heeft het vermogen zijn gedrag aan te passen aan het voorkeursgedrag van de eigenaar. Deze eigenschap moet communicatie tussen robot en mens uitlokken (Wada 2006). Met 2,8 kilo overstijgt Paro het gewicht van een pluche knuffel en voelt net zo zwaar als een baby. Zo wordt het gewicht van een levend wezentje nagebootst. Paro wordt opgeladen via het stopcontact en kandan een uur aan het werk voordat hij weer aan de 'voeding' moet (Inoue, 2008).

Paro blijkt een internationaal succes: zo heeft de Deense overheid eind 2008 een bestelling van 1000 exemplaren geplaatst die in 2011 geleverd wordt. Vrijwel alle Deense instellingen voor ouderenzorg hebben dan een Paro in hun bezit (Japundit 2008) In Nederland gaat het anno 2010 naar schatting nog om enkele tientallen exemplaren in zorginstellingen. Bijvoorbeeld in het verzorgingstehuis Leo Polak in Amsterdam, op de kinderafdeling in het Westfries Gasthuis in Hoorn en de Ommelander Ziekenhuis Groep (OZG). Hier kan deze robot op de warme aandacht van patiënten en bewoners rekenen.

Beloften van Paro

Makers van dit robotdier claimen dat interactie met deze robot therapeutische waarde heeft: ouderen worden gestimuleerd en bij kinderen zorgt Paro voor ontspanning. Volgens de ontwikkelaars van Paro heeft onderzoek aangetoond dat ouderen die spelen en knuffelen met deze robot een verbeterde stemming hebben, actiever zijn en meer met elkaar en met verzorgers communiceren (Wada, 2008). De beloften van Paro zijn niet gering: deze robot heeft een sociale functie en stimuleert daarmee de hersenactiviteit van ouderen en vermindert daardoor stress bij ouderen wat weer resulteert in een prettigere werkomgeving voor verzorgers. De producent van Paro claimt dat ouderen die spelen en knuffelen met deze robot een verbeterde stemming hebben, actiever zijn en meer met elkaar en met verzorgers communiceren (Wada 2006). Daarmee heeft deze therapeutische robot kwaliteiten die moeilijk te toetsen zijn, zoals behulpzaamheid, vriendelijkheid en medeleven (Decker 2008). Michael Decker (2008) vraagt zich echter af hoe deze zogenaamde 'zachte eigenschappen' gemeten kunnen worden. Daarnaast blijkt de wetenschappelijke waarde van de studies die de effectiviteit van sociale robots als Paro onderzoeken beperkt te zijn. Naast het feit dat het aantal studies zeer beperkt is, gaat het om verkennend Japans onderzoek met slechts een klein aantal robots (Bemelmans et.al. 2010).

Verrijking of verarming van de zorg?

Paro kan gezien worden als een niet-medisch middel om de kwaliteit van leven van patiënten te bevorderen. Paro draagt daarbij niet direct bij aan vermindering van de werkdruk op personeel. Wanneer Paro echter de kwaliteit van leven van de patiënt verbetert zal dat wellicht indirect zorgen voor minder werkstress voor de verzorgers.

Paro bootst met zijn verschijning een levend dier na en lokt op die manier verzorgend gedrag uit bij de gebruikers. Hiermee wordt Paro een soort vervanging van een levend huisdier. In de context van het verzorgingstehuis is het houden van huisdieren vaak verboden. Het robotzeehondje vereist minimale verzorging in termen van voeding en hygiëne kan als oplossing gezien worden voor het gebrek aan huisdieren. Vanuit een ander perspectief kunnen we ons echter afvragen of Paro niet juist symbool staat voor de verarming van de zorg, omdat hier een technisch object contact met dieren en / of mensen vervangt. Vanuit dit perspectief wordt Paro gezien als een 'technical fix' voor het

maatschappelijke probleem van vereenzaming en marginalisering van ouderen. De vraag is of we de oplossing daarvoor niet in een andere richting moeten zoeken. Zorgboerderijen zijn voorbeelden van alternatieven voor een technische oplossing als het robotzeehondje. Onderzoek van het Wageningen University and Research Centre, het Athena Instituut en GRIP (Gelderse Roos Instituut voor Professionalisering) naar zorgboerderijen omschrijft deze faciliteiten als een innovatief voorbeeld van een op gemeenschappelijke belangen gebaseerde service, die de kwaliteit van leven van cliënten kan verbeteren (Hassink et.al. 2010, p. 429).

De monitorrobot in de ouderenzorg

Ook in de langdurende zorg verschuift de zorg van instellingen naar de thuissituatie: 'extramularisering'. Zorginstellingen zullen plaatsmaken voor kleine woonvormen. Door extra voorzieningen thuis, zoals monitoring en medische begeleiding op afstand, zullen mensen langdurende zorg thuis ontvangen (Voorham 2008, Witte 2008). Robottechnologieën kunnen helpen om ouderen langer zelfstandig thuis te laten wonen. Denk aan robots om het functioneren van de bewoners te monitoren: is de bewoner niet gevallen, vinden er activiteiten plaats? Deze robotica hangt nauw samen met het vakgebied van de domotica. Ook worden er diagnostische robots ontwikkeld waarmee patiënten vanuit huis gegevens over hun lichamelijke gesteldheid kunnen doorsturen naar bijvoorbeeld het ziekenhuis.

Zorg(en) op afstand

Er zijn verschillende technologieën in gebruik en in opkomst die het mogelijk maken op afstand zorg te verlenen. Domotica betreft een verzameling van technische voorzieningen in de woonomgeving geïntegreerd ten behoeve van comfort, veiligheid van patiënten of toezicht op afstand. Met deze technologieën zou het mogelijk zijn om ouderen langer zelfstandig te laten wonen of voor meer veiligheid in het verpleegtehuis of ziekenhuis te zorgen (Weijers 2008). Aan de Universiteit van Pittsburgh en Carnegie Mellon University gewerkt aan het 'Nursebot Project. Het gaat hier om de haalbaarheid van de inzet van de robots, die ouderen met lichamelijke en geestelijke beperkingen begeleiden in een verpleegtehuis (Montemerlo 2002). In het Methodist Hospital in Houston rijden twee op afstand bestuurbare robots rond, waardoor doktoren op afstand met patiënten kunnen communiceren. In Nederland kunnen hartpatiënten vanuit huis hartfilmpjes maken, waarmee de arts op afstand kan beoordelen wat de toestand van de patiënt is (Oudshoorn 2008).

Het verplaatsen van de zorgpraktijk naar de thuissituatie zorgt voor een verschuiving van verantwoordelijkheden. Zoals we lieten zien bij 'telerevalidatie' zorgt de inzet van dergelijke 'tele-technologieën' dat werk gedistribueerd wordt en er een nieuwe verdeling van verantwoordelijkheden ontstaat (Akrich 1991, Oudshoorn 2008). Aan de Fontys Hogeschool wordt gewerkt aan een monitoringsrobot die zich door het huis kan bewegen, om te controleren of alles goed gaat met de bewoner (interview Schouten). Sharkey en Sharkey (2010) benoemen drie maatschappelijke kwesties die kunnen spelen bij het monitoren en controleren van ouderen: mogelijke reductie van menselijk contact, inbreuk op de privacy en mogelijk verlies van bewegingsvrijheid in het geval dat robots de activiteiten van ouderen kunnen belemmeren.

Prothesen en orthesen: de sleutel tot zelfstandigheid

Prothesen en orthesen proberen de lichamelijke beperkingen van de gebruiker op te heffen. Een prothese is een kunstmatige vervanging of correctie van een lichaamsdeel. Orthesen zijn orthopedische hulpmiddelen die lichaamsdelen met gereduceerde mobiliteit, door bijvoorbeeld afgenomen spierkracht, ondersteunen (Graf en Staab, 2009). Er worden ook robotische prothesen en orthesen ontwikkeld. Het gaat hier om hulpmiddelen die extern bekrachtigd zijn en worden aangedreven door elektromotoren. Doordat deze robotietoepassingen zijn uitgerust met sensoren en een terugkoppelingssysteem kunnen ze vaak intelligent reageren op hun omgeving.

De belofte is dat door middel van robotica prothesen en orthesen verbeterd en gebruikersvriendelijker kunnen worden. Gebruikers willen graag een prothese of orthese die comfortabel is, gemakkelijk in gebruik en er niet afschrikwekkend uitziet. Wat betreft de functionaliteit blijken gebruikers vooral behoefte te hebben aan het zelf kunnen uitvoeren van alledaagse elementaire handelingen. Denk hierbij aan het kriebelen aan bijvoorbeeld de neus als het jeukt, zelf kunnen eten, vooral als er buiten de deur wordt gegeten, zelf make-up kunnen aanbrengen, de eigen bril kunnen opzetten en recht

zetten. Gebruikers blijken het daarentegen niet storend te vinden om andere mensen om hulp te vragen als het gaat om het pakken van voorwerpen uit kastjes of schappen (interview Just Herder). Volgens Castellini en Smagt (2009) dient de ideale prothese goedkoop, visueel aantrekkelijk, lichtgewicht, behendig en gemakkelijk aan te sturen te zijn. Daarnaast is er volgens hen sensorische feedback nodig ter vervanging van de gevoeligheid van de menselijke huid. Om dit bereiken zijn er echter nogal wat technische uitdagingen te overwinnen, zoals de besturing van het hulpmiddel, het draagcomfort in verhouding tot de functionaliteit en de terugkoppeling.

[Afbeelding prothese & afbeelding orthese invoegen]

Meer zelfstandigheid of marginalisering van mensen met een functiebeperking?

Wat betekent de inzet van orthesen en prothesen voor mensen met een functiebeperking in termen van maatschappelijke acceptatie en emancipatie? Deze robottoepassingen kunnen gezien worden als een realisatie van autonomie en zelfstandigheid voor mensen met een functiebeperking. Ze stellen gebruikers in staat zelfstandige(r) en onafhankelijke(r) te leven. Vanuit dit perspectief zijn prothesen en orthesen middelen tot emancipatie en dragen ze bij aan preventie van zorg. Doordat deze technologieën mensen de mogelijkheid bieden zelfstandiger te functioneren, betekent dit minder thuiszorg en een grotere zelfstandigheid van gebruikers.

Gregor Wolbring (2006) stelt echter dat dergelijke robottoepassingen ook de acceptatie van mensen met een functiebeperking kunnen tegenwerken. Immers door met behulp van prothesen en orthesen functiebeperkingen op te heffen of te verminderen wordt een maatschappelijke norm voor volmaakte, volledig functionerende mensen gecreëerd of herbevestigd. De inzet van robottoepassingen zouden op die manier de acceptatie van mensen met een lichamelijke beperking juist kunnen bemoeilijken. En het is juist het gebrek aan maatschappelijke acceptatie waar mensen met een functiebeperking in het dagelijkse leven vaak het meeste last van hebben.

High tech orthesen en prothesen bieden soms de mogelijkheid om bestaande functiebeperkingen niet alleen op te heffen, maar zelfs om bovenmenselijke prestaties neer te zetten. Zo was de zogenaamde Cheetah-prothese, alhoewel niet gebaseerd op robottechnologie, voorafgaand aan de Olympische Spelen van Peking een veelbesproken item. Deze prothese zou de gehandicapte sporter met prothese een oneerlijk voordeel boven de valide sporter geven. Dergelijke toepassingen, onder meer in het militaire domein, roepen vragen op rondom het issue van mensverbetering en *dual use* (Van Est et al. 2009).

4. Conclusies: een visie op zorg

Dit hoofdstuk laat een grote variëteit aan robottoepassingen in de zorg zien. Robotica speelt in diverse specifieke zorgpraktijken een rol. Binnen de technologie-intensieve curatieve zorg zien we dat de telemanipulator 'Da Vinci' wordt ingezet in operatiekamer, de 'Lokomat' in de revalidatiepraktijk en dat robotkarretjes voor de logistiek kunnen zorgen. Binnen de technologie-extensieve langdurende zorg zagen we de opkomst van de therapeutische robot Paro binnen verpleeghuizen, monitoringsrobots om mensen langer zelfstandig thuis te laten wonen en gerobotiseerde prothese en ortheses. De uiteenlopende toepassingen laten zien dat er talloze kansen voor robotica in de zorg zijn. Die diversiteit zorgt tevens voor een grote diversiteit aan maatschappelijke issues die zich bij de verschillende onderwerpen reeds aftekenen. In deze slotparagraaf zetten we een aantal generieke maatschappelijke vraagstukken op een rijtje.

Innovatie kansen en maatschappelijke profilering Het benutten van de kansen die zorgrobotica biedt, is geen kleine opgave. Naast technologische uitdagingen is er de uitdaging om robotica kosteneffectief te maken, zoals de ervaring met de Da Vinci operatierobot laat zien. Daar zijn vaak jarenlange innovatieve trajecten voor nodig en juist binnen de langdurende zorg is innovatie vaak een moeizaam te financieren proces.

Daarnaast zijn er tal van maatschappelijke uitdagingen. De eerste betreft maatschappelijke profilering. Robotica wordt op dit moment vaak naar voren geschoven als een oplossing voor het personeelstekort dat als gevolg van de vergrijzing van de Nederlandse bevolking zal ontstaan. Los van het feit dat vergrijzing een nog slecht onderzocht en gedefinieerd probleem is, laten de diverse voorbeelden zien dat er van alles van robots in de zorg verwacht kan worden, maar dat op dit moment vervanging van zorgpersoneel niet als dominante maatschappelijke trend naar voren komt. In plaats van vervanging van arbeid leidt de inzet van robots in de verschillende toepassingen eerder tot verschuiving en herverdeling van verantwoordelijkheden en taken. De toegevoegde waarde van robotica blijkt eerder gelegen in de talloze wijzen waarop ze de kwaliteit van de zorg kan verbeteren dan in het oplossen van het toekomstige personeelstekort in de zorg. Het lijkt daarom verstandig dat robotonderzoekers bij het promoten van de maatschappelijke relevantie van hun werk juist aandacht vragen voor de diverse (kleinere) doelen die door robotica in de zorg kunnen worden nagestreefd. Daarbij is het van belang de visies, behoeften en zorgen van toekomstige gebruikers, zoals verplegers en patiënten, vanaf een zo vroeg stadium mee te nemen bij het ontwerpen. In de huidige praktijk is dat nog beslist geen automatisme. (van der Plas et al, 2010)

Nieuwe tele-zorgpraktijken

De verschillende robotvoorbeelden in dit hoofdstuk laten zien dat de toepassing van robotica in de zorg vaak een drastische verandering van de zorgpraktijk met zich mee brengt of zelfs vereist. Inzet van logistieke robotkarretjes in het Orbisch Medisch centrum vereiste een fysieke scheiding tussen het zorgproces en het logistieke proces. Dat was technisch en economisch haalbaar omdat het hier om nieuwbouw ging. Bij bestaande ziekenhuizen is een dergelijke ingreep hoogstwaarschijnlijk te kostbaar. Het toepassen van robots in de zorg vergt daarnaast vaak aanpassingen van de werkpraktijk. De inzet van robotkarretjes automatiseert de logistieke taken, maar creëert ook de noodzaak voor het inhuren van gespecialiseerd personeel om het robotsysteem te laten draaien. De Da Vinci introduceert een nieuwe operatiepraktijk die vraagt om een zorgvuldige nieuwe inschatting van risico's en calamiteiten.. Ook het feit dat robotica vaak mogelijkheden creëert om op afstand zorg te verlenen, zorgt ervoor dat de bestaande praktijk sterk verandert en dat zelfs geheel nieuwe praktijken van zorg kunnen ontstaan.

We constateren ook dat verantwoordelijkheden verschuiven door de inzet van robots. In het geval van de Lokomat verschuift de rol van de therapeut van fysieke begeleider naar adviseur en ondersteuner. Tevens verdwijnt daarmee een groot deel van het fysieke contact tussen therapeut en patiënt. Door het gebruik van de Da Vinci telemanipulator wordt de chirurg ruimtelijk gescheiden van zijn patiënt en de rest van zijn operatieteam. Daardoor verschuiven de taken en verantwoordelijkheden binnen het operatieteam: de Da Vinci heeft de instrumenten in handen en staat nu aan de operatietafel samen met de rest van het operatieteam. De chirurg zit verder op in de operatiekamer om de telemanipulator te bedienen. Dit betekent dat het operatieteam bij calamiteiten het dichtsbij de operatiegebied is en moet ingrijpen. In het bovengenoemde voorbeeld bevindt de chirurg zich nog in dezelfde ruimte als de patiënt en de rest van het operatieteam. De Da Vinci maakt het echter ook mogelijk dat de chirurg zich totaal ergens anders bevindt, zelfs in een ander land. Zo'n grensoverschrijdende tele-operatiepraktijk brengt tal van lastige juridische en ethische vragen met zich mee.

Robotica maakt ook tele-zorg, inclusief revalidatie, mogelijk. Dit past goed binnen de trend van decentralisering van de zorg. Hierbij verschuiven verantwoordelijkheden van de zorgprofessional naar de zorgontvanger. De zorg verplaatst zich daarbij buiten de muren van een zorginstelling, waarmee ook de verantwoordelijkheden buiten de instituties komen te liggen. De patiënt wordt daarmee deels verantwoordelijk voor zijn eigen zorg of revalidatieproces. Hierboven noemden we drie maatschappelijk kwesties die bij de ontwikkeling van tele-zorgpraktijken steeds in acht genomen dienen te worden: belang van menselijk contact, privacy en bewegingsvrijheid. We sluiten ons aan bij het advies van Sharkey en Sharkey (2010) die stellen dat bij het gebruik van dergelijke telerobotzorg steeds een goede balans gezocht moet worden tussen het verhogen van de kwaliteit van leven (doordat ouderen langer thuis kunnen blijven wonen) en het beschermen van de individuele rechten van mensen en hun fysieke en mentale welzijn.

Zorgen sociale robots voor mensen?

De experimentele introductie van het therapeutisch zeehondje Paro maakt tal van discussies los over de essentie van de zorg. Het onderscheid dat de filosoof Jan Vorstenbosch (2005) maakt tussen

'zorgen dat' en 'zorgen voor' kan dat verhelderen. 'Zorgen dat' verwijst naar een doelgerichte instrumentele handeling. Bijvoorbeeld de handeling waarbij een verpleger zorgt dat de patiënt om negen uur 's ochtends zijn pillen krijgt. Bij 'zorgen voor' staat echter het welzijn van diegene die verzorgd wordt centraal. Zorgen heeft een intrinsieke en relationele waarde waarbij het geven van warmte en aandacht centraal staat. Een belangrijke vraag is nu of sociale robots zoals Paro kunnen zorgen voor mensen of dat deze high-tech alleen maar ingezet kan worden om te zorgen dat er iets gebeurt?

Het doel is dat ouderen en kinderen met Paro gaan spelen en knuffelen, waardoor ze minder stress ervaren en hun welzijn verbetert tijdens het verblijf in het ziekenhuis of verpleegtehuis. Een eerste vraag is of een dergelijke sociale robot op die manier werkt. De tekenen lijken inderdaad te bevestigen dat Paro het welzijn van de patiënt verhoogd. Er is echter duidelijk meer psychologisch onderzoek nodig om deze eerste resultaten te bevestigen of te ondermijnen. Een tweede vraag is of de inzet van Paro niet ten koste gaat van menselijke interactie en menselijke zorg. Ook deze vraag is nog onvoldoende onderzocht. Het is echter niet uitgesloten dat Paro als een soort intermediair het contact met andere patiënten en verplegers bevordert. Een derde vraag is of het digitaal simuleren van sociale interactie tussen oudere patiënten en Paro geen vorm is van bedrog en zo haaks staat op het respect voor mensen. Paro is zeker een vorm van bedrog, maar de echte vraag is: gaat het hier om een leugentje om bestwil of niet? Interessant genoeg lijkt Paro er voor te 'zorgen dat' patiënten zorgzaam gedrag vertonen. Ze gaan zodoende 'zorgen voor' de sociale robot. Het robotzeehondje Paro lijkt daarmee te beantwoorden aan de behoefte van ouderen zorg te dragen voor anderen. Met het verbieden van huisdieren in veel verzorgingstehuizen vult Paro een onbeantwoorde behoefte op. We hebben echter laten zien dat ook alternatieve oplossingen, zoals zorgboerderijen, tot hetzelfde effect kunnen leiden.

De introductie van sociale robots in de zorg zet zodoende de vraag op scherp in hoeverre er binnen de huidige en toekomstige zorgpraktijk nog wel voldoende aandacht is voor 'zorgen voor' mensen. Het concept 'zorgen voor' waarbij warmte en aandacht de boventoon voeren lijkt te wringen met politieke roep om een betaalbare en efficiënte zorg. In de hedendaagse zorg lijkt 'zorgen voor' patiënten steeds meer onder druk te komen. Maar ook voor de behoeften van patiënten om te 'zorgen voor' anderen lijkt binnen de huidige zorgpraktijk te weinig ruimte. Het wordt dan ook hoog tijd dat Vorstenbosch's visie op zorg als een intrinsiek waardevolle praktijk een centrale rol gaat spelen in het politieke debat over de toekomst van de zorg en de rol van robots daarbinnen.

Referenties

3TU (2009). *Joining forces to shape the future. 3TU. Research highlights*. Eindhoven: Lecturis

3TU (2010). Dutchrobotics. Mission statement. <http://www.dutchrobocup.com/node/13> (16 maart 2010).

Akrich, M. (1992) The de-scription of technical objects. In Bijker, W. and Law, J. (eds) *Shaping Technology – Building Society: Studies in Sociotechnical Change*. Cambridge, Massachusetts, and London: MIT Press.

Asveld, I. en Besters, M. (2009). *Medische technologie: ook geschikt voor thuisgebruik*. Rathenau Instituut: Den Haag

Bemelmans R., Gelderblom G., Jonker P., en Witte de L. (2010). The potential of Socially Assistive Robotics in care for Elderly, a systematic review. Conference proceedings, 3rd International Conference on Human-Robot Personal Relationships (HRPR 2010), Leiden University's Institute of Advanced Computer Science, 23-24 juni 2010. Springer LNICST series, Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering.

Berg Jeths A van den, Timmermans J, Hoeymans N en Woittiez I. (2004). *Ouderen nu en in de toekomst: gezondheid, verpleging en verzorging 2000-2020*. RIVM-rapport nr. 270502001. Bilthoven/Den Haag: RIVM/SCP

- Blokstra A, Verschuren WMM (eds) (2007). *Vergrijzing en toekomstige ziektelast. Prognose chronische ziektenprevalentie 2005-2025*. RIVM rapport 260401004/2007
- Bolt, A. (2010). Thuis oefenen onder begeleiding. Revalideren op afstand. In: *Revalidatiemagazine* 16(2), juni 2010, pp.8-9
- Breazeal, C., Takanishi, A. en Kobayashi, T. (2008). Social Robots that interact with People. In: Siciliano, B. en Khatib, O. (2008). *Handbook of Robotics*. Berlin - Heidelberg: Springer – Verlag. pp. 1349-1369
- Broekhuisen, T. (2008). Mens en machine groeien dichter naar elkaar toe. Microtechnologie ontwikkelt zich razendsnel. In: *Metro, woensdag 27 augustus 2008*, p.6
- Butter, M. et.al. (2008). *Robotics for healthcare. Final report*. European Commission, DG Information Society
- Castellini, C. en Smagt, P. van der (2009). Surface EMG in advanced hand prosthetics. In: *Biological Cybernetics* (100), pp.35–47
- Cordia, A. en Soede, M. (2008). Technologische innovatieprocessen in de productontwikkeling. In: *Langdurende zorg en technologie*. Den Haag: Lemma Uitgevers, pp.31-45
- CVZ (2010). Hulpmiddelenzorg. Bron: <http://www.cvz.nl/zorgpakket/zvw-kompas/hulpmiddelenzorg/hulpmiddelenzorg.html> (Bekeken 4 augustus 2010)
- Decker, M. (2008). Caregiving robots and ethical reflection: the perspective of interdisciplinary technology assessment. In: *AI & Soc* (22), pp. 315–330
- Engelenburg, H. (2009). Frankenstein is nog ver weg. In: *Het Financieel Dagblad*, zaterdag 9 mei 2009, p.21
- Fischman, J. (2010). De bionische mens. In: *National Geographic, Nederland België (januari 2010)*, pp.44-63
- Fontani, P. (2009). De kopieën komen. In: *Quest*(11), november 2009, pp. 23-27
- Graf, B. en Staab, H (2009). Service robots and Automation for the Disabled/Limited. In: Siciliano, B. en Khatib, O. (2009). *Springer Handbook of Automation. Part I*. Berlin - Heidelberg: Springer – Verlag. pp. 1485-1502
- Hassink, J, Elings, M., Zweekhorst, M., Nieuwenhuizen, N. van den en Smit, A. (2010). Care farms in the Netherlands: Attractive empowerment-oriented and strengths-based practices in the community. In: *Health & Place* 16 (2010), pp. 423–430
- Heemskerk J, van Gemert W.G., de Vries J., Greve J., en Bouvy N.D. (2007). Learning curves of robot-assisted laparoscopic surgery compared with conventional laparoscopic surgery: an experimental study evaluating skill acquisition of robot-assisted laparoscopic tasks compared with conventional laparoscopic tasks in inexperienced users. In: *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 17(3), pp.171-174.
- Hermens, H.J. en Vollenbroek-Hutten, M. (2008). Towards remote monitoring and remotely supervised training. In: *Journal of Electromyography and Kinesiology* 18 (2008), pp.908–919
- Hidler, J.M. en Wall, A.E. (2005). Alterations in muscle activation patterns during robotic-assisted walking In: *Clinical Biomechanics* 20(2005), pp.184–193
- Hocoma (2009a). *Technical Data Lokomat® System*. Hocoma AG, TECH_LS_0806_en.doc

Hocoma (2009b). Lokomat®. Enhanced Functional Locomotion Therapy with Augmented Feedback. Hocoma AG, CH-LS-1003 EN

Inoue, K. Wada, K. en Ito, Y. (2008). Effective Application of Paro: Seal Type Robots for Disabled People in According to Ideas of Occupational Therapists. In: K. Miesenberger et al. (Eds.): ICCHP 2008, LNCS 5105, pp. 1321–1324

Inspectie voor de Gezondheidszorg (2007). *Risico's minimaal invasieve chirurgie onderschat. Kwaliteitssysteem voor laparoscopische operaties ontbreekt*. Inspectierapport 31200 XVI, nr. 89. Bron: <http://www.google.nl/search?q=Risico%27s+minimaal+invasieve+chirurgie+onderschat.+Kwaliteitssysteem+voor+laparoscopische+operaties+ontbreekt&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:nl:official&client=firefox-a>

Inspectie voor de Gezondheidszorg (2010). *Onvoldoende zorgvuldigheid bij introductie van operatierobots*. Bron: http://www.igz.nl/zoeken/download.aspx?download=Onvoldoende_zorgvuldigheid_bij_introductie_operatierobots.pdf

Intuitive Surgical (2005). *Company backgrounder*. PN 871072 Rev. E 06/10. Bron: http://www.intuitivesurgical.com/corporate/newsroom/mediakit/ISI_Company_Backgrounder_871072_Rev_E.pdf Bekeken: 267-07-2010)

Japundit (2008) Denmark to introduce Japanese therapeutic robot Paro+. - www.breitbart.com (20 November 2008) Bron: http://www.breitbart.com/article.php?id=D94IJ0V00&show_article=1

Lau, Y.Y., Hof, C van 't, . en Est, R. van (2009) *Beyond the Surface. An exploration in Healthcare Robotics in Japan*. Den Haag: Rathenau Instituut

Loos, M.H.F. van der, en Reinkensmeyer, D. J. (2008). Rehabilitation and Health Care Robotics. In: Siciliano, B. en Khatib, O. (2008). *Handbook of Robotics*. Berlin - Heidelberg: Springer – Verlag, pp.1223-1246

Medisch Contact (2003). Robotchirurg nuttig maar duur. In: *Medisch Contact (48)*, 3 december 2003

Merode, van G.G. (2002). *Planning en reactie in zorglogistiek*. Openbare Rede bij de Aanvaarding van het Ambt van Bijzonder Hoogleraar Logistiek en Operationeel Management in de Zorg. Universiteit Maastricht, 19 april 2002

Montemerlo, M., Pineau, P., Roy, N., Thrun, S., and Verma, V. (2002). Experiences with a Mobile Robotic Guide for the Elderly. Proceedings of the AAAI National Conference on Artificial Intelligence.

Nagenborg, M. et al (2009) Ethical regulations on robotics in Europe. *AI & Society* 22(3), pp. 349-366.

Nellen, M (2009) Medische robot uit Silicon Valley In: *Robotica R&D in de koploperslanden*. Den Haag,: TWA Netwerk oktober 2009,

NVEC. (2009). *Minimaal invasieve chirurgie. Plan van aanpak en beleid*. Bron: <http://www.nvec.nl/download/files/?4674B79E421844F7A56A8E7831F70329>

Oudshoorn, N. (2008) Diagnosis at a distance: the invisible work of patients and healthcare professionals in cardiac telemonitoring technology. *Sociology of Health & Illness*, 30 (2). pp. 272-288

Plas, A. van der, Smits, M. en Wehrman, C. (2010). Beyond speculative robot ethics: a vision assessment study on the future of the robotic caretaker. In: *Accountability in Research Policies and Quality Assurance* Vol 17(6), pp ...

Revalidatie Nederland (2010). Wat is revalidatie? Bron: http://www.revalidatie.nl/revalideren/wat_is_revalidatie. (6 augustus 2010)

Righton, N. (2008). Een robot in elk huis. In: *De Volkskrant, Voorkant*, 27 oktober 2008, p.9

Schatte Olivier, van der R. H., Hullenaar, van 't C. D. P., Ruurda, J. P. en Broeders, I. A. M. J. (2009) Ergonomics, user comfort, and performance in standard and robot-assisted laparoscopic surgery. In: *Surg Endosc* (23), pp.1365–1371

Sharkey, A en Sharkey, N (2010). Granny and the robots: ethical issues in robot care for the elderly. In: *Ethics and Information Technology*. Published online: 3 juli 2010

Sharkey, N. (2008). The Ethical Frontiers of Robotics. In: *Science*, vol. 322, 19 december 2008, pp. 1800-1801

SER (2008). *Langdurige zorg verzekerd: Over de toekomst van de AWBZ*. Publicatienummer 3, 18 april 2008. Den Haag: SER

Spreeuwenberg, C. (2008). De Nederlandse gezondheidszorg in ontwikkeling. In: *Langdurende zorg en technologie*. Den Haag: Lemma Uitgevers, pp.31-45

Steen, M. van der (2009). Een sterk verhaal. Een analyse van het discours over vergrijzing. Den Haag: Boom Uitgevers

Van Est, R., P. Klaassen, M. Schuijff, M. Smits (2009). *Mens van de toekomst – mens zonder toekomst. Mensverbetering in cultureel, politiek en technologisch perspectief*. Den Haag: Rathenau Instituut.

Vanheste, T. (2007). Interview David Levy over robotliefde. Beter dan hoeren en huisdieren. In: *Vrij Nederland* (42), jaargang 68, 20 oktober 2007, pp. 37-39

Voorham, T (2008). De positie van de eerste lijn in de zorg. In: *Langdurende zorg en technologie*. Den Haag: Lemma Uitgevers, pp.65-73

Voorham, T en Rosendal, H. (2008). Chronisch zieken: aantallen ziektelast. In: *Langdurende zorg en technologie*. Den Haag: Lemma Uitgevers, pp. 47-63

Vorstenbosch, J. (2005). *Zorg: Een filosofische analyse*. Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds.

Vorstenbosch, J. (2009). *Hoe maakt u het? Technologie in een veranderende gezondheidszorg. Over dossiers, robots en tests in de zorg*. Den Haag: ZonMw

Wada, K., Shibata, T., Saito, T. en Tanie, K. (2006). Robot assisted activity at a health service facility for the aged for ten weeks: an interim report of a long-term experiment. In: *Proceedings IMechE Vol. 220 Part I: J. Systems and Control Engineering*, pp. 709-715

Weijers, T. (2008). Domotica en hun gebruikers. In: *Langdurende zorg en technologie*. Den Haag: Lemma Uitgevers, pp. 281-284

Wit, L. de (2003). Vierarmige operatierobot voor ontwikkeling endoscopische chirurgie. In: *Select* (47), pp.3-5

Gregor Wolbring (2006) The unenhanced underclass. In: *Better Humans. The politics of human enhancement and life extension*. London: Demos, pp.122-128

Witte, L. de (2008). *Technologie, mij(')n zorg! Over langdurige zorg, technologie en innovatie*. Inaugurale rede, 20 juni 2008, bijzonder hoogleraar Technologie in de Zorg, Faculty Health, Medicine and Life Sciences, Universiteit Maastricht

Interviews

- Edwin van Asseldonk, post-doc biomedische werktuigbouwkunde, Universiteit Twente. 12 februari 2009. Universiteit Twente, Enschede. Interviewer: Floortje Daemen
- H.J.M. Cools, verpleeghuisarts, medisch directeur Stichting Zorginstellingen Pieter van Foreest en Hoogleraar Verpleeghuiskunde aan het LUMC. 27 februari 2009. LUMC, Leiden. Interviewers: Floortje Daemen en Remke Klapwijk
- Thomas Voncken, beleidsadviseur van Raad van Bestuur Orbisch Medisch Centrum. 29 mei 2009. Orbis Medisch Centrum, Sittard. Interviewer: Floortje Daemen
- Luc de Witte en Mathijs Soede, lectoren aan de Hogeschool Zuyd, Lectoraat “Technologie in de Zorg”. Vrijdag 29 mei 2009. Hoge School Zuyd, Heerlen. Interview: Floortje Daemen
- Just Herder, associate professor, Delft University of Technology (TU Delft), Faculty of Mechanical, Maritime, and Materials Engineering (3mE), Department of Biomechanical Engineering (BMechE). 3 juni 2009. Delft University of Technology. Delft. Interviewer: Floortje Daemen
- Marcel Timme, directeur Vereniging Spierziekten Nederland. 5 juni 2009. Vereniging Spierziekten Nederland, Baarn. Interviewer: Floortje Daemen
- Anton Nijholt, Professor Computer Science bij de Universiteit van Twente en coördinator van de onderzoeksgroep Human Media Interaction. 10 juli 2009. Universiteit Twente, Enschede. Interviewers: Floortje Daemen en Arjanna van der Plas
- Dennis Reidsma, PhD Human Media Interaction. 10 juli 2009. Universiteit Twente, Enschede. Interviewers: Floortje Daemen en Arjanna van der Plas
- Dirk Heylen en Betsy van Dijk, Onderzoekers project SERA - Human Media Interaction UT. 10 juli 2009. Universiteit Twente, Enschede. Interviewers: Floortje Daemen en Arjanna van der Plas
- Ben Schouten, lector Serious Game Design en Ambient Intelligence & Design, Fontys Hogescholen (en gedeeltelijk Antoine van Dinten, PhD Fontys Hogescholen en verbonden aan de Technische Universiteit Eindhoven). 7 oktober 2009. Fontys Hogescholen, Eindhoven. Interviewers: Arjanna van der Plas en Floortje Daemen
- Stefano Stramigioli, hoofd van de Control Engineering Group, faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica, Universiteit Twente, en Raffaella Carloni, post-doc Control Engineering, faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica, Universiteit Twente. 8 oktober 2009. Universiteit Twente, Enschede. Interviewers: Arjanna van der Plas en Floortje Daemen
- Maurits Butter, Senior beleidsadviseur TNO Information and Communication Technology en Manager TNO onderzoeksprogramma Changing Innovation. 16 oktober 2009. TNO, Delft. Interviewers: Arjanna van der Plas en Floortje Daemen
- Maarten Steinbuch, professor in Systems and Control, hoofd Control Systems Technology group van de Mechanical Engineering Department, Technische Universiteit Eindhoven. 11 november 2009 Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.. Interviewers: Arjanna van der Plas en Floortje Daemen
- Linda van Bedem. Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven. 11 november 2009. Interviewers: Arjanna van der Plas en Floortje Daemen
- Nicole Bouvy, chirurg Academisch Ziekenhuis Maastricht. 20 november 2009. Academisch Ziekenhuis Maastricht, Maastricht. 20 november 2009. Interviewer: Floortje Daemen
- Tom Tuytten, Uroloog, Academisch Ziekenhuis Maastricht. 20 november 2009. Academisch Ziekenhuis Maastricht, Maastricht. 20 november 2009. Interviewer: Floortje Daemen