

Philip J. Idenburg en Sjoerd Emonts

Zorg Enablers 2019

Technologische ontwikkelingen in de gezondheidszorg

Copyright © 2019 BeBright

Auteurs: Philip J. Idenburg en Sjoerd Emonts

Grafische vormgeving: Michèle Duquesnoy, www.mich-ele.nl

Druk- en bindwerk: Quality Dots, Zeewolde

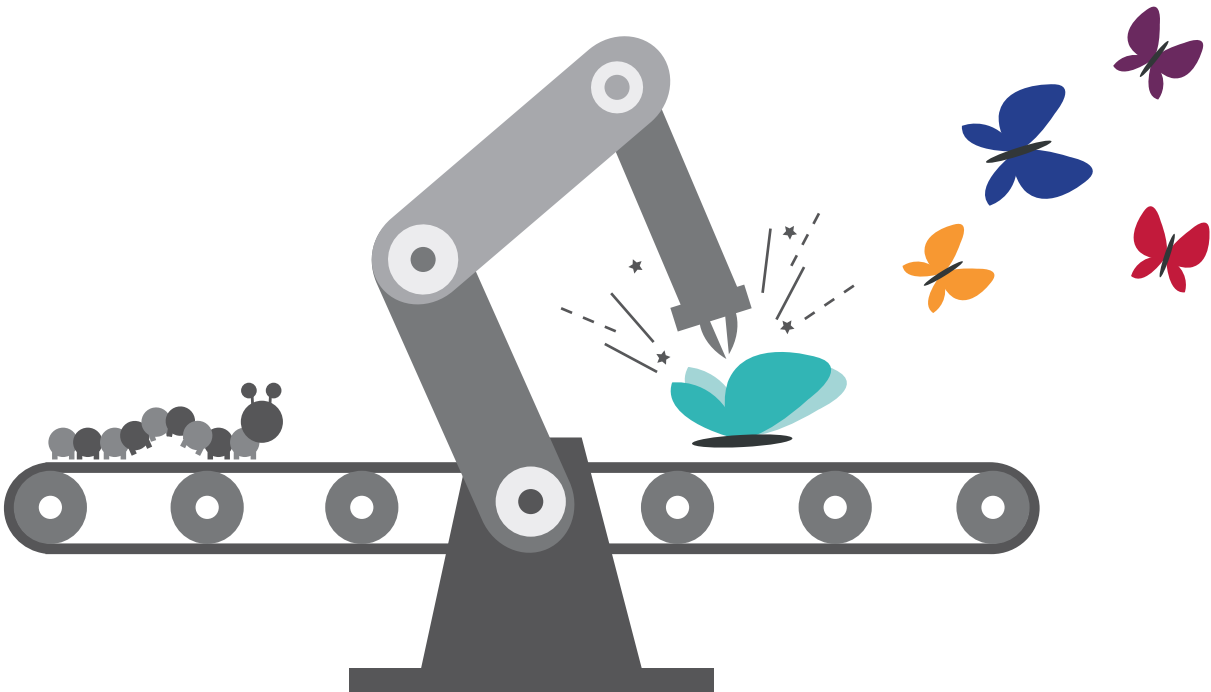
Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd in enige vorm of op enige wijze zonder schriftelijke toestemming van de auteurs met uitzondering van korte citaten als onderdeel van kritieken en boekbesprekingen.

De voorbeelden van technologische innovaties die worden gebruikt in deze publicatie zijn goedgekeurd door de rechthebbenden of er is getracht om de rechthebbende te bereiken. Zij die desondanks menen aanspraak te kunnen maken op deze rechten, kunnen zich tot BeBright wenden.

info@zorgenablers.nl

www.zorgenablers.nl

Tech·no·lo·gie – “wetenschap van het ambacht”, van Grieks τεχνολογια < τεχνη: “(individueel) vakmanschap” + λογος: “theorie, systematische kennis, betekenis” – systematische toepassing van natuurwetenschap of andere georganiseerde kennis voor praktische doeleinden





Voorwoord

U heeft de derde editie van Zorg Enablers in handen. Hierin geven we opnieuw ons jaarlijkse overzicht van het overweldigende aanbod van nieuwe zorgtechnologie. Technologie alleen biedt niet de oplossing voor de uitdagingen waar we als Westerse gezondheidszorg voor staan. Het is wel een *enabler* die kan bijdragen aan de kwaliteit, betaalbaarheid en daarmee toegankelijkheid van de zorg, nu en in de toekomst.

Onze drijfveer achter deze publicatie is het versterken van het innovatievermogen van zorgprofessionals en zorgorganisaties. Een eerste stap daarin is het vergroten van de kennis over de technische mogelijkheden die zich aandienen. Daarom maken we jaarlijks een onafhankelijke selectie van die technologieën die in onze ogen een grote toegevoegde waarde (kunnen) hebben voor de vernieuwing, (ervaren & medische) kwaliteit en doelmatigheid van de gezondheidszorg.

Wij zoomen in deze editie in op het zorgproces waarbinnen een technologie haar toegevoegde waarde levert. We presenteren van een aantal voorbeelden het gehele traject tot en met de realisatie. Ook geven wederom een aantal zorginnovatie-experts met verschillende rollen in de zorg hun visie met betrekking tot de toekomst van de zorg en de rol van technologie.

Onze ambities reiken verder dan deze jaarlijkse publicatie. We werken hard aan het creëren van een (virtueel) ecosysteem voor het versterken van de zorginnovatie en -transformatie. Een ecosysteem waarbinnen (internationale) *best-practices* op het gebied van innovatie in Life Sciences & Health ‘samenkomen’ en uitgewisseld worden. Met als doel hoogwaardige kennis en inzichten delen en van elkaar leren. Zo bouwen we aan een digitaal platform, waar we het hele jaar door onze bevindingen en inzichten met u delen en u deze kunt aanvullen. We geven masterclasses op het gebied van innovatiemanagement en organiseren het *Zorgtransformatie jaarcongres*, dat als start van de *Dutch Health Week* dient. Dit congres brengt grensverleggers uit de zorg bij elkaar om van gedachten te wisselen over de vraag hoe we transformatie in de zorg kunnen versnellen. Daarnaast biedt de *Health Catch UP* alle partijen de mogelijkheid om hun ervaring met innovatieve zorgconcepten te demonstreren en om kennis en ervaring van ontwikkeling tot en met de implementatie te delen: van gevestigde zorgaanbieders

tot nieuwe zorgconcepten, van patiënten(vertegenwoordigers) tot zorgverleners, en van financiers van zorginnovatie tot technologie-leveranciers. Tot slot vormt het *Hubbles Zorgtransformatie Lab* een voedingsbodem en stimulans voor organisaties met een innovatie- en transformatieuitdaging. Zo bundelen we kennis, kunde en kapitaal, brengen we innovaties tot wasdom en dragen we samen bij aan de zorgtransformatie.

De inhoud is tot stand gekomen dankzij de hulp van vele gedreven zorgvernieuwers. Speciale dank gaat uit naar Esther Talboom-Kamp, Geert Jan den Hengst, Greet Prins, Hans-Peter Brunner-La Rocca, Hubert Prins, Jan Jager, Jorick Kamphof, Josiane Boyne, Jurriaan van Rijswijk, Niels Chavannes, Piret Hirv, Randall Moore, Sanneke Langendoen, Wouter Leclercq, Wouter van Solinge en Xenia Kuijper. Daarnaast dragen onze partners bij aan onze ambitie om de verzamelde kennis zo breed mogelijk te verspreiden. We bedanken ook onze collega's van BeBright voor de geweldige steun bij het verzamelen en selecteren van alle zorginnovaties in onze innovatiedatabase. Een enorme klus om dagelijks alle informatie over zorginnovatie uit de hele wereld te volgen. Speciale dank gaat uit naar Floris Dankkaart die dit jaar een belangrijk deel van het onderzoek voor zijn rekening nam.

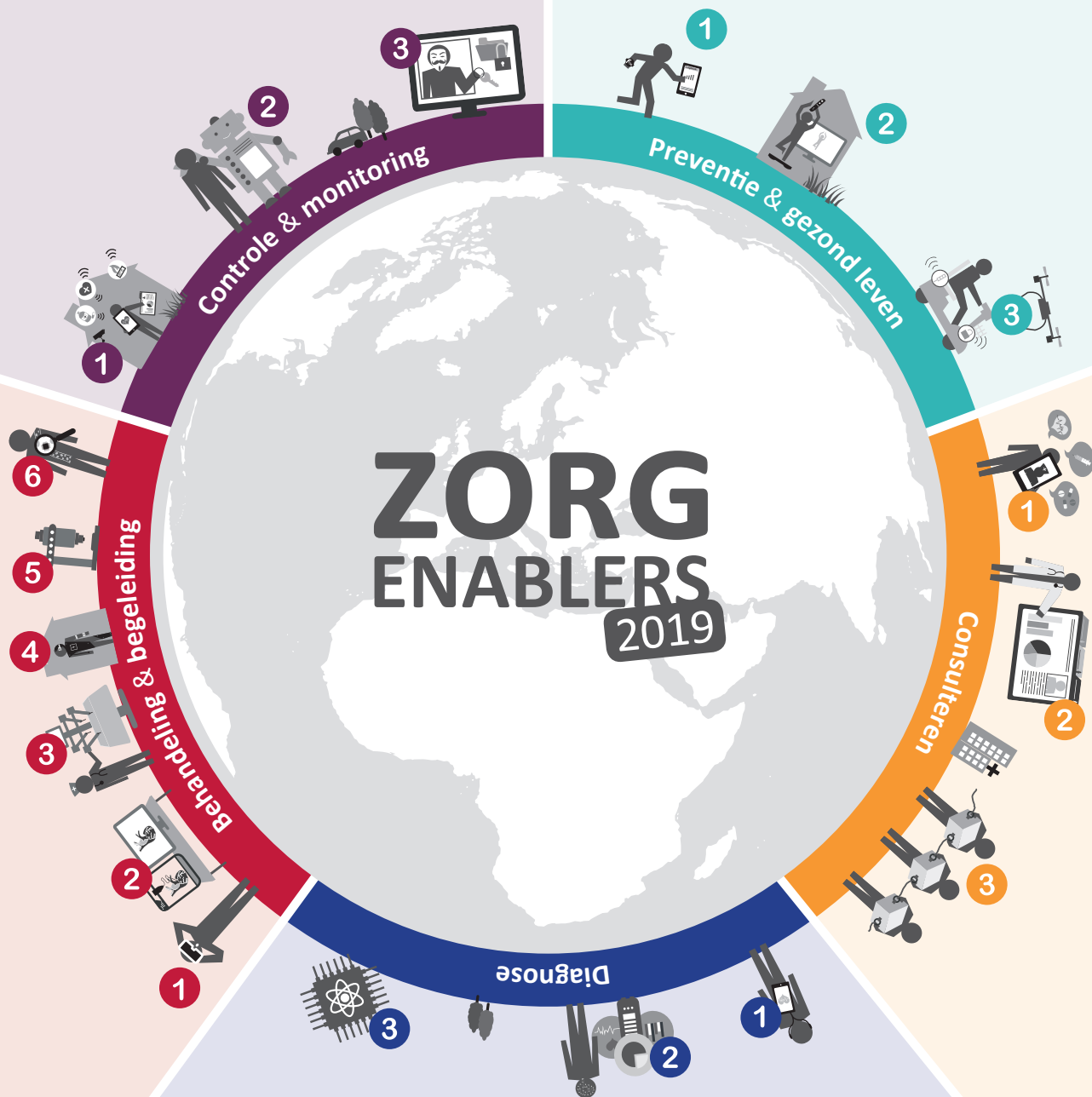
We wensen u inspiratie en leesplezier. Laat de technologieën en voorbeelden in *Zorg Enablers 2019* u inspireren om uw organisatie succesvol te vernieuwen. Wij weten als geen ander hoe moeizaam zorginnovatie soms is. De complexiteit van ons zorgsysteem en daarmee van zorginnovatie is soms zo groot dat menig innovator dreigt vast te lopen en de moed verliest. We hopen dat de voorbeelden van succesvolle zorginnovatie u hoop en vertrouwen geven om door te zetten! We verheugen ons op de dialoog en nodigen u van harte uit uw inspiratie, voorbeelden en ervaringen met zorginnovatie met ons te delen via www.zorgenablers.nl.



Philip J. Idenburg



Sjoerd Emonts





Inhoudsopgave

Voorwoord	05
Inleiding	08

ZORGFASE 1

Preventie & Gezond leven

1 Holistic Tracking	13
2 Serious Gaming	15
3 Advanced Mobility	17

ZORGFASE 2

Consulteren

1 Remote Consultation	22
2 Health Information Systems	24
3 Blockchain	26

ZORGFASE 3

Diagnose

1 DIY Diagnostics	31
2 Smart Analytics	35
3 Quantum Computing	39

ZORGFASE 4

Behandeling & Begeleiding

1 Digital Reality	44
2 Printing Procedures	46
3 Robotic Operations	48
4 Bionics	50
5 Advanced Therapeutics ..	52
6 Nanotech	54

ZORGFASE 5

Controle & Monitoring

1 Remote Monitoring	59
2 Robotic Care	61
3 Cyber Security	63

Columns

Geert Jan den Hengst	10
Niels Chavannes	19
Piret Hirv	28
Esther Talboom-Kamp	33
Wouter van Solinge	41
Randall Moore	56
Sanneke Langendoen	65

Verder

Wat speelt er nog meer?	67
Conclusie: waar gaan we heen?	72
Conclusie: zelf aan de slag!	74
Ons team	78
Over de auteurs	79
Noten	80

Inleiding

Technologie als enabler voor zorgtransformatie

De ontwikkeling van nieuwe technologie raast onverminderd voort. Dit wordt extra gestimuleerd door digitalisering, robotisering en de grote druk om ondanks toenemende en complexere zorgvraag de zorg betaalbaar te houden. De Westerse gezondheidszorg staat voor grote uitdagingen en de veranderende maatschappelijke context en zorgbehoeftes vragen om innovatie, nieuw zorgaanbod en oplossingen¹.

Technologische oplossingen helpen zorgverleners en patiënten op een andere manier te werken en maken meer zelfzorg mogelijk. Zo worden informele en formele zorg nauwer verweven. Verschillende oplossingen ondersteunen nu al de participatie van patiënt, familie en mantelzorgers in het zorgproces. Zij zijn hierdoor beter voorbereid en in staat mee te beslissen over behandeling en verzorging. Het betekent ook een persoonlijke aanpak. De *one-size-fits-all* insteek verschuift naar een individuele benadering. De patiënt ontvangt direct de meest geschikte behandeling. Door alle verzamelde informatie is beter te voorspellen welke mensen verhoogde kans hebben op een bepaalde aandoening of hoe zij reageren op een behandeling. Maar kunnen we ook beter voorspellen wanneer het wenselijk is om een behandeling bij te sturen in plaats van te wachten tot er een directe noodzaak is. Databases en kunstmatige intelligentie zijn het fundament voor onderzoek naar bijvoorbeeld zeldzame ziektes, ziekteontwikkeling en het bepalen van optimale behandeling. Ook preventie krijgt een grotere rol en maakt grotere bewustwording en gedragsverandering mogelijk. Heel langzaam zien we een groeiend bewustzijn dat de Westerse gezondheidszorg zich moet transformeren van een systeem dat focust op ziekte en zorg naar een systeem dat de nadruk legt op gezondheid en gedrag.

Zorgtechnologie is hierbij een *enabler*.

De vraag is welke technologie de zorg van vandaag en morgen gaat veranderen. De mogelijkheden zijn namelijk ontelbaar. Met 'Zorg Enablers 2019' zetten we opnieuw de belangrijkste technologische ontwikkelingen op een rij. Technologieën die in verschillende fases van het zorgproces een plek krijgen. Ons overzicht is niet uitputtend. Wel verwachten wij dat juist deze technologieën de toekomst van de zorg beïnvloeden en een bijdrage leveren aan de *quadruple aim*². Een belangrijk criterium dat wij gehanteerd hebben is dat een technologie zinvol moet bijdragen aan toekomstbestendige gezondheidszorg. Zorg die betaalbaar, toegankelijk en van hoge kwaliteit is zowel qua uitkomst van de zorg als in de ervaring van de patiënt/cliënt. Zo willen wij bestuurders, zorgprofessionals en patiënten(vertegenwoordigers) inzicht geven in de technologische mogelijkheden die de zorg werkelijk verder kunnen helpen. Het is belangrijk gebruik te maken van de kennis en ervaring van succesvol toegepaste innovaties en niet steeds zelf het wiel uit te vinden.

Dit wil nog niet zeggen dat de implementatie van nieuwe technologieën snel genoeg gaat. Ook de wijze waarop de zorgprofessional of organisatie de zorgprocessen aanpast, bepaalt het succes. We zijn op zoek gegaan naar (inter)nationale voorbeelden waar technologie succesvol wordt ingezet. Het scheppen van de juiste randvoorwaarden blijkt essentieel voor succesvolle implementatie. Iedereen heeft unieke behoeftes en eisen aan technologie. Voor een patiënt/cliënt of mantelzorger zijn deze anders dan voor een zorgprofessional of onderzoeker. De columns in deze publicatie illustreren deze verschillende perspectieven.

Mini-leeswijzer

De technologische bewegingen zijn ingedeeld in de volgende zorgfases uit de ZorgwaardeCyclus:

1. **Preventie & Gezond leven**
2. **Consuleren**
3. **Diagnose**
4. **Behandeling & Begeleiding**
5. **Controle & Monitoring**

Deze indeling geeft structuur, maar de meeste technologieën kunnen toegepast worden in meerdere zorgfases.

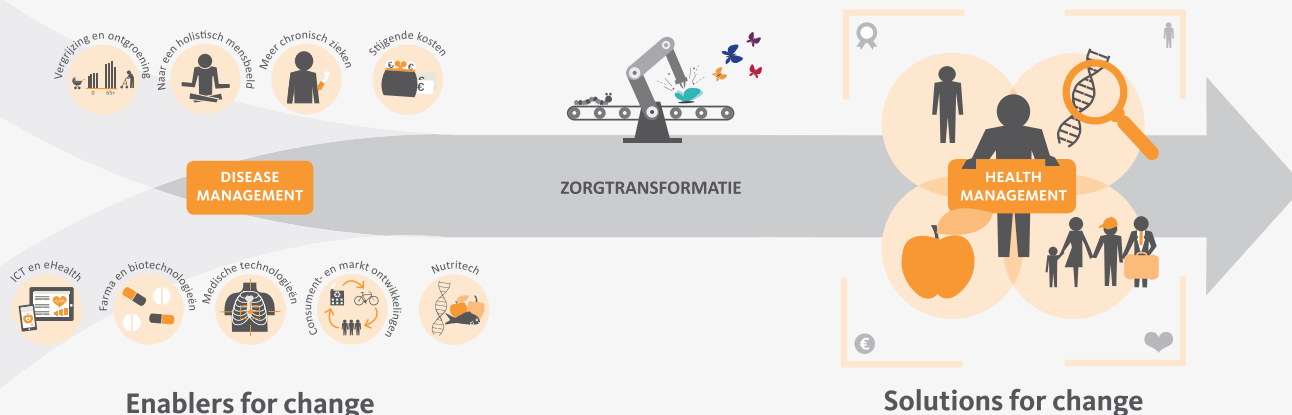
De volgende iconen tonen hoe een innovatie bijdraagt aan de quadruple aim:

-  Verbeterde patiëntervaring
-  Verbeterde toegankelijkheid en populatiegezondheid
-  Verminderde zorg- en ondersteuningskosten
-  Verbeterd welzijn van zorgverleners

Legenda

-  Definitie
-  Toepassingen en voordelen
-  Markt
-  Drijvende factoren
-  Risico's en uitdagingen
-  Conclusie

Need for change



Need for change

In Diagnose Transformatie¹ beschreven we al de 12 belangrijkste maatschappelijke trends die invloed zullen hebben op de toekomst van de zorg. Deze trends geven de noodzaak aan voor verandering en transformatie in de gezondheidszorg.



**Geert Jan den Hengst**

Geert Jan den Hengst (25 mei 1970) woont in Zwolle en heeft MS, een chronische ziekte van het centrale zenuwstelsel. Hij kan in zijn Fokuswoning zelfstandig wonen met 24 uur per dag zorg-op-afroep. Hij is als ervaringsdeskundige actief bij Stichting Ikone, MEE en Toegankelijk Zwolle. Hij onderneemt de nodige sociale en culturele activiteiten. Schrijven is zijn passie!

Dat ik nou niet bepaald een durfal was en weinig initiatief toonde, dat wist ik wel. Dan heb ik het met name over het gebruik van technologie. Laat staan vernieuwende, met de tijd meegaande technologie. Ook toen computers in de burgermaatschappij begonnen te integreren, bleef ik achteraan in de rij staan. Echter, enig probleem was dat nooit. Zeker niet voor mijzelf. Ik had immers weer andere kwaliteiten. Neem het realiseren van mijn afstudeerscriptie (Pabo, 1993). Van een bekende mocht ik een digitaal bakbeest lenen. Hij vond, destijds al, dat ik door het gebruik van pen en papier behoorlijk beperkt was. Eenmaal overtuigd van het gemak heb ik toen binnen een jaar zelf ook maar een computer aangeschaft. Al was ik daar trots op, aan belangstelling en lef ontbrak het mij volledig.

Noodgedwongen digitaal

Het waren medische omstandigheden die mij de digitale wereld induwden. Sterker nog, het was mijn ziekte die mij tot een ICT-leerkracht maakte. Een soort van dan. In 1999 kreeg ik de diagnose Multiple Sclerose (MS). Sinds een aantal jaren werkte ik in het voortgezet speciaal onderwijs en ook na de diagnose hield ik het vol, tot ik mij in juni 2003 gewonnen moest geven. En nu? Gelukkig werd mij door mijn directie een nieuwe functie aangeboden. Ik? Met computers? Op mijn manier kan ik er dus over meepraten dat ICT en gezondheid, of eigenlijk moet ik het tegenwoordig hierbij over eHealth hebben, anno nu bijna onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden. Trouwens, het is natuurlijk maar hoe je het bekijkt. Ziek is ziek en daar is niets digitaals aan. Tenzij er robotmensen bestaan.

Hoewel ik aanvankelijk een flinke inhaalslag heb kunnen maken, heb ik de werkelijke, razendsnelle technologische revolutie niet meer kunnen bijbenen. Smartphone, tablet? Heb ik nog nooit in mijn handen gehad. Appen of swipen heb ik ook nog nooit gedaan. Al met al heb ik daar nog vijf jaren gewerkt tot ik volledig arbeidsongeschikt werd. Ondertussen zijn mijn ziekte en ik ruim 10 jaren verder en hebben we ons allebei in een stijgende lijn ontwikkeld. Fysiek gezien kan ik helemaal niks meer, behalve volledig afhankelijk zijn van zorg en elektrische rolstoel. Daarentegen, mentaal voel ik mij sterker dan ooit. Mijn tweede leven noem ik het maar. Door volledige arbeidsongeschiktheid, lichamelijke achteruitgang en een scheiding heb ik mijn leven opnieuw moeten leren leven. Al zeg ik het zelf, dit is mij tot nu toe goed afgegaan. Ik denk dat ik een zinvolle invulling aan mijn bestaan kan geven. Het acceptatieproces van mijn situatie is behoorlijk vordende. Onderwijl stel ik mijzelf de vraag of dit proces überhaupt ooit voltooid zal zijn.

Technologie vormt inmiddels de basis van mijn bestaan

Noodgedwongen moet ik ook steeds meer de technologie toelaten in mijn bestaan. Het beheerst mijn leven, eigenlijk letterlijk. Wat ik in mijn vorige leven nooit had kunnen denken, mijn laptop vormt nu de basis van mijn bestaan, want na het koffiezetapparaat wordt 's ochtends mijn computer als tweede aangezet. Mijn ziel, mijn eigenheid, staat daar uiteraard nog altijd boven, maar de kwaliteit van mijn leven heb ik niet meer volledig zelf een hand. In schrijven heb ik mijn passie gevonden. Middels een spraakherkenningsprogramma vertrouw ik mijn gedachten en creativiteit aan het beeldscherm toe. Maar het is meer. Eigenlijk voor alles gebruik ik tegenwoordig mijn computer. Natuurlijk gaat er niets boven het intermenselijk contact, maar omdat mijn stem het ook steeds meer laat afweten, ben ik vaker aangewezen op de digitale postbode.

Het leven is niet meer vanzelfsprekend. Ook al gaat er niets boven face-to-face, even contact leggen, iemand ontmoeten is voor mij makkelijker gezegd dan gedaan. Ik kan via mijn rolstoel handsfree bellen, maar ik ben steeds moeilijker te verstaan. Daarom is het digitaal contact hebben dé uitkomst voor mij. De microfoon naast mijn computer doet wonderen. Voor het versturen van good-old e-mails, maar ook voor bijvoorbeeld chatten met helpdesks van bijvoorbeeld mijn zorgverzekeraar. Daarnaast maken technologische snufjes in en om mijn woning, zoals elektronische deuren en slimme verlichting, het voor mij mogelijk om te leven zoals ik dat graag zou willen.

Datasets bieden kansen voor efficiëntere zorg

Zelf maak ik graag gebruik van het online patiëntenportaal voor het maken van afspraken bij de huisarts of het bestellen van medicatie. Ook andere informatie over mezelf wordt hierin bijgehouden. Al is het is helaas nog niet altijd mogelijk dat ook anderen de informatie uit het ziekenhuis of aantekeningen van de huisarts of assistente kunnen inzien. In mijn beleving kan er nog slimmer om worden gegaan met dit soort, groeiende, datasets in de gezondheidszorg. Dubbele handelingen kunnen worden voorkomen en samen maken we de zorg zo ook efficiënter. Hierin stel ik goede zorg ook boven eventuele privacyrisico's.

Op de afgelopen jaren terugkijkend zie ik het in mijn leven komen van diverse technologieën zoals het spraakherkenningsprogramma als een zeer belangrijk onderdeel van het gehele acceptatieproces wat ik de afgelopen jaren heb moeten ondergaan. Door de ICT blijf ik mentaal gezond. Dat is toch ook een soort eHealth?

Preventie & gezond leven

Het doel van PREVENTIE is te zorgen dat mensen gezond blijven. Het heeft een universele insteek door gezondheid te verbeteren en te beschermen. Maar kan ook selectief, geïndiceerd of ziekte-gerelateerd zijn door ziekten en complicaties van ziekten te voorkomen of in een zo vroeg mogelijk stadium op te sporen. Preventie wordt geassocieerd met gezondheid bevorderende initiatieven van de overheid,

werkgevers, onderwijs- of zorginstellingen. GEZOND LEVEN verwijst naar het gedrag en de verantwoordelijkheid van het individu zelf. De belangrijkste motivatie om gezonder te gaan leven is dan ook afhankelijk van de confrontatie van het individu met zichzelf. Feiten over de eigen gezondheidstoestand dienen daarvoor als een spiegel.



Binnen deze zorgfase worden de volgende drie technologische bewegingen herkend:

- 1 Holistic Tracking
- 2 Serious Gaming
- 3 Advanced Mobility



Holistic Tracking

An ounce of prevention is worth a pound of cure

Benjamin Franklin

- ★ *Holistic tracking* is een beweging die technologie in het dagelijks leven integreert, waarbij informatie wordt verzameld over de persoonlijke gezondheid. Voorbeelden hiervan zijn biometrische gegevens, zowel fysiek als mentaal, over prestaties, stemming en vitale waarden.
 - ✉ Met behulp van (mobiele) applicaties, *wearables*, *smart textiles* en *implantables* brengen gebruikers hun gezondheid en welbevinden in kaart. Het meten van de gezondheidstoestand stimuleert een gezonde leefstijl. Het creëert bewustzijn over ieders eigen vitaliteit, waardoor mensen in staat worden gesteld weloverwogen keuzes te maken^{1, 2}. Individuen worden zo in staat gesteld hun eigen gezondheid beter te ‘managen’³.
 - 📱 De holistic tracking industrie is nog altijd aan een opmars bezig. Onder andere de (medische) wearables-markt blijft sterk groeien^{4, 5}. Echter, ten opzichte van vorig jaar zijn de verwachtingen lichtelijk bijgesteld. IDC verwacht een groei van ruim 6% in 2018 ten opzichte van 2017 tot een totaal van 122 miljoen verzendingen van wearables in 2018. Eind 2022 wordt dit totaal op ruim 190 miljoen geschat⁶. Dit is dan inmiddels bijna een twintigvoud ten opzichte van 2013, toen we nog aan het begin van het wearables-tijdperk stonden⁷. Er ontstaat nog altijd een grotere diversiteit in aanbieders, en ook kleding- en modemerken wagen zich steeds meer op de wearablesmarkt. Toch zal in 2022 nog bijna de helft van het aantal nieuwe *wearables* bestaan uit smartwatches ten opzichte van een kwart in 2017⁶. *Smart textiles* en *eyewear*, daarentegen, kennen de sterkste stijging tot 2022⁸. Er is ook een verschuiving naar wearables onderhuids: *implantables* of *insideables*^{9, 9-11}. Deze vinden ook reeds hun toepassing in de samenleving, onder andere in de vorm van *smart tattoos* en microchips^{9, 11-13}.
- Ook de wereldwijde marktwaarde van gezondheidsapps zal blijven groeien tussen 2018 en 2023. Het jaar 2018 telde ruim 318.000 verschillende gezondheidsapps, een verdubbeling ten opzichte van 2015, met Android en Apple nog altijd als hofleverancier van de

INTRODUCING

livio™ AI

Livio AI is het eerste hoortoestel met ingebouwde sensors om je gezondheid te monitoren. Alhoewel het primaire doel is om geluiden hoorbaar te maken en het verstaan van spraak te verbeteren, is het hoortoestel tevens in staat om de fysieke en mentale activiteit van de gebruiker te meten. Hiervoor maakt het hoortoestel gebruik van meerdere sensoren. Het hoortoestel heeft hiermee vergelijkbare functionaliteiten als bijvoorbeeld andere activity trackers. Geregistreerde data wordt teruggekoppeld aan een mobiele applicatie. Momenteel worden de functionaliteiten nog verder uitgebreid.

www.starkey.com



Stigma

Stigma is een applicatie die gebruikers de volgende toepassing biedt: het *mood journal*. Hierin kan men dagelijkse stemmingen, gedachten en patronen eenvoudig opnemen, om later terug te kijken en te evalueren. Een reminderfunctie herinnert aan het invullen van het *mood journal*. Iedereen met zorgen, stress of angst kan de app gebruiken en een *mood journal* bijhouden. Het *mood journal* moet vervolgens inzicht geven in triggers of patronen voor negatieve gevoelens. Daarnaast kunnen gebruikers met elkaar chatten.

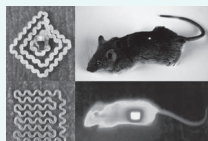


www.getstigma.com





Onderzoekers aan de Amerikaanse Purdue University hebben slimme stickers ontwikkeld die continu gezondheidsinformatie van de gebruiker verzamelen. De sticker meet de hartslag, temperatuur, elektrische activiteit van spieren en stuurt deze draadloos door naar een ander apparaat. De drager (of eventuele zorgprofessional) ontvangt een melding zodra één van de parameters een grenswaarde overschrijdt.



Sadri B. et al.³⁶



Nabta

Nabta Health is een applicatie die gebruikers inzicht geeft in hun cyclus en vruchtbare dagen, door gegevens over hun temperatuur, beweging, slaap en gewicht te verzamelen. Over thema's als menstruatie, bevruchting, zwangerschap en moederschap geeft de app informatie in de vorm van tekst, video en animaties.



www.nabtahealth.com



applicaties^{14, 15}. Het grootste aantal gezondheidsapps op de markt zijn fitnessapps en leefstijlapps. Er is echter een daling te zien in het marktaandeel van dit soort apps, mede door de opkomst van apps gericht op ziektemanagement van bijvoorbeeld diabetes^{10, 16, 17}.

De opmars van holistic tracking kan worden toegeschreven aan verschillende factoren:

- De prevalentie van leefstijl-gerelateerde aandoeningen stijgt. De bewustwording voor het 'managen' van de eigen leefstijl neemt toe. Met een toegenomen focus op *personalized medicine* en *patient empowerment* is de samenleving op zoek naar nieuwe technologische innovaties om dit te bereiken. Apps gericht op het voorkomen van leefstijl-gerelateerde aandoeningen kunnen naar bijvoorbeeld het gezondheids-systeem in de Verenigde Staten \$7 miljard op jaarbasis besparen¹⁰.
- De effectiviteit van holistic tracking technologie wordt in toenemende mate bewezen en onderschreven door zorgprofessionals^{1, 22, 23}.
- Steeds meer mensen, jong én oud, beschikken over een smartphone of ander geavanceerd apparaat en de netwerkconnectiviteit van deze apparatuur neemt toe^{18, 19, 21}. Naast Bluetooth, Wi-Fi en 4G zal 2019 het jaar zijn waarin 5G gemeengoed wordt²⁰.
- Technologische vooruitgang stuwt de markt. Toepassingen worden kleiner en functioneren intuïtiever¹⁷. Een belangrijke technologische ontwikkeling voor *wearables*, met name *implantables*, is de opkomst van *wireless charging*

*technology*²⁴. Daarnaast wordt het eenvoudiger om gezondheidsapps te ontwikkelen.

Ondanks de opmars, schuilen er nog enkele uitdagingen voor de toekomst²⁵. Een toenemende aandacht voor privacy leidt tot voorzichtigheid bij zowel consumenten als zorgorganisaties²⁶⁻²⁸. Ondanks toenemende bewijsvoering over de effectiviteit en betrouwbaarheid van gezondheidsapps, roept de 'wildgroei' nog altijd vragen op^{29, 30}. Veel apps zijn immers (nog) niet *evidence-based*^{31, 32}. Er zijn instrumenten beschikbaar om de kwaliteit van medische apps te verifiëren, maar deze worden beperkt gebruikt³³. Daarnaast liggen er risico's bij de overvloedige hoeveelheid data die al het meten oplevert. Het kan resulteren in verwarring bij de consument³⁰⁻³⁴ of een extra belasting op het zorgsysteem, door een toegenomen zorgconsumptie³⁵. Tot slot beperken strenge regulering en wetgeving en behoudende zorgprofessionals nog altijd verdere toepassing van holistic tracking in de gezondheidszorg^{8, 34}.

In de toekomst zullen we steeds beter in staat zijn onze eigen gezondheid te meten en te monitoren. Ten eerste omdat technologieën ons de mogelijkheid geven en ten tweede omdat het steeds meer geïntegreerd wordt in alledaagse gebruiksvoorwerpen. Daarbij laat de komst van implantables in de zorg niet op zich wachten⁹. De grootste uitdaging ligt bij het verzamelen en gebruiken van deze data voor aanpassingen in het dagelijks leven of het zorgproces. Enkele belemmeringen moeten nog overwonnen worden, maar uiteindelijk draagt holistic tracking bij aan de beweging naar de *empowered patient*.



Serious Gaming

Play is our brain's favourite way of learning

Diane Ackerman

- ★ *Serious games* zijn spellen waarbij vermaak niet het hoofddoel is, maar educatie, training of het veranderen van gedrag. Een serious game kan een bord- of kaartspel zijn, een gefaciliteerde managementgame of een computergame. Het vermaak in een serious game draagt bij aan het versterken van de beleving en daarmee de overdracht van informatie¹.
- 📁 Serious games worden ingezet om de algemene gezondheid te verbeteren door positieve gedragsverandering te stimuleren². Ook zelfmanagement en het motiveren van fysieke activiteit behoren tot de mogelijkheden^{3,4}. Variërende spelelementen en de visualisatie van voortgang zorgen dat spelers intrinsiek gemotiveerd raken en blijven om uitdagingen te overstijgen⁵. Het delen van kennis, stellen van doelen en faciliteren van communicatie en interactie tussen patiënten en anderen vergroot de kans van slagen om een uitdaging te overwinnen. Onder meer in de geestelijke gezondheidszorg (ggz) zijn al bewezen resultaten bereikt met de inzet van serious games⁶. Serious games kunnen ook werken als educatiemiddel, zowel voor patiëntvoorlichting als in het trainen van professionals^{7,8}.
- 📌 Naar verwachting zal de wereldwijde marktwaarde van serious games groeien tot bijna \$16 miljard in 2026⁹. Specifiek voor de gezondheidszorg stijgt de marktwaarde tot bijna \$4 miljard in 2022, wat een jaarlijkse groei van 54% over de periode 2017-2022 betekent¹⁰.
- ⊕ Diverse factoren drijven het gebruik van serious games^{11,12}.
 - Games zijn steeds toegankelijker, mede door de beschikbaarheid van smartphones, tablets of andere apparaten, waarop we ze kunnen spelen. Daarnaast zijn er steeds meer kwalitatief goede en op de doelgroep afgestemde games.
 - Goed ontworpen serious games hebben een hoog rendement. Hoe groter de doelgroep, hoe aantrekkelijker een schaalbare toepassing wordt¹³.
 - Door de bredere inzet van serious games ontstaat er meer bewijs voor de effectiviteit. Dit was voorheen nog lastig^{7,14}.



Hospiavontuur is een mobiele app die kinderen (3-9 jaar) voorbereidt op een ziekenhuisopname. De kinderen maken spelenderwijs kennis met het ziekenhuis en worden zo voorgelicht door de Hospi Koe. Ze leren over nuchter verschijnen, wat de anesthesist doet en er zijn spelletjes als elektroden plakken. Momenteel wordt een gerandomiseerde klinische studie uitgevoerd met Hospiavontuur.

www.polygoat.com/hospi



Zeker voor de gezondheidszorg is bewijs een belangrijk element voor de acceptatie.

- Mensen zijn meer gewend om gebruik te maken van games in het dagelijks leven. Kinderen leren van jongs af aan met games op school en we zetten spellen in bijvoorbeeld om nieuwe talen te leren of om onze hersenen te trainen.

- 🔗 De gaming industrie groeit sterk, maar in de zorg kan het nog veel meer worden ingezet. De grootste uitdaging is de meetbaarheid van het resultaat. Het ontwikkelen van een game kost tijd en de impact van een serious game is niet eenvoudig aan te tonen^{2,14}. Ongeschikt gamedesign, imago en onwetendheid van potentiële gebruikers belemmeren de toepassing^{1,13}. Zorgprofessionals en gedragswetenschappers kunnen samen met gamedesigners en -ontwikkelaars de toepassing van serious games in zorg versnellen⁴.
- 📌 Serious games bieden veel kansen voor de gezondheidszorg en worden ook steeds vaker ingezet als tool om te informeren en te onderwijzen. De games houden de belofte een gezond leven leuk te maken en de beweging naar de empowered patient te faciliteren. Uiteindelijk ondersteunen games een preventiever en persoonlijker zorgsysteem waarin de resultaten en ervaringen van patiënten en zorgprofessionals verbeteren en de kosten verlagen.

VERDIEPING

Ria's Escape Room

Ria's Escape Room is een interactief pop-up spel, ontwikkeld om het geluk en welzijn van ouderen in een zorginstelling te verhogen. Het spel richt zich op zorgprofessionals in de langdurige zorg en leert hen spelenderwijs weer hun gevoel en intuïtie te gebruiken bij het contact met cliënten. Het complete spel zit in een verplaatsbare box, Ria's verhuisdoos, en is op te bouwen op elke gewenste locatie. Met behulp van filmpjes, vragen op de tablet en aanwijzingen in de kamer halen spelers waardevolle en persoonlijke informatie op over Ria, die uiteindelijk bijdragen aan het geven van meer persoonlijke zorg.

Het idee om een Escape Room te ontwikkelen ontstond bij een team van kwaliteitsverpleegkundigen van Omring dat zich bezig houdt met het verbeteren van de kwaliteit in de zorg. Door de alledaagse routine in zorginstellingen hebben de verplegers -en verzorgenden veelal te weinig tijd om persoonlijke aandacht aan de cliënten te geven. In samenwerking met het OMRING.LAB van zorgorganisatie Omring ontwikkelde &happy het spel Ria's Escape Room. *"In de zorg draait het steeds meer om het geluk en welzijn voor cliënten en medewerkers. Om de transformatie naar werkelijk persoonsgerichte zorg te realiseren, zoeken we continu naar geluksfactoren die de kwaliteit van leven verbeteren van cliënten. Het spel is een middel om dit te bereiken"*, aldus &happy-oprichter Jurriaan van Rijswijk.

De Escape Room is een interactieve leeromgeving in de vorm van een appartement. Spelers vinden daar allerlei aanwijzingen over de bewoner. Om het spel tot een goed einde te brengen, moeten de spelers niet alleen de juiste aanwijzingen vinden, maar ook 'in gesprek' gaan met de familie en goed onderling samenwerken. De Escape Room probeert daartoe zoveel mogelijk aan te sluiten op de dagelijkse praktijk. Zodoende is ook het vragenformulier

op de tablet opgemaakt in dezelfde stijl als het zorgplan van Omring. Jurriaan: *"Spelen is eigenlijk onze natuurlijke manier van leren. Iedereen heeft dat van nature in zich. Maar vanaf het moment dat we naar school gaan, komt steeds meer de nadruk te liggen op boekenkennis. Met &happy grijpen we terug op die aangeboren leerstrategie door games te ontwerpen waarmee we het gedrag van mensen op een leuke manier beïnvloeden. We zijn als het ware de archeologen van de toekomst."*

Om succesvol te zijn, dient een serious game ontworpen te zijn op de intrinsieke motivatie van de doelgroep en niet op het doel. Hiervoor dienen ook zorgvuldig de wensen en behoefte van een doelgroep geïnventariseerd te worden, waarvoor &happy ook oplossingen biedt. Bovendien zet &happy drempelverlagende activiteiten in om het 'onboardingsproces' te versnellen en het gebruik van serious games te stimuleren. Het concept van Ria's Escape Room is schaalbaar. Zo zijn het spel, de bevroegde thema's en de inhoud van de kamer aan te passen naar behoefte van een specifieke zorgorganisatie. En mede door medewerkers van een zorgorganisatie op te leiden in het begeleiden van de Escape Room, wordt de draagkracht binnen de organisatie vergroot. *"We proberen de kosten voor gebruik zo laag mogelijk te houden, zodat het voor meerdere zorgorganisaties mogelijk is om de toepassing te integreren in de dagelijkse praktijk. We kijken hierin naar nieuwe financieringsmodellen op basis van output."*

Technologie kan de zorg niet alleen beter, maar zeker ook leuker maken. Samen met hun partners probeert &happy een ecosysteem te creëren in de zorg om het geluk van patiënten, cliënten en zorgmedewerkers te vergroten met behulp van spelprincipes. Met Ria's Escape Room is een volgende stap gezet.



&happy

&happy brengt serious games en gamified apps naar de markt die bijdragen aan een goede gezondheid en goede zorg en een transformatie van de zorg realiseren. &happy is een initiatief van Jurriaan van Rijswijk, oprichter van de stichting Games for Health Europe. Hij maakt zich al jaren hard voor de toepassing van serious games in de zorg en de wetenschappelijke onderbouwing daarvan.
www.andhappy.nl





Advanced Mobility

“Everything in life is somewhere else,
and you get there in a car”

E.B. White

- ★ Mobiliteit, letterlijk beweeglijkheid¹, beschrijft de mate waarin iets of iemand zich beweegt². Met *advanced mobility* wordt het met technologie bevorderen van de mobiliteit van iets of iemand bedoeld. Door het vergroten van deze mobiliteit wordt gezondheid en welzijn bevorderd. Daaronder vallen vele toepassingen, van toepassingen gericht op het vergroten van de mobiliteit van een individu tot geavanceerde transportmiddelen als zelfrijdende of slimme auto's, drones en slimme scootmobielen.
- 📦 Technologische toepassingen binnen advanced mobility bevorderen de zelfredzaamheid en stimuleren gezondheid en welzijn van het individu. De technologie draagt bij aan de autonomie en het participeren van de gebruiker in de samenleving. Daarbij kunnen zorgkosten sterk worden verminderd door ouderen, zieken en gehandicapten langer zelfstandig mobiel te laten blijven³. Deze mobiliteit kan worden vergroot met persoonlijke hulpmiddelen zoals slimme scootmobiele. Echter, ook deelauto's dragen hier aan bij. Zo is er in de Verenigde Staten (VS) Uber Health, die de infrastructuur van Uber gebruikt om efficiënt en gericht patiëntenvervoer te organiseren. Andere deelautobedrijven als Lyft kennen een vergelijkbaar aanbod⁴. Daarnaast omvat advanced mobility ook toepassingen die de gezondheidszorg ontlasten. Toepassingen dragen bij aan efficiëntere en snellere (bezorg)diensten, bijvoorbeeld door de inzet van drones⁵. Medische hulpmiddelen en zorg kunnen sneller ter plekke zijn en op moeilijk bereikbare plekken komen. Verkeersongelukken zijn bijna altijd het gevolg van menselijke fouten⁶. Zelfrijdende auto's en systemen die slaperigheid, stress of hartproblemen op tijd detecteren met behulp van geïntegreerde sensoren dragen bij aan het vermijden van deze menselijke fouten⁷⁻⁹. Indirect worden hiermee zorgkosten gespaard^{8,10}. Waar de auto-industrie voorheen vooral inzette op comfort (bijvoorbeeld verwarmde stoelen en airco), maakt deze nu de stap naar preventie en gezondheidsmonitoring met de inzet van slimme sensoren¹¹⁻¹³. Voorbeelden hiervan zijn het Audi Fit Driver-concept¹⁴, Motion Seating van Mercedes¹⁵ en de Nvidia Co-Pilot¹⁶.



De Wheelie 7 is een slimme rolstoel. Dankzij een 3D-camera met geavanceerde gezichtsherkenning, kunnen gebruikers met bijvoorbeeld slechts een opgetrokken wenkbrouw de rolstoel laten bewegen. De rolstoel kan hierbij onderscheid maken tussen bewuste commando's en tics of uitingen van emotie. De software stelt de gebruiker of een zorgprofessional in staat om de commando's en effecten daarvan aan te passen. Dit betekent dat personen met diverse beperkingen door de Wheelie 7 geholpen zijn.



www.hoo-box.com



zipline

De afgelopen jaren zijn er diverse initiatieven geweest om met behulp van drones afgelegen of moeilijk bereikbare gebieden van medische hulp te voorzien. De Zipline is inmiddels actief in de Verenigde Staten met een drone-pakketdienst, die bloedproducten als plasma en bloedplaatjes op locatie brengt. Artsen sturen een sms-bericht aan Zipline en binnen een half uur is een drone ter plaatse. De drones van Zipline hadden het afgelopen jaar een nieuwe primeur; in een proef in samenwerking met de University of Maryland is gebleken dat het mogelijk was om een nier, ten behoeve van transplantatie, veilig en tijdig ter plaatse te krijgen.



www.flyzipline.com





Nvidia heeft met de Co-Pilot gekozen voor een oplossing waarbij een algoritme werkt als assistent van de bestuurder. Door middel van sensoren in en om de auto houdt de Co-Pilot de bestuurder en diens omgeving in de gaten en geeft seintjes wanneer dat nodig is. Dit gebeurt middels spraak- of dashboard-commando's. Volkswagen heeft inmiddels al aangegeven met Nvidia samen te werken om het systeem te implementeren, mogelijk in de I.D. Buzz, een volledig elektrische Volkswagen Minibus.

www.nvidia.com



De Smart Wheelchair, een project van Life & Mobility en SAP, draagt bij aan de kwaliteit van leven van patiënten door negatieve gevolgen van het zitten in een rolstoel te voorkomen. Patiënten die afhankelijk zijn van een rolstoel brengen een hele dag veelal zittend door. Als gevolg hiervan kunnen doorligplekken ontstaan die erg lastig genezen. De Smart Wheelchair gebruikt slimme sensoren om drukverdeling, temperatuur en zithouding te meten. Deze worden verstuurd naar een platformapplicatie die met behulp van deze gegevens nadere analyses maakt.

www.life-mobility.com



 De markt voor advanced mobility groeit. Steeds meer mensen zijn in het bezit van een persoonlijk voertuig¹⁷ en in 2020 zullen er wereldwijd ruim 250 miljoen 'connected' voertuigen rondrijden^{18,19}. Hoewel nu nog experimenteel en vooral ingezet door autodeelbedrijven in de VS, zal de zelfrijdende auto misschien in 2019 al voor consumenten bereikbaar zijn. Er wordt geschat dat daardoor in 2030 meer dan 10% van het aantal gemaakte kilometers in de VS afgelegd wordt door (bijna volledig) autonome auto's²⁰. Eveneens stijgt ook de markt voor zelfrijdende auto's naar schatting van \$54,2 miljard in 2019 naar ruim \$556 miljard in 2026²¹. De markt voor systemen in de auto die de gezondheid van de gebruiker monitoren zal met 67% per jaar groeien in de periode 2018-2026 naar \$6.7 miljard²². Ook de verkoop van drones en persoonlijke mobility devices zal stijgen tot 2024^{23,24}.

-  De samenleving mobiliseert. We brengen steeds meer tijd 'onderweg' door²⁵⁻²⁷. Men is echter bewust van de gevaren die transportmiddelen met zich meebrengen en zoekt hierin naar passende oplossingen.
- De samenleving digitaliseert en voortgang in de techniek drijft de markt. Ontwikkelingen in technologische bewegingen als *smart analytics* en het *Internet of Things* brengen nieuwe mogelijkheden met zich mee^{7, 28}.
- Mede door de vergrijzing neemt het aantal mobiliteit beperkende aandoeningen zoals osteoporose en reuma toe. Dit vraagt om innovatieve oplossingen die preventief en proactief gezondheid en welzijn bevorderen^{17, 28-30}.

- Grote internationale bedrijven en organisaties scharen zich achter de technologie^{28, 31}.

 Ondanks de opmars van advanced mobility, zijn er nog diverse hordes te nemen. De technologie is nog in een staat van onvolwassenheid en kent (nog) technische gebreken³². De aanschaf- en ontwikkelingskosten zijn veelal (te) hoog en slechts weggelegd voor een klein segment in de samenleving¹⁹. Daarbij zal ook de veiligheid en privacy van het individu én de samenleving gewaarborgd moeten blijven. Ongelukken met toepassingen moeten worden voorkomen en gegevens mogen niet in verkeerde handen vallen^{21, 24, 25}. De acceptatie voor technologische toepassingen binnen advanced mobility groeit, maar de technologische vaardigheden van veel mensen zijn echter beperkt^{19, 24}. Dit stelt een hoge eis aan de gebruikersvriendelijkheid van producten.

 Advanced mobility zal een grote impact hebben op de samenleving en daarmee op de gezondheidszorg. Auto's zullen de gezondheid van het individu beter in de gaten kunnen houden en waarborgen. Drones kunnen sneller producten als vaccins of bloedtransfusies op de juiste plek krijgen en diverse apparaten bevorderen de mobiliteit van mensen die door aandoeningen beperkt zijn. Advanced mobility ondersteunt de beweging naar meer autonome systemen. En of dit nu op de weg is of in de lucht, met de juiste inzet van de technologie zijn we onderweg naar persoonlijker en preventievere zorg.

Effectiviteit eHealth bewijzen om eHealthbubbel te voorkomen



De samenleving digitaliseert. Steeds meer mensen beschikken over een smartphone of ander connected device en digitale oplossingen vinden steeds meer toepassing in de zorg. Er zijn veel voordelen te noemen van eHealth: Het is toegankelijk, gepersonaliseerd maar tegelijkertijd op grote schaal toe te passen tegen lage kosten en het is anoniem, met name prettig bij onderwerpen waar een taboe op rust. De regulering en onderzoeken naar de daadwerkelijke effectiviteit van eHealth blijven echter achter bij de enorme ontwikkelingssnelheid. Op dit moment zijn er circa 325.000 apps beschikbaar die iets met de gezondheid te maken hebben, van een groot deel valt het nut en de kwaliteit te betwisten.

“Het gebeurt nog te vaak dat bijvoorbeeld applicaties achteloos kunnen worden gedownload (vaak tegen betaling) in de appstore, zonder enig bewijs van werking.”

Het is belangrijk dat eHealthtoepassingen ook echt worden getoetst op effectiviteit. Zeker nu er honderden bedrijfjes zijn die hopen een graantje mee te pikken, moeten we voorkomen dat de snelle jongens met onbeproefde behandelingen de boventoon voeren. We moeten oppassen dat zij eHealth niet het imago van een bubbel geven.

National eHealth Living Lab

Het National eHealth Living Lab (NeLL) is opgericht door het Leids Universitair Medisch Centrum (LUMC) in 2018. Het onafhankelijke onderzoeksinstituut heeft tot doel om eHealthtoepassingen te ontwikkelen in nauwe samenwerking met nationale en internationale stakeholders binnen de zorg en de technologie. Het NeLL verbindt patiënten, consumenten, (zorg)professionals, wetenschappers, studenten, organisaties en instellingen met elkaar zodat zij samen de beste eHealth oplossingen kunnen ontwikkelen door met elkaar kennis, contacten en ervaringen delen. Dit alles gebeurt niet enkel vanuit een academische insteek, maar juist ook vanuit een maatschappelijke insteek. Door bestaande én nieuwe eHealth projecten onder een dak samen te brengen, hoopt het

NeLL de fragmentatie in eHealthtoepassingen tegen te gaan. Thema's zijn ouderen en eHealth, laagopgeleiden en eHealth en eHealth bij chronische aandoeningen.

Het NeLL put uit specifieke kennis van eHealth onderzoeksmethodologie en gaat bij ieder project van drie basisprincipes uit:

- *Evidence-based*: Ook dat wat niet werkt, wordt gerapporteerd en gepubliceerd;
- *User-centred design*: De eindgebruiker wordt vanaf de start meegenomen in het onderzoek en de ontwikkeling van een product of dienst;
- Innoveren vanuit een behoefte, niet vanuit een mogelijkheid. Een voorbeeld hiervan is het Thuisarts.nl platform. Je ziet dat Thuisarts.nl door 90% van de huisartsen wordt ingezet tijdens een consult. Dat komt omdat het acteert als een verlengde arm van de huisarts.

Samenwerken is essentieel

Binnen het NeLL wordt niet alleen met medici, maar ook met ervaringsdeskundigen, psychologen, designers, app-ontwikkelaars en data-scientists samengewerkt. Het NeLL staat voor open science, dus kennisdeling en samenwerking met alle andere partijen die zich in Nederland met eHealth bezighouden is expliciet het doel. Er bestaan verschillende samenwerkingsverbanden met diverse organisaties, waarin we ieders kracht benutten. Zo draagt Pharos bijvoorbeeld testpanels aan.

Door gebruik te maken van de synergie van het bijeen brengen van diverse perspectieven en onderzoek achtergronden, creëren we een hub voor een versnelling van de toegepaste kennis. We gaan hierbij uit van 'blended care', dus eHealth als aanvulling op de bestaande zorg en niet als volledige vervanging. We willen toe naar geïndividualiseerde behandelmethoden waarbij we niet uitgaan van traditioneel methodologisch denken en biologische uitkomsten, maar echt sturen op wat voor mensen zelf belangrijk is.

Bieden van podium voor good-practices

Het onafhankelijk onderzoeksinstituut wordt gewaardeerd. Momenteel lopen er tientallen onderzoeksprojecten binnen het NeLL, variërend van telecardiologie en smart inhalers tot ecoaching bij angst en depressie, van big data analyse methodologie tot co-creatie en action research. Allemaal gebaseerd op vraagstukken vanuit de praktijk. Daarnaast verbinden we ook de kennis van lopende projecten met nieuwe projecten.

“We zijn een soort van marktplaats voor het bij elkaar brengen van vraag en aanbod.”

De *good-practices* bieden we het podium. Op deze manier brengen we de nuance aan in de mediahypes rondom nieuwe toepassingen, maar geven tegelijkertijd ook suggesties voor verbeteringen. Hiermee hopen we dat partijen als het Ministerie van VWS, Zorginstituut Nederland en zorgverzekeraars ook deze *good-practices* omarmen. Zo werken we met z'n allen aan de implementatie van de beste eHealthtoepassingen in het dagelijkse zorgproces.

Cyclisch leren in binnen én buitenland

Naar de toekomst toe zullen we gaan werken met een veel beperktere set aan eHealthinterventies die echt toegevoegde waarde leveren. Van ruim 300.000 naar misschien een paar honderd *good-practices*. En de eerste handvol zijn al geïdentificeerd! Het is noodzakelijk om deze kennis ook buiten de

Nederlandse landsgrenzen te brengen en toepassingen daar te implementeren. Nederland is slechts een kleine postzegel, verstopt achter hoge dijken, met een gezondheidszorg van kwalitatief hoog niveau. Het potentieel om met onze projecten toegevoegde waarde te leveren in landen zoals bijvoorbeeld China, waar er honderden miljoenen smartphonegebruikers rondlopen, is enorm groot.

“Momenteel spreken we nog over het NeLL, maar uiteindelijk willen we doorgroeien naar het WeLL, het World eHealth Living Lab.”

Uiteindelijk hoop ik dat we meer cyclisch onze kennis blijven delen, waarin we ook weer leren van de lessen uit het buitenland. Waar Nederland nog vaak last heeft van de bestaande infrastructuur bij de implementatie van eHealthtoepassingen, maken met name derdewereld landen razendsnelle stappen. De mogelijkheden zullen ons naar de toekomst toe blijven verrassen. Het is wel noodzakelijk om de effectiviteit van deze toepassingen aan te tonen en een eHealthbubbel te voorkomen.



Leids Universitair
Medisch Centrum



Prof. dr. Niels Chavannes

Niels Chavannes, oprichter en bestuurslid van het National eHealth Living Lab (NeLL), studeerde geneeskunde aan de Universiteit van Maastricht. Hij combineerde zijn specialisatie als huisarts met verschillende diagnostische en therapeutische onderzoeken in de eerstelijns gezondheidszorg, waarna hij in 2005 promoveerde. Sinds 2015 is hij hoogleraar Huisartsgeneeskunde met als leeropdracht 'eHealthtoepassingen in Disease Management' aan het LUMC.

Consulteren

CONSULTEREN is een integraal onderdeel van nagenoeg iedere interactie tussen zorgprofessional en zorggebruiker in het zorgproces, maar ook tussen de zorggebruiker en andere zorggebruikers. Een consult biedt zorggebruikers de mogelijkheid advies te vragen en te overleggen over passende vervolgstappen.

Een consult kan leiden tot een diagnose, het voorschrijven van een behandeling of juist af te zien van medisch handelen. De positie van het individu tijdens het consultatieproces is aan verandering onderhevig. Technologische ontwikkelingen oefenen hier sterke invloed op uit.



Binnen deze zorgfase worden de volgende drie technologische bewegingen herkend:

- 1 Remote Consultation
- 2 Health Information Systems
- 3 Blockchain



Remote Consultation

In a few years, the idea of receiving medical treatment exclusively at a doctor's office or hospital will seem quaint

Harvard Business Review

Remote consultation gaat over het toepassen van moderne communicatievormen binnen de zorg. Smartphones, videochat, e-mail, social media en appen zijn in het dagelijks leven niet meer weg te denken. Er zijn speciale toepassingen nodig om de vertaalslag te maken van de bekende nieuwe communicatiemethoden naar toepassingen die bruikbaar zijn voor patiënt en zorgverlener én die bovendien veilig en betrouwbaar zijn¹.

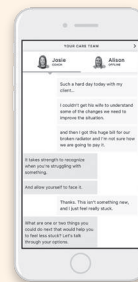
Toepassingen bieden voor zowel patiënten als zorgprofessionals de mogelijkheid tot contact, waarin het contact niet langer meer plaats- en tijdsgebonden is. (Reis)kosten en -tijd worden bespaard, gesprekken zijn meer *to-the-point* en werkprocessen kunnen efficiënter worden ingericht^{2,3}. Deels zullen toepassingen ook direct en persoonlijk contact vervangen⁴. In een scala aan technologische toepassingen kunnen gebruikers bijvoorbeeld hun gezondheidsstatus bespreken, gezond gedrag promoten, netwerken vormen en informatie en medische gegevens uitwisselen. En dit alles in *real-time*⁴⁻⁶. Doordat de technologie afstanden overbrugt biedt deze nieuwe mogelijkheden voor afgelegen of moeilijk bereikbare gebieden. Ook wordt het langer thuis wonen van ouderen op deze manier gefaciliteerd^{7,8}.

Remote consultation toepassingen worden steeds meer toegepast in de zorg en de verwachting is dat deze markt steeds groter wordt. De verwachting is dat de markt stijgt tot ruim \$12 in 2023, met een jaarlijkse groei van 23% over de periode 2018-2023^{9,10}. In Nederland zijn inmiddels 88% van de huisartsen en 50% van de medisch specialisten digitaal bereikbaar voor patiënten. Reeds 22% van de individuen met een chronische aandoening vroeg in 2018 online een herhaalrecept aan¹¹.

De samenleving digitaliseert. Steeds meer mensen beschikken over een smartphone of ander connected device¹² en digitale oplossingen vinden steeds meer toepassing in de zorg⁹. De acceptatie van virtuele doktersbezoeken onder patiënten én zorgprofessionals groeit bijvoorbeeld sterk^{11,13,14}.

Ginger.io

Ginger.io is een app voor mensen met mentale klachten, met name depressie en angststoornissen. Patiënten kunnen via de app een beveiligde verbinding tot stand brengen met mental coach, therapeut of psychiater. Deze kan hen vervolgens helpen met een concrete vraag, of er kan een volledig consult plaatsvinden. Kenmerkend voor deze categorie patiënten is dat de symptomen vaak niet op het ergst zijn op het moment van een normaal consult. Met Ginger.io kan een zorgprofessional inspringen op die momenten dat het écht nodig is. Bijzonder aan de app is dat het team aan de andere kant van de app, ook de progressie monitort van de gebruiker over tijd. Dit maakt dat de vorm van ondersteuning precies kan worden afgestemd op de klachten.



www.ginger.io



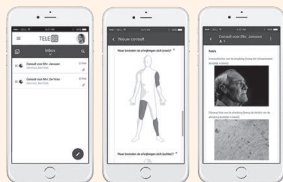
OZO verbindzorg is een digitaal communicatieplatform voor zorgverleners, aangestuurd door patiënten. Dit betekent dat een patiënt zijn of haar behoeften kan aangeven, zoals een thuiszorgbezoek of een afspraak met de huisarts. Vervolgens kan een netwerk van zorgverleners deze behoefte afstemmen op een eigen agenda. Overleg over én met een patiënt is ook mogelijk, uiteraard wanneer een patiënt hier toestemming voor geeft.

www.ozoverbindzorg.nl



HUDZIEKENHUIS DERMICIS

TeleDE is een dienst gericht op de communicatie tussen huisartsen en dermatologen. Apps op smartphones van de artsen creëren een beveiligde omgeving waarin foto's kunnen worden uitgewisseld en vragen kunnen worden gesteld. Zo kan een huisarts gebruik maken van de expertise van een dermatoloog, zonder een patiënt door te hoeven verwijzen. Binnen enkele uren volgt er respons, bij spoed sneller. De app is voor huisartsen gratis beschikbaar.



www.dermicis.nl



- In de samenleving is een groeiende vraag naar gemakkelijke toepassingen en er treedt een verschuiving op naar personalized medicine⁹. De *empowered patient* houdt daarbij steeds liever de regie over zijn of haar gezondheid in eigen hand¹⁵. Naar verwachting zal tegen 2019 bijna tweederde van de patiënten hun eigen zorgafspraken digitaal inboeken^{11, 16, 17}.
- Ontwikkelingen in cybersecurity en blockchain maken het mogelijk om informatie veiliger uit te wisselen. Dit is van invloed op de acceptatie van remote consultation toepassingen. Ook oudere cybersecurity-oplossingen zoals two-factor authentication vinden steeds meer de weg naar remote consultation toepassingen¹⁸.
- Ontwikkelingen in de wet- en regelgeving, zoals een gelijke vergoeding voor e-consulten sinds 2018, verhogen het gebruik^{9, 11, 19}.

Ondanks de sterke groei van de toepassingen binnen remote consultation, is de inzet ervan niet vanzelfsprekend. Wet- en regelgeving maakt dat een remote consultation toepassing zorgvuldige implementatie vereist, met name als er persoons of patiëntgegevens worden uitgewisseld^{5, 9}. De communicatievorm moet aansluiten bij de behoeften van zowel patiënten en zorgprofessionals^{15, 20}. Zo beschikken bijvoorbeeld niet alle gebruikers over voldoende digitale vaardigheden¹¹. Het gebruik

中国平安 PING AN

保險 · 銀行 · 投資

De one-minute clinic van de grote Chinese verzekeraar Ping An maakt gebruik van kunstmatige intelligentie (AI), genaamd Good Doctor. Nadat met behulp van deze AI de patiënt zijn eigen klachten heeft samengevat, komt in de cabines, vergelijkbaar met een fotohokje, een beveiligde verbinding tot stand met een arts. Deze kan vervolgens een formele diagnose stellen en medicatie voorschrijven. In de cabines is een automaat beschikbaar met meer dan 100 veelgebruikte medicijnen op voorraad. Deze geeft vervolgens direct de medicatie uit, tegen betaling.



www.pahtg.com



van remote consultation moet niet ten koste gaan van de zorg aan minder digitaal vaardige patiënten en daarom dienen goede alternatieven te blijven bestaan. Door het gebruik van social media is het eenvoudig om snel en publiekelijk meningen, ervaringen en reacties te uiten en verwachten zorgvragers sneller reacties van zowel zorgprofessionals als gezondheidsorganisaties⁶. Dit gebeurt mede met behulp van patient influencers²¹.

▶ De markt voor remote consultation is divers en volop in ontwikkeling. Patiënten én zorgprofessionals van de toekomst blijven steeds meer communiceren via virtuele kanalen, waarbij patiënten ook steeds meer regie krijgen over hun eigen zorgproces. De gezondheidszorg zal hier op de juiste manier op in moeten spelen, waarbij de behoeften van patiënten én zorgprofessionals in acht worden genomen. Hiermee wordt de zorg persoonlijker en meer participatief, waarbij zorgkosten worden verlaagd, de kwaliteit verhoogd en ervaringen van zorgprofessionals én patiënten verbeteren. Uiteindelijk ondersteunt de techniek de beweging naar de *empowered patient*.



Health Information Systems

It's not just that we will be able to collect information, it's that everyone involved in the healthcare enterprise will be able to use that information more effectively

Risa Lavizzo-Mourey

Health Information Systems zijn informatiesystemen die gezondheidsgegevens beheren. Eerder schreven wij al over de verschillende vormen van health information systems. Momenteel is de ontwikkeling zichtbaar naar persoonlijke gezondheidsomgevingen (PGO's). Dit zijn online omgevingen waar patiënten hun gezondheidsdata uit verschillende bronnen kunnen beheren, delen en aanvullen¹⁻⁴.

Health information systems ondersteunen bij het diagnosticeren, het kiezen van best passende behandelingen of het afstemmen van medicatie. Het vastleggen en delen van informatie zorgt voor een verminderde kans op fouten en een passende behandeling^{5,6}. Vooral het inzicht in eigen medische gegevens is voor veel mensen belangrijk⁷. Met name bij PGO's is dit zichtbaar, omdat het beheer bij de patiënt zelf ligt. Dat maakt deze systemen ideaal om gegevens van verschillende zorgverleners te verzamelen en te integreren⁴. In tegenstelling tot patiëntportalen van zorginstellingen, wordt het PGO meegenomen door een patiënt bij verhuizing of overstap naar een andere verzekeraar^{2,8}.

De marktwaarde voor health information systems blijft naar schatting groeien tot ruim \$33 miljard in 2025⁹⁻¹¹. Vooral de systemen die focussen op de verzameling van gegevens na een ingreep nemen toe in gebruik⁹⁻¹¹. Ook de bekendheid van PGO's onder zorgprofessionals en patiënten neemt toe¹². Echter, slechts een klein deel van de patiënten weet precies wat het inhoudt.

Het toenemende gebruik van health information systems wordt gedreven door de volgende factoren:

- De *empowered patient* houdt het liefst grip op de eigen zorg. Het bewustzijn dat controle van de patiënt over eigen medische gegevens bijdraagt aan de kwaliteit van het zorgproces neemt toe.
- Steeds meer mensen beschikken over een *connected device*¹³. Naast Bluetooth, Wi-Fi en 4G, zal 2019 het jaar zijn waarin 5G gemeengoed wordt¹⁴. Ook ouderen maken steeds meer gebruik van *connected devices*¹⁵.



Mijn Dossier voor Mijn Medicatie is een project binnen het Amsterdam UMC, waarbinnen patiënten zelf hun medicatiegegevens beheren en invoeren in een persoonlijke omgeving op het patiëntenportaal. Genoemde voordelen zijn het bevorderen van actueel medicatieoverzicht bij opname en ontslag, meer kennis over medicatie bij de patiënt en het beter voorbereiden van patiënten op het gesprek met de arts in het kader van *shared decision making*. Dit betekent niet dat patiënten het medicatiedossier volledig in eigen beheer krijgen, het ziekenhuis blijft controleren op juistheid.

www.nfu-ehealth.nl



- Vernieuwde wet- en regelgeving, zoals de AVG¹⁶, stimuleren het gebruik doordat systemen veiliger en meer gestandaardiseerd zijn. Ook (inter)nationale standaarden als MedMij en HL7 FHIR dragen hier aan bij^{12,17-19}.

Health information systems zijn steeds vaker onderdeel van het zorgproces. Toch resten er uitdagingen. Allereerst is het van belang dat privacy van patiënten wordt gewaarborgd. Medische data is waardevol en daarmee gevoelig voor cybercrime²⁰⁻²⁴. Ten tweede is het de vraag of alle patiënten in gelijke mate in staat en gemotiveerd zijn de nieuwe verantwoordelijkheid over de eigen data op zich te nemen^{6,25}. Verder is het van belang dat health information systems worden afgestemd op de behoeften van patiënten én zorgprofessionals^{6,25}. Tot slot vormt een veelheid aan losstaande lokale systemen een risico. Dit kan de uitwisseling van informatie beperken en resulteren in tijdverspilling en kosten^{6,26}.

Health information systems zijn niet meer weg te denken uit de gezondheidszorg. Inzet van deze technologie draagt bij aan het personaliseren van de zorg en het stimuleren van de participatie van de patiënt in zijn of haar eigen zorgproces. Tot slot opent een goede dataopslag de deuren voor onderzoek en andere toepassingen.

Patients Know Best

Het Britse Patients Know Best (PKB) is een goed voorbeeld van een modern PGO. Met PKB kunnen patiënten op ieder gewenst moment digitaal hun eigen gezondheidsinformatie inzien en beheren. Het PGO werd in 2008 opgericht door arts én patiënt dr. Mohammad Al-Ubaydli. *“Tijdens mijn consulten merkte ik dat de informatie-uitwisseling tussen zorgverleners niet optimaal verliep. Dit leidde tot meer kosten en tijdsinvestering voor patiënt, arts en de maatschappij. De patiënt verdient in deze informatie-uitwisseling echt een centrale plek.”* Sindsdien is het gebruik in rap tempo toegenomen. Alleen al voor 6 miljoen Britten is het patiënt beheerde medisch dossier beschikbaar. Inmiddels maken meer dan zestig ziekenhuizen in onder meer het VK, Australië, de VS, Ierland, Duitsland, Hong Kong en Nederland gebruik van de toepassing. In Nederland wordt PKB onder meer gebruikt door Reumazorg Zuid West Nederland en het RadboudUMC onder de naam CMylife.

PKB fungeert als een verbinding tussen de patiënt en zorgprofessionals. Diverse zorgaanbieders zoals ziekenhuizen, zorginstellingen, huisartsen, poliklinieken en apotheken zijn aangesloten op de omgeving. Veelal worden de meeste vormen van hun digitale dossiers direct gekoppeld. Bovendien is het mogelijk om data van intelligente apparaten die gebruikers thuis gebruiken te koppelen aan het online medisch dossier. PKB wordt ook wel omschreven als ‘het medische Facebook’. Dit vanwege de intuïtieve interface die doet denken aan social media. Waar de vergelijking gelukkig mank loopt, is de beveiliging. Alle informatie is dubbel beschermd: achter een firewall en versleuteld. Alleen de patiënt heeft de mogelijkheid informatie te ontsleutelen en voert zo volledig de regie. De gebruiker kan aangeven wie toegang krijgt tot welke onderdelen van het dossier. Bovendien voldoet PKB volledig aan de regelgeving van de AVG.

Er zijn legio voordelen van het gebruik van PKB. Door symptomen over langere tijd te monitoren en de gegevens te verzamelen worden diagnoses en behandelingen voor professionals vergemakkelijkt. Ook de schat aan kennis, mede door data uit meerdere bronnen te combineren, draagt hieraan bij. Het aantal bezoeken van de patiënt aan zorgprofessionals wordt vermindert door ingebouwde protocollen voor zelfmanagement en zelfzorg. Dit gebeurt tevens door ingebouwde functies, zoals de mogelijkheid om te chatten of beeldbellen met een zorgprofessional. PKB illustreert alle componenten waar een modern PGO aan moet voldoen: intuïtief, regie bij de patiënt, veilig, verbonden met zorgprofessionals en goede interoperabiliteit met andere devices en systemen. De uitgebreide functionaliteit, professionele implementatie en gebruiksvriendelijke inlogprocedure worden ook genoemd als succesfactoren. Eveneens is het belangrijk dat PGO's structureel gefinancierd worden door bijvoorbeeld overheden en verzekeraars²⁷. Daarnaast is het, mede dankzij het intensieve gebruik, mogelijk om PKB wetenschappelijk te valideren. De verwachting is dan ook dat PKB gaat voldoen aan de MedMij standaarden²⁸⁻³⁰.

Echter, er zijn ook zorgen over daadwerkelijk gebruik van PGO's door patiënten³¹. Als dit te laag ligt, wegen de investeringen niet op tegen de kosten. Ook zijn er huisartsen met bedenkingen over het nut en de wenselijkheid van PGO's. Dit is onder andere een reden voor het falen van grootschalige adoptie in Frankrijk. Zelfs in het op dit terrein exemplarische Zweden en Estland is het maandelijks percentage gebruikers dat inlogt nog geen drie procent. PKB is daarmee de enige positieve uitzondering. Het is dus van groot belang dat er in Nederland en elders geleerd wordt van PKB en de factoren die het een succes maken. Alleen op die manier kunnen de grote beloften van de PGO gerealiseerd worden.



Patients Know Best

Patiens Know Best is een online medisch dossier waarbij het eigenaarschap volledig bij de patiënt ligt. Het biedt een compleet dossier, waarin alle zorgverleners, uiteenlopend van ziekenhuizen, behandelcentra, huisarts, paramedici tot apotheken, informatie kunnen delen met de patiënt en elkaar.

www.patientsknowbest.com



Blockchain technology has the potential to transform health care, placing the patient at the center of the health care ecosystem and increasing the security, privacy, and interoperability of health data

RJ Krawiec

Blockchain wordt gezien als een veelbelovende technologie voor de gezondheidszorg. Zoals we al beschreven in een eerdere editie van Zorg Enablers laat de technologie zich moeilijk definiëren¹. Blockchain is een databasetechnologie waarbij iedere partij in het netwerk een grootboek, een identieke kopie van de database, bezit. Wijzigingen in de database worden als 'blokken aan een ketting' gedistribueerd aan alle partijen. Pas bij verificatie van de wijzigingen door het merendeel van het netwerk wordt de database definitief veranderd. Dit maakt dat de technologie minder gevoelig is voor fraude dan traditionele databasetechnologieën en geschikt om waarde op een veilige manier online over te dragen²⁻⁴.

De technologie biedt kansen om individuen eigenaarschap te geven over hun persoonlijke data en de mogelijkheid aan patiënten en zorgprofessionals om informatie veilig uit te wisselen. De gebruiker kan bepalen wie zijn of haar data kan inzien en weet wat er over hem of haar wordt vastgelegd of gedeeld. Daarnaast faciliteert de technologie data-uitwisseling in de zorgketen en reduceert de administratieve last voor onder andere zorgprofessionals door processen te automatiseren, mede door de inzet van zogenaamde *smart contracts*⁵⁻⁸. Door de integratie van processen en data kunnen foutmarges afnemen en transactiekosten dalen⁸. Blockchain bevordert de transparantie, accuraatheid en efficiëntie van de zorg. Het wordt steeds duidelijker op welke facetten in de gezondheidszorg toepassingen écht gebruik maken van de toegevoegde waarde van de technologie¹¹. Enerzijds voor het bewaren en beheren van medische gegevens en het geven van *informed consent*¹¹⁻¹³. Anderzijds om voorraden te kunnen tracken en beheren¹⁴.

Blockchain wordt steeds meer een *mainstream* technologie. Dit blijkt ook uit het feit dat steeds meer bedrijven, goede doelen en internationale organisaties Bitcoin of een andere *cryptocurrency*



SAP heeft samen met farmaceutisch bedrijf Merck de SAP Pharma Blockchain POC app ontwikkelt. De aanleiding voor dit product is aangescherpte wetgeving in de Verenigde Staten, die strengere eisen stelt aan de mogelijkheid medicatie te tracken en te herleiden. Wanneer Merck medicatie verstuurt, registreren ze deze in de toepassing. Een distributeur, verkoper of eindgebruiker kan vervolgens met behulp van een mobiele app de authenticiteit en herkomst van het product verifiëren. POC staat voor proof of concept, maar volledige implementatie laat niet lang meer op zich wachten.

www.sap.com



BurstIQ ontwikkelde een met blockchain beveiligd eHealthplatform, dat zo gebruiksvriendelijk mogelijk is. Op dit platform wordt data uit allerlei bronnen verzameld om zo onder andere een LifeGraph te genereren. Een LifeGraph plot de ontwikkeling van iemands gezondheid op basis van gezondheidsparameters en medische informatie in de tijd. Zo is het mogelijk om over langere tijd inzicht te krijgen in de individuele gezondheid en gezondheidszorgconsumptie. Met behulp van een smart contract geeft, beperkt of ontzegt een patiënt toegang tot de data aan zorgverleners.

www.burstiq.com





MyClinic is een app die patiënten in staat stelt hun persoonlijke gezondheidsdossier op te slaan op een smartphone of tablet. Dit dossier wordt versleuteld met behulp van blockchain. Naast het veiligheidsaspect wordt blockchain ook gebruikt om de integriteit van de data te controleren en deze dus betrouwbaarder te maken. Ten derde kan de app een - opnieuw via blockchain beveiligd - videoconsult tot stand brengen met een zorgverlener.



www.myclinic.com

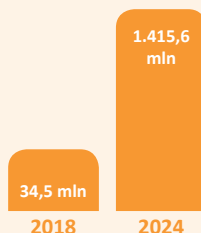


als betaalmiddel aanvaarden^{9, 10}. De toegenomen volwassenheid is ook zichtbaar binnen de gezondheidszorg. De verwachting is dat de mondiale marktwaarde van blockchain in de zorg over de periode 2018-2024 jaarlijks met ruim 70% zal stijgen tot \$1,4 miljard in 2024. Echter, schattingen lopen nog sterk uiteen¹⁴⁻¹⁹. Uit een grote systematic review naar toepassingen van blockchain in de gezondheidszorg blijkt dat het aantal publicaties ieder jaar toeneemt²⁰. Daarnaast werd aangetoond dat er steeds meer blockchaintoepassingen worden gepubliceerd die daadwerkelijk ook geïmplementeerd konden worden.

+ Verschillende factoren dragen bij aan de opkomst van blockchaintechnologie in de gezondheidszorg:

- Door de digitalisering van de zorg, groeit ook het risico op fraude, misbruik en datalekken van medische data¹⁴. Er is nog altijd een groeiende behoefte aan het veilig en eenvoudig uitwisselen van patiëntgegevens^{16, 21}.
- Hogere zorgkosten zetten de betaalbaarheid van het zorgsysteem onder druk^{5, 8, 22, 23}. Dit vraagt om snelle, simpele en goedkope oplossingen.
- De *empowered patient* behoudt steeds liever de controle over zijn of haar eigen gezondheid en zorggegevens. De patiënt participeert meer en meer in zijn of haar eigen zorgproces en is hierin op zoek naar betrouwbare initiatieven^{16, 21}.
- Huidige informatiesystemen in de zorg bestaan veelal nog uit afzonderlijke datasilo's en het is niet eenvoudig om gegevens te delen. Er is een groeiende vraag naar het creëren van vertrouwde kaders en het stimuleren van de integriteit en

Mondiale marktwaarde voor blockchain 2018-2024



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van blockchain in de gezondheidszorg ruim \$1,4 miljard zijn in 2024, waarbij de marktwaarde vanaf 2017 jaarlijks zal stijgen met 70.5%¹⁹.

interoperabiliteit binnen bestaande informatiesystemen^{21, 23, 24}. Onder meer de farmaceutische industrie legt zich toe op *precision medicine* en zoekt hierin toepassingen om de lasten en kosten van dataverwerking in klinische trials te verlagen en de interoperabiliteit van onderzoeksgegevens te versterken^{25, 26}.

Blockchaintechnologie biedt vele kansen voor de gezondheidszorg, maar kent ook nog belemmeringen die grootschalige adoptie in de weg staan. Veel toepassingen zijn nog niet getest of er wordt voor het eerst mee geëxperimenteerd. Deze onvolwassenheid gaat gepaard met grote beveiligingsrisico's, hoge ontwikkelingskosten en huiverigheid onder potentiële gebruikers^{11, 21}. Er resten namelijk nog vraagstukken ten aanzien van privacy, schaalbaarheid en governance van de infrastructuur^{8, 27}. Veel zorgprofessionals en zorginformatiesystemen zijn niet voldoende toegerust om aan de slag te gaan met de technologie. Het gebrek aan de noodzakelijke geavanceerde hard- en software staat voorlopig grootschalige implementatie in de weg. Tot slot is de opslag en verwerking van patiëntgegevens strikt gereguleerd in wet- en regelgeving die veelal is gebaseerd op gecentraliseerde informatiesystemen²⁸.

P De potentie van blockchaintechnologie is nog altijd zeer groot. Langzaam zien we dat blockchain een mainstream technologie wordt, waarbij steeds meer toepassingen niet langer experimenteel zijn maar daadwerkelijk in het zorgproces geïmplementeerd worden. Blockchaintechnologie zal daarmee een bijdrage leveren aan het afbreken van de datasilo's en het stimuleren van interoperabiliteit, integriteit en veiligheid van gegevens. De technologie draagt daarmee enerzijds bij aan de *empowered patient* middels *smart contracts*, en anderzijds de beweging richting *autonomous systems*.



E-Estonia: Learning by doing

In alle Europese landen staat de zorg voor dezelfde uitdagingen: vergrijzing, een groeiend aantal chronisch zieken en de noodzaak om beschikbare middelen efficiënter te gebruiken. Willen wij onze zorgsystemen naar de toekomst toe behouden dan moeten wij de kosten verlagen en tegelijkertijd de kwaliteit verbeteren. Het antwoord op deze uitdagingen is digitalisering en innovatie.

De digitale maatschappij

Meer dan twintig jaar geleden, toen Estland nog een zeer jong land was en weinig middelen had, begon de ontwikkeling van een digitale manier van leven. Tegenwoordig zijn digitale gezondheid en zorg onderdeel van het dagelijks leven en worden digitale oplossingen in Estland door de meerderheid van de bevolking geaccepteerd: 95% van de gezondheidsgegevens is gedigitaliseerd, 99% van de doktersrecepten zijn digitaal en 100% van de rekeningen worden elektronisch verstuurd. Burgers communiceren online met de overheid en kunnen van bijna alle door de overheid aangeboden diensten gebruikmaken zonder het huis te hoeven verlaten. Uitzonderingen hierop zijn niet het gevolg van technische beperkingen: wanneer je trouwplannen hebt kan het verstandig zijn je toekomstige partner een keer in het echt te zien!

De Estlandse digitale maatschappij steunt op twee pijlers: het universele digitale ID (een voorwaarde voor geïntegreerde diensten waarmee mensen toegang hebben tot overheidsdiensten, elektronisch voorgeschreven geneesmiddelen kopen, afspraken maken bij de dokter, etc.) en de *X-Road* (*X-tee* in het Est), de basis voor beveiligde data-uitwisseling waarmee gegevens veilig en snel kunnen worden uitgewisseld tussen gedistribueerde databases en digitale systemen. Een gedistribueerde digitale infrastructuur is stabiel dan centrale infrastructuren en levert een hoog niveau van cybeveiligheid.

Een vertrouwenscultuur creëren

Maar het succes van deze diensten kan niet alleen worden toegeschreven aan de technologie. De mindset en het creëren van een vertrouwenscultuur zijn hierbij het belangrijkste. In Estland zijn patiënten de 'baas' over hun persoonlijke gegevens: zij bepalen wat ermee gebeurt. Om het systeem transparant te houden is het voor patiënten mogelijk om te controleren wie toegang tot hun gegevens heeft gehad en wanneer de gegevens zijn

opgevraagd. Publieke en private actoren genieten het vertrouwen dat zij de gegevens zo goed mogelijk benutten om diensten met een toegevoegde waarde voor burgers en de maatschappij te creëren. Het gevolg is dat de Esten er geen enkele moeite mee hebben persoonlijke gegevens te delen wanneer dit nodig is. Uit een enquête uitgevoerd door het *Estonian Connected Health Cluster* (CHC) bleek dat 80% van de bevolking bereid was om de medische en leefstijlgegevens die zij zelf hadden verzameld te delen. De meerderheid van de bevolking zou bereid zijn hun gezondheidsgegevens met hun (huis)arts te delen; bijna een derde zou deze gegevens delen met de praktijkverpleegkundige of andere zorgprofessionals, maar ook met een vriend of familielid.

Digitalisering van de gezondheidszorg

De digitalisering van de gezondheidszorg volgt deze principes ook. Het moet streven naar data-gedreven oplossingen die de kwaliteit van zorg verbeteren, geld en/of tijd besparen en waarin de patiënt het middelpunt is. Verder is het belangrijk om patiënten te betrekken bij medische beslissingen, actieve en responsieve zorgaanbieders te stimuleren en zorgondersteuning voor chronische aandoeningen te ontwikkelen. En als laatste moet digitalisering zich meer gaan richten op het ondersteunen van het welbevinden: vitale functies en algeheel welzijn monitoren om de kwaliteit van leven te verbeteren en de preventiecultuur te versterken.

In Estland zijn de voorwaarden voor datagedreven innovatie gunstig, ten minste vanuit het perspectief van de patiënt. De enquête door CHC gaf aan dat 75% van Estlandse bevolking het eens is met de bewering dat de gezondheidsgegevens die zij digitaal hebben verzameld, kunnen worden gebruikt om de gezondheid op peil te houden, voor het voorkomen van aandoeningen en om de effectiviteit van medische zorg te verbeteren. Men is ervan overtuigd dat het digitaal monitoren van gezondheid de betrokkenheid van de mensen bij hun eigen gezondheid vergroot.

Bij het implementeren van digitale oplossingen spelen

zorgaanbieders een belangrijke rol. Bijna twee derde van de ondervraagden zouden graag zien dat hun arts of verpleegkundige naast de conventionele methoden voor ziektepreventie en

behandeling ook digitale oplossingen aandragen. Zorgaanbieders, vooral ziekenhuizen, nemen echter een conservatieve houding aan ten opzichte van het exponentieel groeiende aantal digitale oplossingen. Maar: als een duidelijke noodzaak en verbetering wordt aangetoond, dan staan zorgprofessionals snel open voor verandering. Een van de grootste ziekenhuizen in Estland, het *North Estonian Medical Center* stelt: *“Het is heel belangrijk dat we eerst in kaart brengen waar we behoefte aan hebben en dan zoeken naar passende oplossingen in plaats van andersom: een vraag proberen te zoeken bij een oplossing. Daarnaast is het belangrijk om de eindgebruikers vanaf het begin te betrekken.”*

De weg naar de toekomst

De toekomst ligt in *evidence-generating medicine*, wat een stap verder gaat dan *evidence-based medicine*. Data-gedreven innovatie en *personalised medicine* zijn de sleutel. Eind 2018 is van meer dan 10% van de volwassen Estlandse bevolking het genotype onderzocht (100.000 Esten stonden vrijwillig DNA af!) in een door de overheid geleid project. Het project had tot doel genetische data te verzamelen en deze data in de dagelijkse klinische praktijk te integreren door mensen feedback te geven over hun persoonlijk genetisch risico. De gegevens worden gekoppeld aan het nationale gezondheidsinformatiesysteem, waarmee 10 jaar medische voorgeschiedenis aan het systeem wordt toegevoegd voor de ontwikkeling van een instrument voor klinisch besluitvorming in de eerstelijnsgezondheidszorg.

Tegelijkertijd zijn er nog veel kwesties waar geen oplossing voor is. De systeemgerichte *eHealth* in Estland moet nog dichterbij de eindgebruiker worden gebracht. Om dit proces mogelijk te maken

hopen externe ontwikkelaars dat zij binnen niet al te lange tijd toegang krijgen tot het centrale gezondheidsinformatiesysteem. Zij kunnen dan digitale oplossingen ontwikkelen waarmee centrale systemen efficiënter kunnen worden gebruikt en creëren zo synergie met de pogingen van de overheid om de gezondheid te bevorderen. Met deze volgende stap is het mogelijk om door patiënten gegenereerde gegevens of gegevens die door sensoren worden verzameld te koppelen aan de gezondheidsinformatie die door artsen wordt opgeslagen. We kunnen dan een geheel nieuwe kwaliteit in gezondheid en gezondheidszorg bereiken.

We leren door te doen – dus wat we leren hangt af van wat we doen

De toekomst van *e-Estonia* is veelbelovend. Deze benadering is gebaseerd op het feit dat we leren door te doen, dus wat we leren hangt af van wat we doen! In Estland zijn we ervan overtuigd dat we op de juiste weg zijn om de volgende stap te zetten naar behoud van ons zorgstelsel in de toekomst.



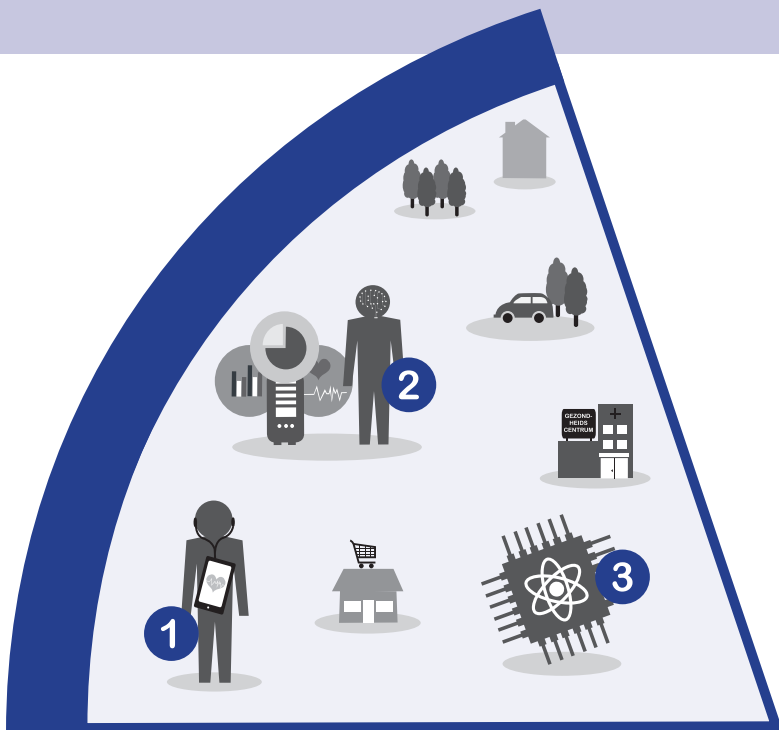
Piret Hirv, MA

Piret Hirv, MA, staat aan het hoofd van de Health Technology Division en is manager van het Connected Health Cluster bij Tallinn Science Park Tehnopol. Vanuit deze positie brengt zij netwerken samen zodat bedrijven de juiste ontwikkelingspartners en klanten kunnen vinden en ontwikkelt zij daarnaast gezondheidsdiensten door de implementatie van digitale oplossingen. Tot februari 2018 was Piret werkzaam als adviseur voor E-diensten en innovatie bij het Estlands Ministerie van Sociale Zaken en als directeur bedrijfsvoering (COO) van het succesvolle programma van het Ests EU-voorzitterschap en het Congres voor Digitale Gezondheid dat werd gehouden in Tallinn.

Diagnose

DIAGNOSE omvat alle analysetechnieken, procedures en alle vormen van onderzoek en onderzoeksresultaten die als doel hebben de aanleiding van een gezondheidsprobleem te identificeren. Op het gebied van de diagnose is mede door de toegenomen kennis en

informatie bij de zorgvrager veel veranderd in de verhouding tussen de medische professional en de zorggebruiker. Technische ontwikkelingen bieden de zorgvrager meer zelfcontrole.



Binnen deze zorgfase worden de volgende drie technologische bewegingen herkend:

- 1 DIY Diagnostics
- 2 Smart Analytics
- 3 Quantum Computing



DIAGNOSE

DIY Diagnostics

“Your smartphone can be as smart as your doctor”

Pranat Bhadani

★ *Do-it-yourself (DIY) diagnostics* biedt consumenten via toegankelijke technologische innovaties de mogelijkheid symptomen of condities te analyseren en zo zelf een diagnose te stellen. Deze zelf-diagnoses worden ingezet om een mogelijke behandeling te bepalen of helpen vaststellen dat verder onderzoek noodzakelijk is. Soms komt de zorgprofessional er helemaal niet meer aan te pas en andere toepassingen laten juist weten of een bezoek nodig is¹⁻⁴. Een technologie, ontwikkeld voor consumenten, vindt soms ook professionele toepassing als sneltest aan het bed van een patiënt. Dit wordt aangeduid met de term *Point-of-Care (PoC) Diagnostics*⁵.

📦 De toepassingen van DIY Diagnostics variëren van simpele dagelijkse metingen tot de volledige ontrafeling van een genoom of microbiom⁶. Zo kan iemand zijn of haar eigen bloeddruk meten, het hemoglobinegehalte in het bloed bepalen en diabetes, nierfalen, HIV of zelfs dragerschap van een risicogeen voor borstkanker vaststellen^{4,5}. Vaak is slechts een druppel bloed, een uitstrijkje met slijm, een urine- of ontlastingsmonster of een smartphone nodig⁷. DIY diagnostics kunnen effectief en kostenbesparend zijn⁷. Toepassingen geven mensen kennis over bijvoorbeeld genetische aandoeningen of helpen hen bij het maken van bewuste (leefstijl) keuzes. Bovendien wordt een actieve participatie in je eigen gezondheid geassocieerd met verbeterde cognitieve, gedrags-, fysische en affectieve uitkomsten^{5,8,9}.

📈 De markt voor DIY diagnostics groeit en de verwachting is dat dit zeker tot 2022 doorzet¹⁰. Naar verwachting stijgt de mondiale marktwaarde van de totale *PoC Diagnostics* markt tot \$38,1 miljard in 2022, met een jaarlijkse groei van 10% over de periode 2017 en 2022. De consumentenmarkt voor genetische testen blijft eveneens hard groeien¹¹. Meer dan 12 miljoen mensen hadden bij aanvang van het jaar 2018 hun DNA geanalyseerd met behulp van een thuiskit, een verdubbeling ten opzichte van een jaar eerder. In de Verenigde Staten heeft inmiddels één op de vijftiengint personen een dergelijke test uitgevoerd¹².



TytoCare ontwikkelde een digitale thuistest genaamd TytoHome. De toepassing bestaat uit een aantal apparaten, waaronder een digitale otoscoop, een stethoscoop, een thermometer en een digitale camera. De apparaten zijn gekoppeld aan een app die de gegevens verzamelt. Op deze manier kan een consument zelf het lichamelijk onderzoek uitvoeren en zo bepalen of professionele hulp nodig is. Ook voor professionals onderweg kan het platform uitkomst bieden.



www.tytocare.com



MammothBiosciences

Mammoth Biosciences ontwikkelt een CRISPR thuiskit om DNA van ziekteverwekkers te kunnen detecteren in speeksel-, bloed- of urinemonsters. Dit stelt consumenten in staat om in kaart te brengen wat hen ziek maakt. Een werkend prototype bestaat uit een kit ter grootte van een bankpas en een smartphonetoepassing. CRISPR kan gebruikt worden om het zikavirus, knokkelkoorts, HPV, tuberculose en enkele soorten kanker te detecteren.

www.mammoth.bio





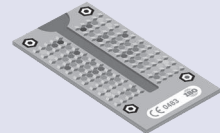
FluoroZen is een *point-of-care* draagbaar apparaat dat met behulp van het evalueren van het kleurspectrum in lichaamsmateriaal een sneltest voor BRCA1 (één van de genvarianten geassocieerd met borstkanker) uitvoert. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een kleine hoeveelheid speeksel of bloed. In slechts 20 minuten is de test klaar, waarna vervolgens de resultaten eenvoudig uitgelezen worden op een smartphone.



www.lsu.edu



Healthy.io heeft een urine-thuistest ontwikkeld die in accuratesse niet onderdoet voor een lab. Er is alleen een speciaal ontwikkelde dipstick nodig, die van kleur verandert na in contact te zijn gekomen met de urine. Deze kan dan via de camera van een smartphone worden verwerkt en uitgelezen op een smartphone. Zo kunnen consumenten sneller een testuitslag krijgen.



www.healthy.io



+ Er zijn diverse factoren die de opkomst van DIY diagnostics drijven:

- Consumenten vragen om steeds meer gezondheidsinformatie en zijn ook meer betrokken bij hun eigen zorgproces¹³. Ze gaan vaker zelf actief op zoek naar informatie over hun gezondheid⁵. Dit uit zich ook in een grotere acceptatie onder consumenten voor bijvoorbeeld genetische testkits^{11, 14-16}.
- Voor veel mensen is een beperkte toegankelijkheid en de reis- of wachttijd geen reden meer om niet door te zoeken naar de best mogelijke zorg¹⁷. Echter, velen willen ook niet meer een grotere afstand overbruggen voor de beste zorg^{17, 18}.
- De techniek wordt steeds sneller, slimmer, kleiner en daarmee toegankelijker. Daarnaast beschikken steeds meer mensen over een smartphone of ander *connected device* waarmee diagnose tools makkelijker gekoppeld en uitkomsten inzichtelijk kunnen worden gemaakt^{5, 13, 19, 20}. Het wordt steeds goedkoper om tests te laten uitvoeren^{1, 12, 15, 21, 22}.
- Nieuwe toepassingen zijn mogelijk door de toename in kennis over genetica en de invloed van het genoom op chronische aandoeningen²³. Daarnaast maakt bijvoorbeeld *smart analytics* het mogelijk om grote hoeveelheden data te kunnen verwerken²¹.

Toepassingen op het gebied van DIY diagnostics worden steeds meer gebruikt, maar dit brengt ook risico's en uitdagingen met zich mee. Niet alle testen zijn namelijk even betrouwbaar. De accuraatheid, reproduceerbaarheid, interpretaties en rapportages van bevindingen van de technologie voldoen niet altijd aan de klinische standaarden²¹. Ook kunnen testen verkeerd uitgevoerd worden, resultaten fout geïnterpreteerd of wellicht niet

bevestigd door een professional^{5, 24, 25}. De privacy van gebruikers dient gewaarborgd te blijven²⁶ en wordt er nog vaak gevreesd dat genetische informatie wordt gedeeld met derden²⁷. Ook zorgprofessionals staan nog regelmatig wantrouwend tegenover de verschillende toepassingen. Slechts 43% van de ondervraagde zorgprofessionals gaf aan resultaten van een DIY diagnose test genoeg te vertrouwen om medicatie uit te schrijven²⁸. Niet onterecht, aangezien recentelijk onderzoek uitwees dat op consumenten gerichte genetische tests in ruim 40% van de gevallen vals positieve resultaten geven²⁹. Daarnaast heerst bij zorgprofessionals de vrees dat de relatie met patiënten verandert door de informatie die zij nu bezitten door zelf-diagnoses^{5, 24}. Om de mogelijk gevaarlijke gevolgen hiervan tegen te gaan, zijn er in bijvoorbeeld in Engeland richtlijnen opgesteld voor het gebruik van DIY diagnostics³⁰.

▶ De toename in mogelijkheden voor DIY diagnostics geeft consumenten meer regie over hun eigen zorgproces en ondersteunt de beweging naar de empowered patiënt. De integratie van verschillende DIY toepassingen met het internet en toenemende informatie-uitwisselingen, maakt het systeem autonoom. DIY diagnostics maakt de zorg persoonlijker, preventiever en wellicht ook predictiever, waarbij de consument de informatie gebruikt om bewuste keuzes te maken in leefstijl en andere interventies om het risico op aandoeningen te verkleinen. Het is belangrijk dat zorgprofessionals worden meegenomen in de stroomversnelling van de technologie. Zij moeten bewust worden van de mogelijkheden en risico's om vragen van patiënten te kunnen beantwoorden³¹.

Succesvol innoveren vraagt doorzettingsvermogen



Door de vergrijzing telt Nederland steeds meer patiënten met chronische ziekten. Daarnaast kampen we met met groeiende tekorten op de arbeidsmarkt in de gezondheidszorg die de werkdruk verder verhogen. De zorg moet anders ingericht worden om iedere Nederlander ook in de toekomst te kunnen blijven bedienen met kwalitatief uitstekende zorg. Hiertoe zullen we de behoefte van de individuele patiënt als vertrekpunt moeten nemen.

Momenteel zijn de zorgpaden ingericht vanuit een aandoening, op basis van de werkprocessen van de zorgprofessional. En ook het daaraan gekoppelde financieel systeem is niet afgestemd op integrale zorg vanuit de behoefte van een patiënt.

Maar een patiënt denkt zo niet. We moeten starten met iedere patiënt centraal te stellen en, naar eigen vermogen, meer regie te geven over zijn of haar gezondheid en zorg. Al is het alleen maar zodat ze meer *compliant* zijn aan leefstijladviezen en medicijngebruik. Daardoor zullen ze ook sneller geneigd zijn hun gedrag te veranderen.

Behoeft van het individu staat centraal in blended care

Uit onderzoek is gebleken dat de meeste patiënten over het algemeen positief tegenover het gebruik van digitale toepassingen in de gezondheidszorg staan. Met digitale toepassingen kunnen wij patiënten in staat stellen om betrokken te zijn bij hun eigen zorg en hen zorgvuldig informeren zodat ze goede keuzes kunnen maken ten aanzien van hun eigen ziekte en gezondheid. Echter, de digitale mogelijkheden dienen een aanvulling te zijn op de traditionele zorg en geen volledige vervanging: zogenaamde 'blended care'. Zo ontwikkelden we binnen Salto in samenwerking met huisartsen en patiënten het uitslagenportaal, waarin patiënten zelf hun bloeduitslag met laagdrempelige uitleg kunnen inzien. Patiënten krijgen op deze manier meer inzicht in hun eigen gezondheid, zo raken ze meer betrokken bij het zorgproces en gaan ze ook beter voorbereid in gesprek met de huisarts.

Opnieuw moet de behoefte van het individu leidend blijven. En die is divers. Waar een grote groep patiënten de technologie volledig

zal omarmen, zal er ook een groep behoefte blijven houden aan een vrouwenspersoon.

“Er ligt voor zorgaanbieders een uitdaging om een hybride model te ontwikkelen, waarbij mensen die van digitale toepassingen en zelfmanagement gebruik willen maken dat wel kunnen doen, terwijl traditionele ‘warme zorg’ ook in stand blijft. Zo ook voor ons.”

Daar komt nog bij dat we de zorg op de oude manier in feite niet meer georganiseerd krijgen met het groeiende arbeidsmarkttekort. Technologische toepassingen kunnen een enorme efficiëntieslag bewerkstelligen in de zorg, bijvoorbeeld in de ondersteuning bij administratieve handelingen.

De inzet van de juiste technologie is niet vanzelfsprekend

We zien een enorme groei aan toepassingen op het gebied van *do-it-yourself (DIY) diagnostics*. Een ontwikkeling die ik ook toejuich. Zo zijn voor het thuismeten van het glucosegehalte of de stollingswaarde van je bloed reeds goede toepassingen beschikbaar. Echter, van veel apparaten die nu op de markt komen om jezelf te meten, weten we veelal nog niet wat goed is en wat niet goed is. Ook zijn er een hoop commerciële sites die online diagnostiek aanbieden. Het zijn vaak testen die over het algemeen niet gevalideerd noch aantoonbaar betrouwbaar zijn. In Europa bestaat bijvoorbeeld niet een vergelijkbaar keurmerk zoals die van de *Food and Drug Administration (FDA)* in de Verenigde Staten. Voor consumenten is het niet gemakkelijk om het kaf van het koren te scheiden. Als patiënten vervolgens wel vertrouwen op de uitkomst van die niet gevalideerde *DIY diagnostics*, brengt dat risico's met zich mee. Zo bood de ANWB ooit een test voor de ziekte van Lyme aan, die niet bleek te werken. Of kon de grote Silicon Valley-belofte Theranos haar beloften van een 'unieke' bloedtest met één druppel bloed helemaal niet waarmaken.

Het is belangrijk om vanaf de start in co-creatie met zowel patiënten, zorgvragers als zorgprofessionals een nieuwe digitale toepassing te ontwikkelen. Ook dienen zorgverzekeraars waar mogelijk in een zo vroeg mogelijk stadium aan te sluiten om

opschaling in een latere fase sneller te bewerkstelligen. De daadwerkelijke effecten van nieuwe toepassingen dienen academisch gevalideerd te worden. En de kennis die wordt opgedaan tijdens studies en onderzoeken moet breed beschikbaar zijn, zodat iedereen deze inzichten kan gebruiken bij de (door-) ontwikkeling van zorgprogramma's en eHealth-toepassingen. Daarom werken we vanuit Saltro ook nauw samen met het *National eHealth Living Lab*.

Succesvol innoveren vraagt doorzettingsvermogen

Om innovaties succesvol te laten landen in de praktijk moet ook innovatievermogen van de organisatie zelf versterkt worden. De afgelopen jaren hebben we binnen Saltro hard gewerkt om een innovatieve koploperorganisatie te worden. Dit vraagt echter doorzettingsvermogen.

Innoveren is namelijk niet altijd sexy en is vaak ook veel ploeteren.

Succesvol innoveren vergt veel herhalen, doorontwikkelen én initiëren. Het vraagt dapper leiderschap en uithoudingsvermogen. Onze organisatiestrategie is diverse malen aangescherpt, waarbij we alle organen binnen de organisatie hebben betrokken. Daarnaast is veel aandacht besteedt aan onze organisatiestructuur en -cultuur. Medewerkers zijn bijgeschoold en geïnspireerd gehouden.



Esther Talboom-Kamp MD, MBA, PhD

Esther Talboom, voorzitter Raad van Bestuur van diagnostisch centrum Saltro, was tot 2008 als huisarts werkzaam in haar eigen huisartsenpraktijk in een multiculturele wijk in Rotterdam. In 2010 behaalde zij haar master in business administration aan de Erasmus Universiteit. In 2011 trad zij aan als voorzitter raad van bestuur van het innovatieve diagnostisch centrum Saltro. In deze functie is zij eindverantwoordelijk voor de strategie en operatie van een diagnostisch centrum en laboratorium met 600 medewerkers. Daarnaast bekleedt zij nog enkele andere bestuurlijke functies. In november 2017 promoveerde zij op haar onderzoek naar de implementatie van eHealth in de eerste lijn aan het Leids Universitair Medisch Centrum. Zij zal in de toekomst haar bestuurlijk werk blijven combineren met wetenschappelijk onderzoek.

Blijven samenwerken in de toekomst

Saltro zal blijven meebewegen met de veranderde wereld om ons heen en geleidelijk meer opschuiven van een laboratorium naar een datacentrum. Binnen nu en vijf jaar krijgen we diagnostische data van patiënten binnen, die ervoor gekozen hebben om zichzelf te monitoren of dit doen omdat hun dokter dat besloten heeft. Daarnaast krijgen we traditionele data vanuit ziekenhuizen, huisartsen en prikpunten. Ook zullen consumenten en potentiële patiënten middels *DIY diagnostics* meer en meer gegevens verzamelen. Onze rol wordt om al die data te integreren en om te zetten in bruikbare informatie persoonlijk: op maat en dichtbij.

Dat brengt ook nog uitdagingen met zich mee. Om gegevens op een veilige manier te verzamelen en te delen, dient de ICT-infrastructuur op orde te zijn. De privacy van de patiënt dient immers gewaarborgd te blijven. Daarnaast worstelen ook nog veel organisaties met de praktische aspecten van de wet- en regelgeving, waaronder de recentelijk geïntroduceerde AVG. Met alle bij de zorg betrokken partijen zullen we hierin stappen moeten zetten, zodat we gezamenlijk voorbereid zijn op de toekomst.





DIAGNOSE

Smart Analytics

The goal is to turn data into information and information into insight

Carly Fiorina

★ *Big data* en *artificial intelligence* (AI). Het zijn begrippen die met elkaar te maken hebben en ook vaak door elkaar worden gebruikt. Big data is een verzamelnaam voor digitale datasets die zo groot, complex en veranderlijk zijn dat ze moeilijk (of onmogelijk) te beheren zijn met traditionele software en/of hardware¹. AI is een aanduiding voor alle technologieën die processen nadoen die worden geassocieerd met autonome intelligentie: bijvoorbeeld redeneren en conclusies trekken, het interpreteren van spraak en nieuwe zinnen formuleren². AI maakt gebruik van zelflerende algoritmes die data analyseren en verwerken, om uiteindelijk zelfstandig te functioneren. Ze kunnen patronen ontdekken in datasets die te complex en te groot zijn voor het menselijk brein. AI-technieken die ten grondslag liggen aan dit leervermogen (*machine learning*) zijn onder meer *deep learning* en *representation learning*³⁻⁵. Daarnaast maken veel smart analytics applicaties gebruik van *natural language processing* (NLP), dat zich richt op het begrip van (gesproken of geschreven) taal door computers⁶. Doordat big data moeilijk te beheren en te analyseren is met traditionele software en/of hardware en AI juist werkt door te leren van grote, moeilijk te interpreteren datasets, worden beide technieken vaak samen ingezet⁷. AI leert van bestaande datasets en maakt gebruik van die kennis om efficiënt informatie te verwerken. *Smart analytics* duidt de combinatie van AI en big data aan⁸.

■ Binnen de gezondheidszorg vindt smart analytics toepassing op het gebied van preventie, diagnostiek en behandeling⁹. Toepassingen kunnen ondersteunen in het stellen van diagnoses en klinische besluitvorming, het monitoren en coachen van patiënten, het assisteren in behandelingen en operaties en ondersteunen bij het management van zorgsystemen. Diagnostische toepassingen zijn op dit moment het meest in ontwikkeling. Analyses van datasets kunnen associaties, patronen en trends identificeren en bijvoorbeeld ziekten in eerdere stadia dan voorheen mogelijk was ontdekken. Met deze kennis kunnen zorgprofessionals en andere stakeholders in het zorgsysteem de efficiëntie en effectiviteit van diagnoses verbeteren. Binnen bijvoorbeeld de radiologie worden



Elonav is een softwaresysteem dat beelden van een functionele MRI analyseert. Het biedt neurochirurgen een tool om chirurgische en bestrahlingsrisico's beter in te schatten en te vermijden. Het helpt hen bijvoorbeeld om te bepalen welk hersenweefsel ze wel of niet kunnen verwijderen. Complexe ingrepen in de hersenen kosten dankzij Elonav minder tijd en kunnen leiden tot een betere kwaliteit van leven voor de patiënt.

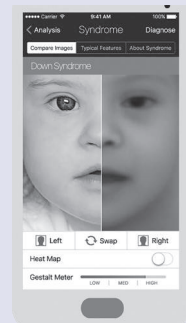


www.braincarta.com



Developed by FDNA

Face2Gene is een app die middels een foto kan bepalen welke genetische afwijkingen een patiënt mogelijkervijs heeft. Het algoritme is getraind op een database van tienduizenden gezichten en is bedoeld om zorgprofessionals te helpen in de besluitvorming rond het aanvragen van een genetische test. Face2Gene bevat inmiddels ruim 2.000 syndromen, waarvan vele zo zeldzaam zijn dat de meeste zorgprofessionals ze nooit in de praktijk gezien hebben.



www.face2gene.com



Wision AI

Wision AI uit Shanghai heeft een algoritme ontwikkeld dat voorstadia van darmkanker kan herkennen tijdens een colonoscopie. Door gebruik te maken van technieken, die oorspronkelijk ontwikkeld zijn voor het trainen van een algoritme voor zelfrijdende auto's, herkent het algoritme poliepen en kleurt deze aan op het scherm met een felle kleur. Meer dan 90% van de poliepen worden gedetecteerd, waarvan ze bijna allemaal ook daadwerkelijk een poliep zijn.

www.wision.com



Ada is een chatbot gericht op de consument. Ada stelt vragen over duur en aard van klachten, en maakt een beoordeling van de gezondheid van de gebruiker op basis van een database aan vergelijkingsmateriaal. Op basis van kansberekening stelt Ada een aantal diagnoses. Ada is daarmee meer dan een chatbot en zet naast diagnostiek ook in op het voorspellen, danwel voorkomen van mogelijke complicaties.

www.ada.com



patronen herkend door het bestuderen van enorme datasets van CT-scans en patiëntuitkomsten, om zo met toenemende precisie diagnoses te stellen⁹⁻¹² en ontstaan er toepassingen in de combinatie tussen smart analytics en genomics. Smart analytics toepassingen worden zeker niet alleen klinisch gebruikt. Veel van de apps die door consumenten thuis worden gebruikt, om bijvoorbeeld zelf diagnoses te stellen of symptomen te tracken, worden ondersteund door geavanceerde algoritmes⁹. Tot slot ondersteunt en versnelt de techniek het ontwikkelen van nieuwe medicatie binnen de farmaceutische industrie. Dit resulteert uiteindelijk in hogere kwaliteit van zorg, lagere kosten en verbeterde patiëntuitkomsten.

 De marktwaarde van smart analytics groeit explosief¹³. Naar schatting bedraagt de mondiale waarde van de gehele sector \$275 miljard in 2023, een jaarlijkse toename van 12% vanaf 2018¹⁴. Specifiek voor de gezondheidszorg bedraagt de marktwaarde in 2023 ruim \$58 miljard^{15, 16}. Analysetoepassingen omvatten het grootste deel van deze waarde, ongeveer \$5,8 miljard. Echter, de snelst groeiende component zijn de klinische toepassingen¹⁶.

 Een aantal factoren dragen bij aan de explosieve groei van smart analytics:

- De veranderende samenleving creëert de noodzaak voor de gezondheidszorg om te transformeren. Onder andere stijgende zorgkosten door de vergrijzing stuwden de zoektocht naar kosten reducerende toepassingen¹⁷.
- De werkdruk onder zorgprofessionals neemt toe¹⁸. Met de

verwachte tekorten aan zorgverleners en stijgende zorgkosten in het verschiet, zal de vraag naar 'vervanging van menselijk kapitaal' verder toenemen^{19, 20}.

- De digitalisering van de samenleving en de gezondheidszorg zorgt voor ongekende hoeveelheden data. Het volume van gezondheidszorgdata stijgt naar verwachting van 700 exabyte in 2017 tot maar liefst ruim 2.300 exabyte in 2020^{16, 21}. Protocollering en standaardisering in dataverzameling stuwden de mogelijkheden voor toepassingen op het gebied van smart analytics^{21, 22}.
- Een toenemende focus op personalized medicine stuwt de markt. Het vraagt mede een analyse van veel unieke patiëntvariabelen. Smart analytics toepassingen verwerken datasets van variabelen tot een eenduidig antwoord met klinisch nut^{23, 24}.
- De ontwikkeling van verfijndere, goedkopere en toegankelijke technologie van software en hardware voor ondernemers stuwden de groei. Onder andere snellere processoren en meer opslagmogelijkheden bieden nieuwe mogelijkheden voor smart analytics toepassingen²².

 Ondanks de mogelijkheden zijn er nog vele uitdagingen voor de volledige integratie van smart analytics in de gezondheidszorg. Een van de grootste uitdagingen blijkt nog steeds de mogelijke aantasting van de privacy van het individu door het onzorgvuldig omspringen met grote hoeveelheden (medische) data²⁶. De techniek is namelijk niet foutloos. Analyses leveren nog te vaak onterechte correlaties op of de datasets zijn niet gestructureerd waardoor er een 'rubbish in, rubbish out'-effect optreedt²⁷. Een

mogelijke oplossing wordt hier geboden door *deep data*: een stroming binnen big data die zich focust op enkel 'waardevolle' data. Men werkt dan met een relevante selectie van de dataset, bijvoorbeeld enkel de informatie van betrouwbare onderzoekers en experts of een specifieke demografische groep²⁵. Tot slot zal er een bepaalde mate van acceptatie nodig zijn. De technologie is voor velen nog een '*black box*' en kan niet tot verantwoording worden geroepen. Gaat een arts of patiënt wel akkoord met een diagnose gesteld door een computer?²⁶. Ook zit er een vertraging tussen het ontwerpen van een AI-oplossing en implementatie in de klinische praktijk, omdat het vergaren van wetenschappelijk bewijs voor een oplossing tijd vergt⁹. Op dit moment is er nog een gebrek aan 'vakmensen' die smart analytics toepassingen kunnen implementeren in de gezondheidszorg. Tot slot zijn er ethische vraagstukken verbonden aan de inzet van smart analytics. Selectief gebruik van smart analytics kan leiden tot het verbreden van sociale- en gezondheidsongelijkheid, mede omdat datasets vaak (nog) geen goede afspiegeling zijn van de diversiteit van de bevolking⁹. Technische tekortkomingen en hoge investeringen belemmeren op korte termijn een brede uitrol in de gezondheidszorg en vragen om een stapsgewijze aanpak.

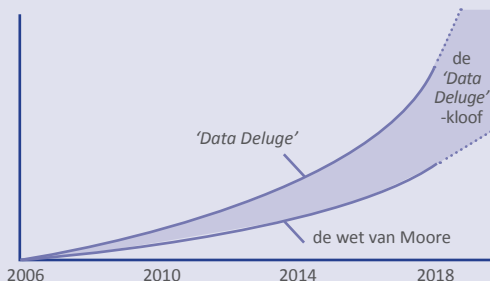
▶ Smart analytics toepassingen kunnen revolutionaire ontwikkelingen teweeg brengen binnen de gezondheidszorg. Niet alleen op gebied van diagnostiek, maar in alle facetten van het zorgproces. Systemen worden autonomer en de facetten in het zorgproces persoonlijker en predictiever. Goede implementatie van smart analytics draagt bij aan het verlagen van de zorgkosten en het verhogen van de kwaliteit van de zorg.

De wet van Moore versus de 'Data Deluge'

In 1965 zag Gordon Moore dat computers steeds sneller werden. Hij ontdekte een simpel verband tussen de snelheid van de computers en de tijd, de zogenaamde wet van Moore. Het aantal elektronische onderdelen die er op een chip passen verdubbelt namelijk elke twee jaar. Hierdoor worden computers ook steeds sneller.

Tot op heden is deze wetmatigheid waar, ondanks dat experts vermoeden dat het einde van de miniaturisatie van de chips in zicht is^{27,28}. Er wordt hard gewerkt aan andere oplossingen, zoals kwantumcomputers (zie Quantum Computing), maar deze oplossing staat veelal nog in de kinderschoenen. Echter, door het einde van de miniaturisatie lopen smart analytics toepassingen tegen een probleem aan: de '*Data Deluge*'. Voor het eind van 2021 zal de totale hoeveelheid data in datacentra meer dan 20 zettabyte (10^{21} byte) bedragen²⁹. Meer dan 30% van deze data heeft betrekking tot de gezondheidszorg³⁰. We bevinden ons in een fase waarin, mede dankzij technologische ontwikkelingen, het verzamelen en opslaan van gegevens groter is dan ons vermogen om het te verwerken, de zogenaamde '*Data Deluge*' kloof. Naar de toekomst zullen we slim om moeten gaan met de groeiende berg aan data om het potentieel ten volste te kunnen blijven benutten.

Figuur 1. De wet van Moore versus de 'Data Deluge'³¹



VERDIEPING

Molly: De Virtuele verpleegkundige



Molly is een virtuele verpleegkundige, een zogenaamde 'zorgavatar', gespecialiseerd in hartfalenzorg. De avatar is gericht op het monitoren van patiënten en moet hen op een gebruiksvriendelijke wijze begeleiden. Molly vraagt de patiënt hoe het met hem gaat, en instrueert mondeling om het gewicht en bloeddruk te meten met de bijgeleverde digitale weegschaal en bloeddrukmeter. Na de metingen geeft ze de patiënt uitslag over de resultaten en advies over eventueel te nemen acties. Het systeem werkt via een app op de mobiel of tablet.

Ruim 10 jaar geleden verkende het Hart & Vaat Centrum van het UMC+ in Maastricht (MUMC+) al toepassingen op het gebied van telebegeleiding bij hartfalenpatiënten. In samenwerking met Sananet werd in 2014 een online telemonitoring tool ontwikkeld, genaamd MijnHartfalenCoach. MijnHartfalenCoach helpt gebruikers om hun eigen gezondheidssituatie in de gaten te houden. Tegelijkertijd ontwikkelde de Amerikaanse firma Sense.ly de chatbot Molly. Met Molly sleepten ze de eerste prijs in de wacht tijdens een wedstrijd voor telemonitoring applicaties, waarna ze de chatbot buiten de Verenigde Staten mochten testen. Hiertoe werd contact opgenomen met het MUMC+ vanwege hun ervaring met telemonitoring bij hartfalenpatiënten. *"Molly had nog niet veel 'hersenen' en moest worden getraind. Wij misten daarentegen een goede manier om te communiceren met de patiënten. Zodoende werd de interface van Molly gecombineerd met de inhoud van MijnHartfalenCoach", aldus prof. dr. Hans-Peter Brunner-La Rocca, cardioloog bij het MUMC+.*

Inmiddels is Molly in een pilot getest waaruit bleek dat deze vorm van zorg effectief is: het aantal ziekenhuisbezoeken is verminderd en patiënten voelen zich op hun gemak. *"Het is belangrijk dat de technologie wordt ingezet als een hulpmiddel om een duidelijk doel te bereiken, en niet als doel op zichzelf",* zo geeft dr. Josiane

Boyne, onderzoeker en coördinator Hartfalenzorg bij het MUMC+, aan. Soms moet je daartoe ook een stap terug nemen om de interventie én het proces eromheen goed te kunnen beoordelen. De verandering gebeurt immers niet vanzelf en in de kliniek kunnen dingen anders uitpakken dan hoe de theorie het beschrijft. Innovaties dienen niet zomaar bovenop het reguliere zorgproces geïntegreerd te worden, maar er moet ruimte gecreëerd worden om te innoveren en te leren van gemaakte fouten.

Naar de toekomst toe zal Molly nog veel meer in de richting van zelfzorg gaan, waarin de patiënt meer regie krijgt over zijn of haar eigen gezondheid. Een nieuwe versie van de virtuele verpleegkundige moet veel meer kunnen, zoals het verstrekken van behandeladvies, het stellen van diagnoses en het voorschrijven van medicatie. Ze moet zelflerend zijn en zich aan kunnen passen aan situaties. Daarnaast moet de toepassing ook gebruiksvriendelijk en stimulerend zijn voor iedere doelgroep, ongeacht opleidingsniveau, leeftijd of geslacht. *"De applicatie kan naast hartfalenzorg, ook voor andere doelgroepen van toegevoegde waarde zijn",* zo vertelt Brunner-La Rocca.

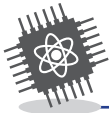
Recentelijk ontving het MUMC+ een grote Europese subsidie voor verdere ontwikkeling van de toepassing. Bij deze vervolgstappen wordt structureel het gesprek gevoerd met de patiënten over hun behoeften. Daarnaast worden medewerkers en andere zorgprofessionals zorgvuldig meegenomen in de ontwikkelingen om de betrokkenheid te waarborgen. Boyne geeft aan: *"We hebben niet alleen aandacht voor de technische aspecten van de toepassing, maar ook voor het menselijke aspect".* Ook dient er bij implementatie aandacht uit te gaan naar het systeem. Momenteel denkt men nog te veel in (data)silo's, terwijl het combineren van verschillende datasets veel mogelijkheden bieden voor het verbeteren van de zorg.



Maastricht UMC+

Maastricht UMC+

Het MUMC+ is één van de acht universitair medische centra in Nederland met 715 bedden, circa 7.000 medewerkers en 4.000 studenten. Het centrum onderscheidt zich (inter)nationaal door de focus op preventie. Hart- en vaatziekten is één van de speerpuntgebieden van het centrum.
www.mumc.nl



Quantum Computing

“Businesses need to be ready for a quantum future because it's coming”

Jeremy O'Brien

★ *Quantum computing* beschrijft de opkomende beweging van kwantumcomputers. Een traditionele computer maakt gebruik van zogenaamde bits, een symbool of signaal dat 0 of 1 als waarde kan hebben. Deze bits worden gebruikt om digitale informatie op te slaan en te verwerken. Een kwantumcomputer, daarentegen, maakt gebruik van qubits, die naast 0 of 1 ook 0 én 1 tegelijk kunnen zijn. Dit wordt een 'superpositie van staten' genoemd. Daarnaast maken kwantumcomputers gebruik van 'kwantumverstrengeling'. Dit betekent dat de informatie op qubit a ook nog in relatie staat met de informatie op qubit b. Deze twee principes maken dat kwantumcomputers exponentieel sneller kunnen rekenen dan traditionele computers. Dit biedt kansen voor de gezondheidszorg, waarbij de rekenkracht of snelheid van traditionele computers een beperkende factor zijn¹⁻³.

📦 Kwantumcomputers bieden meer rekenkracht voor het doorworstelen van databases. Daardoor is het bijvoorbeeld mogelijk om de eerste stadia van medicijnontwikkeling sneller te doorlopen^{4,5}. Ook kunnen kwantumsensoren in MRI's in de nabije toekomst preciezere beeldvorming faciliteren⁶. Daardoor kijken radiologen naar slechts enkele moleculen in plaats van het gehele lichaam of een heel lichaamsdeel⁶. Quantum computing biedt de mogelijkheid om een beter plan voor bestraling van kankercellen te bepalen, waardoor de schade aan omringende weefsels wordt beperkt⁷. Ook kan het gehele genoom sneller in kaart worden gebracht³.

De techniek ondersteunt ook andere technologische bewegingen. Een crossover-toepassing van nanotechnologie en quantum computing is de *bio-barcode assay*, waarbij gouden nanodeeltjes met unieke kwantumeigenschappen worden gebruikt om actieve immuuncellen in beeld te brengen^{6,8}. Deze toepassing kan het screenen op specifieke aandoeningen, bijvoorbeeld de ziekte van Alzheimer of prostaatkanker, vergemakkelijken. Tot slot is er een belangrijke rol voor kwantumcomputers weggelegd in *smart analytics*. Met name op het gebied van *machine learning* is de mogelijkheid om veel parallelle rekenprocessen tegelijk uit te voeren cruciaal⁹.

D:WAVE
The Quantum Computing Company™

De D-wave 2000Q is een commercieel beschikbare kwantumcomputer die binnen de diagnostiek gebruikt wordt om beeldvorming te optimaliseren door geautomatiseerd beelden te analyseren. Daarnaast kan de D-wave 2000Q gebruikt worden om radiotherapie te optimaliseren, nieuwe potentiële medicijnen te ontdekken of eiwitmodellen te creëren. Er wordt gesteld dat deze kwantumcomputer meer dan 200 miljoen keer sneller is in het oplossen van reguliere rekenproblemen dan een traditionele computer.

www.dwavesys.com



🔮 De markt voor kwantumcomputers is sterk in opkomst. Naar verwachting is deze \$495 miljoen waard in 2023, na een jaarlijkse groei van 24% sinds 2017^{10,11}. Na initiële scepsis over de toepasbaarheid van kwantumcomputers zijn de eerste prototypen inmiddels gereed en begeven zich de eerste commerciële toepassingen zich op de markt. Er is zelfs een online kwantumcomputersimulator beschikbaar¹².

⊕ De groei van de quantum computing markt wordt gedreven door meerdere ontwikkelingen, waaronder:

- De toepasbaarheid van kwantumcomputers neemt toe door technologische ontwikkelingen in soft- én hardware¹³⁻¹⁶.
- Er investeren steeds meer commerciële bedrijven in de ontwikkeling van praktisch toepasbare kwantumcomputers^{5,17,18}.
- De digitalisering van de samenleving en de gezondheidszorg zorgt voor ongekende hoeveelheden data. Daarnaast vragen ontwikkelingen op het gebied van blockchaintechnologie en geavanceerde cybersecurity-oplossingen om extra rekenkracht¹⁹.

🔢 Ondanks recente successen, prototypes en theoretisch bijna onbegrensde mogelijkheden lopen kwantumcomputers in de praktijk nog tegen uitdagingen aan. Voor de meeste potentiële taken zijn kwantumcomputers namelijk nog niet efficiënter dan conventionele computers. Algoritmen zijn complex en het kwantumprogrammeren staat nog in de kinderschoenen. Er

Case Western University en Microsoft ontwikkelen samen kwantumcomputer algoritmes die Magnetic Resonance Fingerprinting (MRF) mogelijk moeten maken. Deze techniek, die een aantal jaar geleden werd gepubliceerd in Nature²³ maakt van MRI-scans een nog grotere schat aan informatie. Zo kan het gebruikt worden om in een heel vroeg stadium ziekten als kanker te herkennen. Om dit goed te laten werken dient MRF te zijn afgestemd op het individu en dat vereist enorme rekenkracht. Dit is waar de algoritmes, ontwikkeld met kwantumcomputers van Microsoft, de oplossing bieden.

www.case.edu/mrf



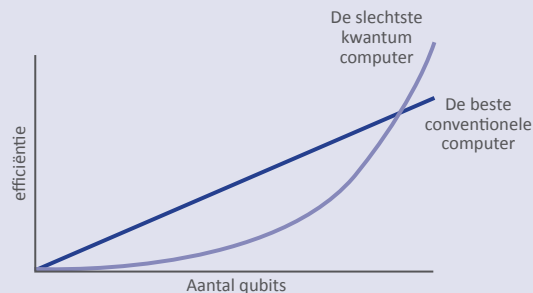
worden specifieke vaardigheden van het technisch personeel gevraagd⁹. Daarnaast zijn er specifieke omstandigheden vereist voor een kwantumcomputer om optimaal te functioneren²⁰. Een andere belemmering zijn de zorgen over wat bijna onbegrensde rekenkracht betekent voor privacy binnen ons huidige (zorg) systeem. Traditionele wachtwoorden en beveiligingen zijn snel gekraakt met kwantumcomputers. Dit vraagt om een beveiliging die *quantum-proof* is en wellicht een nieuwe manier om gegevens te versleutelen^{21, 22}. Ook vragen de ontwikkelingen om een ethische discussie over het intellectueel eigendom van een echte doorbraak²².

De ontwikkelingen op het gebied van quantum computing zijn mogelijk revolutionair, niet alleen voor de gezondheidszorg, maar in de maatschappij als geheel. Echter, er zijn nog hordes te nemen voordat kwantumcomputers toegankelijk zijn voor dagelijks gebruik in de gezondheidszorg. Voorlopig is het nog het domein van onderzoekers, al betreden de eerste prototypen de markt. Uiteindelijk ondersteunt quantum computing de beweging naar krachtigere en snellere autonome systemen in zorg en welzijn.

Quantum Computing for dummies

Iedere conventionele computer slaat informatie op als bits. Een bit kan 0 of 1 als waarde hebben. Een kwantumcomputer gebruikt geen bits, maar qubits. De qubit kan op een enkel moment zowel nul als één zijn. Een qubit heeft daarmee dubbel zoveel 'waarde' als een gewone bit. Bij elke extra qubit, kwadrateert de rekenkracht van de computer. Bij vier qubits bijvoorbeeld, voert een kwantumcomputer $4^2=16$ berekeningen tegelijk uit. Een 'conventionele' computer voert deze berekeningen één voor één uit. Daardoor rekent een kwantumcomputer veel sneller. Het is sterk afhankelijk van de toepassing van de kwantumcomputer hoeveel van de extra berekeningen nuttig zijn; met name bij toepassingen waar veel verschillende mogelijkheden moeten worden gegenereerd of geëvalueerd, blinkt een kwantumcomputer uit.

Een qubit kan tegelijkertijd 0 en 1 als waarde hebben dankzij het kwantummechanica-principe van een superpositie van staten. Voor een kwantumcomputer is het daartoe van belang dat deze aan een aantal technische eisen voldoet. Zo moet een kwantumcomputer in een vacuüm werken, dicht bij het absolute nulpunt. Dat verkleint de kans dat de superspositie van staten vervalst. Vanwege technische problemen, zoals de hoge instabiliteit van de processoren, is een kwantumcomputer pas echt efficiënter dan een conventionele computer bij een groot aantal qubits.





Data analytics eist evolutie in de zorg

De medische diagnostiek is een proces van informatie afwegen, waarvoor computers bij uitstek geschikt zouden kunnen zijn. Dit werd in de jaren 50 van de vorige eeuw door een artikel gesteld in het tijdschrift Science. Inmiddels zestig jaar later staan we aan de vooravond van de eerste doorbraken, mede dankzij nieuwe technologische mogelijkheden. Data analytics beschrijft het samenspel van (medische) data, dataverwerkingstechnieken (waaronder artificial intelligence en machine learning), de inbreng van de patiënt en de professionele kwaliteiten van de zorgprofessional en data scientist. De technologie is daarbij niet het doel, maar een middel om de zorg te verbeteren en te personaliseren. Uiteindelijk streven we naar een zo hoog mogelijke kwaliteit van zorg voor de individuele patiënt. De vraagstukken uit de zorg zijn daarmee ook de drivers van de verandering. We zullen daartoe in co-creatie met elkaar moeten samenwerken.

“Splendid isolation won’t do.”

Data analytics verandert het diagnostisch proces

Mijn verwachting is dat het diagnostische proces in de komende jaren een fundamentele verandering gaat doormaken, waarbij data en algoritmen meer sturend gaan zijn. Als individu verzamelen we namelijk ook steeds meer data thuis zelf. Gecombineerd met klinische data van diverse specialismen zullen algoritmen komen tot een diagnose, een waarschijnlijkheid. Op basis hiervan zal de patiënt, in samenspraak met de zorgprofessional, stappen zetten om zijn of haar gezondheid en kwaliteit van leven te verbeteren. Want de zorgprofessional zelf zal niet overbodig worden gemaakt door deze algoritmen.

“De technologie wordt onmisbaar als ondersteuning, maar verpleegkundigen en artsen blijven belangrijk voor het menselijke aspect in de zorg.”

Project ADAM

Het UMC Utrecht (UMCU) startte een corporate programma met pilotprojecten onder de naam ADAM: Applied Data Analytics in Medicine, geïnitieerd en volledig ondersteund door de Raad van Bestuur. Geen researchproject, maar een concrete klinische vraag ligt aan de pilots ten grondslag. Het doel: een digitaal ondersteund ziekenhuis met gepersonaliseerde data gedreven zorg. Via kort cyclische pilots wordt er in multidisciplinaire teams gewerkt aan innovatieve oplossingen voor verschillende gebieden in de zorg.

“Patiënten, zorgprofessionals én data scientists zitten altijd aan tafel om te komen tot een product dat ook echt in de klinische praktijk geïmplementeerd kan worden.”

Daarnaast wordt nadrukkelijk de samenwerking gezocht buiten het UMCU, met firma’s die specifieke expertise hebben op het gebied van data analytics. Zo ontwikkelden we een algoritme voor de afdeling Neonatologie, waarmee we twaalf uur eerder kunnen detecteren dat een baby’tje bloedvergiftiging krijgt.

Randvoorwaarden dienen op orde te zijn voor succesvolle implementatie

Bij het implementeren van data analytics in de dagelijkse praktijk is het noodzakelijk om van tevoren goede afspraken te maken zodat alle juridische, ethische en privacy-zaken helder zijn geregeld. Binnen het UMCU zijn bijvoorbeeld afspraken gemaakt over het intellectueel eigendom van de data en hebben we met behulp van onze juristen en de privacy officer van UMCU het proces van voor naar achter dichtgetimmerd. Ook staan we stil bij nog nieuwe, nog ondoorgronde, vragen. Wat is de betrouwbaarheid van een algoritme? Is een arts aansprakelijk wanneer hij vanuit zijn expertise en ervaring afwijkt van het oordeel van het algoritme? En wat zijn de noodzakelijke stappen om een algoritme te valideren voor dagelijks gebruik? Een cultuurverandering is cruciaal voor succesvolle inbedding van de technologische toepassingen in het zorgproces. Sommigen zorgprofessionals omarmen namelijk de nieuwe mogelijkheden, anderen staan er (nog) sceptisch tegenover. Het gehele ‘systeem’, van patiënt tot arts tot bestuurder tot externe betrokkenen, moeten betrokken worden in het proces.

Aan de vooravond van een evolutie

We gaan steeds meer (medische) data genereren en combineren, maar het is gevaarlijk als we die berg data maar doelloos en zinloos gaan gebruiken zonder oog voor de context van de data. De betrokkenheid van medische expertise blijft essentieel bij het ontwikkelen van medische algoritmen. Binnen vijf à tien jaar zal data analytics een vaste plek verwerven in het dagelijkse zorgproces. Echter, data alleen leidt ‘slechts’ tot inzichten. Succesvolle implementatie van de techniek en de juiste vervolgacties leiden tot toegevoegde waarde voor de patiënt. Dit proces kost tijd. Net als in de natuur passen we ons aan op een veranderende omgeving en benutten we de technologische mogelijkheden.

“Stapje voor stapje evolueren we mee, waarbij we het doel om de zorg te verbeteren en te personaliseren voor ogen houden.”



UMC Utrecht



Prof. dr. Wouter van Solinge

Prof. dr. Wouter van Solinge is afdelingshoofd Laboratorium voor Klinische Chemie en Haematologie én ambassadeur eHealth & Big Data bij het UMC Utrecht. Hij is als zodanig onder andere verantwoordelijk voor het programma Applied Data Analytics in Medicine. Tevens startte hij in 2004 de Utrecht Patient Oriented Database, een onderzoeksdatabase waarin de patiëntgegevens van het UMC Utrecht zijn vastgelegd.

Behandeling & Begeleiding

BEHANDELING richt zich op het herstellen of voorkomen van verergering van lichamelijke, psychische en sociale gezondheidsproblemen door middel van medische, gedragswetenschappelijke en/of paramedische behandelingen. Het omvat ook het faciliteren van verpleging en verzorging, en het voorzien

van een patiënt in de materiële omstandigheden waaronder die handelingen kunnen worden verricht.

BEGELEIDING heeft betrekking op het stabiliseren dan wel het activeren van iemands psychisch, sociaal en lichamelijk functioneren.



Binnen deze zorgfase worden de volgende zes technologische bewegingen herkend:

- 1 Digital Reality
- 2 Printing Procedures
- 3 Robotic Operations
- 4 Bionics
- 5 Advanced Therapeutics
- 6 Nanotech



Digital Reality

Augmented reality is one of the most promising digital technologies at present and it has the potential to change healthcare and everyday medicine completely for physicians and patients alike

The Medical Futurist

★ *Digital reality* beschrijft technologieën zoals *virtual reality* (VR), *augmented reality* (AR) en *mixed reality* (MR). VR plaatst een gebruiker in een virtuele wereld, die als een nieuwe werkelijkheid ervaren wordt. AR voegt visuele, auditieve of tactiele elementen toe aan de realiteit maar vervangt deze niet. MR combineert beide en heeft betrekking op de wisselwerking tussen de realiteit en de virtuele wereld^{1,2}. Een gebruiker kan dan bijvoorbeeld echt gereedschap gebruiken, om daarmee een virtueel effect te bereiken³.

📦 Digital reality biedt veel mogelijkheden voor patiënten én zorgprofessionals. De educatie van professionals en medisch studenten is een uitgebreide toepassing die in een eerdere editie van *Zorg Enablers* is aangeduid met de term *Digital School*⁴⁻⁷. Dit kan bijvoorbeeld door het projecteren van hologrammen en het meekijken en uitvoeren van (virtuele) operaties. Het is mogelijk om in real-time onderliggende structureren tijdens een operatie te projecteren, ook wel aangeduid met de term *ARAS (Augmented Reality Assisted Surgery)*⁸⁻¹². Ook zijn er mogelijkheden om personen meer inzicht te geven in de leefwereld van bijvoorbeeld patiënten. Onderzoek wijst namelijk uit dat digital reality, meer dan andere media, empathie traint^{13,14}. Therapeutisch worden de technieken ingezet voor de behandeling of vermindering van fobieën, fantoompijn, post-traumatisch stressyndroom en angststoornissen¹⁵⁻¹⁸. Digital reality toepassingen kunnen patiënten ondersteunen in het revalidatieproces^{19,20}. Tot slot worden toepassingen in het zorgproces ingezet om het contact tussen immobiele patiënten en de buitenwereld te faciliteren, om daarmee ook het mentaal welzijn te bevorderen. Er zijn diverse initiatieven waarbij patiënten virtueel naar een museum kunnen, of zelfs hun eigen huis. Aan de andere kant kan het ook juist mensen die aan huis gekluisterd zitten uit een sociaal isolement halen²¹⁻²³. Digital reality kan resulteren in reductie van de zorgkosten dankzij verbeterde of snellere uitkomsten voor patiënten.



umcg

Het UMCG behandelt in internationaal onderzoeksverband patiënten met fantoompijn met behulp van digital reality. De eerste resultaten van het Neuromotus systeem zijn zeer veelbelovend. Tijdens de behandeling worden de hersenen als het ware voor de gek gehouden, door te geloven dat het missende ledemaat er nog is. De patiënten bewegen de 'arm' of het 'been' door spieren in de stomp aan te spannen.



www.umcg.nl



SENSIKS.

SENSORY REALITY
PODS. PARTS. PLATFORM

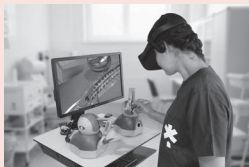
De Sensory Reality Pod van Sensiks is een beleevingscabine waarin gebruik wordt gemaakt van VR, maar ook luchtstroom, geur, trilling, smaak en lichtfrequenties. De cabine is gekoppeld aan hartslag- en ademhalingsensoren, wat de gebruiker in staat stelt de omgeving te veranderen op geleide van ademhaling. Het doel is dat patiënten verlicht worden van een stressgevoel. De Sensory Reality Pods zijn al door enkele zorginstellingen in Nederland geïmplementeerd.

www.sensiks.com



FUNDAMENTAL SVRGERY ✱

FundamentalVR noemt zich een 'vluchtsimulator voor chirurgie'. Het is één van de meest moderne chirurgiesimulators en onderscheidt zich onder andere door middel van haptische feedback, ofwel een gevoel van aanraking. Hiermee creëren ze een realistische omgeving die een daadwerkelijke chirurgische ingreep zou bieden. Daarnaast worden ook de resultaten gemeten en opgeslagen om progressie of extra aandachtsgebieden in kaart te brengen. Zodoende beogen de ontwikkelaars de patiëntuitkomsten te verbeteren en de trainingskosten van chirurgen te verlagen.



www.fundamentalvr.com



De mondiale markt voor digital reality zal naar verwachting een sterke jaarlijkse groei kennen van ruim 71% over de periode 2017-2022²⁴. Specifiek voor de gezondheidszorg wordt eveneens een sterke groei verwacht, veelal gedreven door de groeiende vraag naar AR-toepassingen. Over de periode 2017-2022 wordt er een jaarlijkse groei verwacht van ruim 36% tot een totale marktwaarde van bijna \$5 miljard in 2023²⁵. De verkoop van *host devices* vormt daarin het grootste marksegment.

- De maatschappij en daarmee de gezondheidszorg digitaliseert. De technologie wordt meer en meer omarmd door zorgprofessionals, mede doordat het zulke goede resultaten laat zien in de behandeling¹⁵⁻¹⁸. Ook onder patiënten is de acceptatie van het gebruik groot²⁶.
- Een stijgende druk op het leveren van effectieve zorg door hogere zorgkosten vraagt om kosteneffectieve oplossingen. Toepassingen hebben mogelijk een kostendrukkend effect door bijvoorbeeld het verminderen van het aantal contactmomenten tijdens de revalidatie en therapieën met meerdere patiënten te combineren.
- De technologie wordt steeds goedkoper en handzamer, toegankelijker voor het grotere publiek en boort nieuwe toepassingen aan. Technologische ontwikkelingen, waaronder kleinere schermen met hogere resolutie, accuratere



Beth Israel Deaconess
Medical Center

Onderzoekers uit Boston hebben software ontwikkeld voor de Microsoft HoloLens, waarmee littekens in real-time op het hart geprojecteerd kunnen worden van de patiënt tijdens een operatie. Dit betekent dat chirurgen niet langer hoeven wisselen tussen de patiënt en een scherm tijdens de operatie. Behalve onhandig, geeft dat wisselen ook problemen met de steriliteit van de omgeving. Dit wordt opgelost door beelden, bijvoorbeeld van CT- of MRI-scans, via de holoLens te projecteren over de werkelijkheid.

Jang J. et al.³⁴



gyroscopen voor de bepaling van de oriëntatie van het apparaat, veel (compactere) rekenkracht voor een hoog aantal beelden per seconde en snelle beeldverwerking, bevorderen de groei van de markt^{24, 27}.

Ondanks de explosieve marktgroei en de potentie van digital reality toepassingen, bestaan er belemmeringen voor een brede uitrol in de gezondheidszorg. Allereerst zijn de aanschafkosten van de hardware nog altijd hoog²⁸. Daarnaast is de techniek veelal zeer complex en belemmert het gebrek aan vaardigheden zorgprofessionals bij het gebruik ervan²⁸. Ook het gemis van grote effectiviteitsstudies verhindert grootschalige implementatie²⁹. De technologie zelf heeft ook nog beperkingen. Zo is het gezichtsveld van de headset, afhankelijk van het model, vaak nog beperkt³⁰. Tot slot kunnen er neveneffecten optreden bij het gebruik van digital reality, waaronder irritatie en misselijkheid, ook wel bekend als bewegingsziekte of *virtual reality sickness*³¹⁻³³.

Ondanks bovengenoemde beperkingen is een toenemende toepassing van digital reality in de gezondheidszorg een feit. Het stelt ons in staat om met een andere bril te kijken naar de manier waarop educatie en training van studenten en zorgprofessionals, patiënten en hun omgeving plaatsvindt. Mede dankzij diverse therapeutische toepassingen verbeteren de patiëntuitkomsten en worden zorgkosten verder gereduceerd. De ontwikkelingen binnen digital reality dragen daarmee bij aan de beweging naar *autonomic systems* en de *bionic human*.



Printing Procedures

“3D printing is going to be bigger than what the 3D printing companies are saying”

Credit Suisse

★ *Printing procedures* beschrijft een productiemethode, ook wel bekend als 3D-printen, waarbij objecten driedimensionaal worden opgebouwd. Allerlei materialen kunnen 3D-geprint worden, waaronder plastic, metaal, poeder, keramiek maar ook vloeistoffen. De materialen worden laag voor laag aangebracht, gebruikmakend van een 2D-model. Dit 2D-model kan ook verkregen worden door medische beeldvormingstechnieken als CT-scans of röntgenfoto's. Een bijzonder type 3D-printen is bioprinting: het 3D-printen van biologisch materiaal als cellen en voedingsbodems voor cellen¹⁻³.

📌 Steeds meer materialen kunnen 3D-geprint worden en daarmee van nut zijn in de gezondheidszorg. Voorbeelden zijn botten, kronen, protheses en medische hulpmiddelen, maar ook modellen voor educatie en besluitvorming. Met bioprinting kunnen steeds geavanceerdere prints worden gemaakt ter vervanging van zachte weefsels en organen². Er kunnen kleine dragers worden geprint om medicijnen op de juiste plek te krijgen⁴, als ook de medicijnen zelf⁵. 3D-printen is vaak goedkoper, sneller en kan heel precies aan specifieke en complexe eisen voldoen voor één patiënt of toepassing. Door te printen vanaf een digitaal model is er sprake van hoge precisie en reproduceerbaarheid. De techniek reduceert afval en kosten, doordat deze zich baseert op toevoeging in plaats van verwijdering⁶⁻⁸. Ook voor de zorgprofessional biedt de techniek veel voordelen. Geprinte modellen ondersteunen bij de voorbereiding van operaties waardoor risico's afnemen en de operatieduur verkort. Tot slot biedt 3D-printing de potentie om dierproeven te vervangen en de farmaceutische industrie in staat te stellen om het testen van nieuwe medicijnen te vernieuwen^{7,9}.

📌 De markt voor printing procedures in de gezondheidszorg groeit. Er wordt voorspeld dat de marktwaaarde vanaf 2018 jaarlijks met bijna 22% zal toenemen in waarde tot bijna \$2 miljard in 2023¹⁰. De marktwaaarde van 3D-bioprinting zal het sterkste stijgen in deze periode, met ruim 26% per jaar¹¹. Met name protheses, implantaten en educatieve modellen zijn sterk



ActivArmor is een commercieel beschikbare 3D-geprinte splint. De splints zijn waterbestendig en ademend en stellen patiënten, met name sporters, in staat een actieve levensstijl te behouden.

Artsen kunnen op basis van een scan van het gebroken of gekneusde ledemaat een aantal verschillende types splints aanvragen, die volledig afgestemd op de behoefte van de patiënt worden geprint.



www.activarmor.com



Onderzoekers aan de University of Buffalo hebben een techniek ontwikkeld om 3D-geprinte kunstgebitten te maken, die een schimmeldodend middel afgeven. Ruim tweederde van de patiënten met een kunstgebit heeft geregeld last van schimmelinfecties. Antimicrobiële mondspoelingen en het bestralen van het kunstgebit zijn bestaande oplossingen hiervoor, maar deze hebben beperkt succes en kunnen niet gebruikt worden tijdens het dragen van het gebit. De 3D-geprinte kunstgebitten zijn goedkoper, geavanceerder (door de inclusie van medicijnafgifte-compartimenten) en sneller te maken.

www.buffalo.edu





Stratasys is een fabrikant van 3D-printers en -software, specifiek gericht op chirurgie. Accurate 3D-geprinte modellen stellen chirurgen in staat tot het plannen van iedere operatie. Met name bij complexe breuken, zoals in het gezicht, is dit voordelig. In het universitair ziekenhuis in Basel (Zwitserland) wordt de printer al ingezet. Niet alleen neemt de operatieduur met meer dan 33% af, de inzet van de modellen resulteert ook in significante kostenbesparingen per ingreep. Implantaten kunnen met behulp van de printer worden gepersonaliseerd, resulterend in betere patiëntuitkomsten.

www.stratasys.com



groeïende marktsectoren⁹. De groei van de markt voor printing procedures wordt het best geïllustreerd door de toename van het aantal 3D-printers; er wordt verwacht dat er in 2020 meer dan 6,7 miljoen 3D-printers verkocht worden, ruim 14 keer zoveel als in 2016¹². De groei van 3D-printers in de gezondheidszorg spiegelt deze beweging: iedere twee jaar verdubbelt het aantal ziekenhuizen in de Verenigde Staten met 3D-printing faciliteiten¹³. Tegen 2021 zal naar verwachting een kwart van alle chirurgen ingrepen trainen met behulp van 3D-geprinte modellen¹⁴.

+ De opkomst van 3D-printen in de gezondheidszorg wordt versterkt door een aantal factoren:

- De focus op persoonlijke zorg stimuleert de vraag naar op maat gemaakte producten. Prothesen, implantaten en medicijnen kunnen dankzij de techniek persoonlijk worden aangemeten^{6, 9, 15}.
- De technische mogelijkheden nemen toe en de kosten nemen af. Het aantal toepassingsmogelijkheden groeit door een ontwikkeling in de verscheidenheid aan biomaterialen^{7, 16, 17}.
- Een tekort aan donororganen verhoogd de noodzaak voor een alternatief¹⁸. Dit tekort wordt mede gedreven door de toename in individuen met een chronische aandoening¹⁹. Het bioprinten van organen met lichaamseigen materiaal biedt mogelijk oplossing voor de toekomst^{20, 21}.
- Een toename in investeringen, onderzoek, fusies, acquisities en aflopende patenten maken dat meer bedrijven zich op de markt begeven^{16, 17, 22}.



Precise Bio heeft een volledig bioprinted hoornvlies ontwikkeld. Het hoornvlies is een dun laagje cellen in het oog, dat noodzakelijk is om te zien. Het bioprinted hoornvlies is inmiddels met succes getest en binnenkort starten de eerste klinische trials. Als alles goed gaat, kan deze innovatie velen nieuw perspectief bieden: er is wereldwijd namelijk slechts één donorhoornvlies beschikbaar voor iedere zeventig die er nodig zijn²⁷.

www.precise-bio.com



Ondanks de voordelen van het 3D-printen, is het nog geen gemeengoed binnen de gezondheidszorg. Zo vormen de hoge aanschafkosten nog een grote belemmering^{9, 16, 22, 23}. Er is echter wel een sterke neerwaartse tendens in de prijs zichtbaar. Een goedkope 3D-printer, geschikt voor bijvoorbeeld het printen van educatieve modellen, is inmiddels voor minder dan €200 te koop²⁴. Ook remmen wet- en regelgeving de ontwikkeling en toepassingen^{9, 16, 22}. Ten derde komt de technologie ook nog met technische uitdagingen, met name bij 3D-bioprinting. In dit veld wijken de modellen in veel gevallen nog te sterk af van het complexe menselijk weefsel^{23, 25, 26}. Er wordt geschat dat het printen van complexe organen nog zeker tien jaar op zich laat wachten²⁶. Tot slot zijn er nog te weinig studies die kijken naar de impact van 3D-printen versus conventionele methoden. Dit maakt het lastig om te evalueren of de extra kosten van het produceren van een 3D-model opwegen tegen verminderde operatieduur, verminderde revisies en verkorte opnameduur. De meerwaarde van 3D-geprinte modellen in educatie en training van studenten en zorgprofessionals is echter al wel bewezen²³.

▶ 3D-printen een krachtig instrument voor de toekomst. Het heeft zich bewezen in de creatie van anatomische modellen ter assistentie van gecompliceerde operaties, het trainen van medische professionals en het creëren van aangepaste prothesen, implantaten en medicijnen. 3D-printers blijven hun capaciteiten uitbreiden, kosten reduceren, snelheid verhogen en de toepasbaarheid van printbare materialen uitbreiden. Iedere dag wordt er vooruitgang geboekt, in zowel de technologie als in het gebruik ervan, die leidt tot meer persoonlijke zorg. Printing procedures ondersteunen de beweging naar de *empowered patient* én *bionic human*.



Robotic Operations

“It's as if the tips of the instruments become your fingertips”

William Peine

★ *Robotic operations* omvat robotica waarmee medische handelingen geautomatiseerd kunnen worden. De technologie ondersteunt de zorgprofessional in de behandeling en begeleiding van patiënten en komt in vele soorten en maten. Een belangrijke vorm is precisierobotica voor chirurgie¹, een vorm van minimaal invasieve chirurgie waarbij gebruik wordt gemaakt van robotische armen. Ook ondersteunende rollen in de kliniek kunnen worden overgenomen door een robot. Denk hierbij aan een robot die instrumenten of operatiekamers steriliseert².

📦 Met de inzet van robotic operations kunnen handelingen minder invasief en comfortabel zijn voor de patiënt. Patiëntuitkomsten verbeteren en de patiëntveiligheid en –tevredenheid neemt toe³⁻⁶. Met het ondersteunen of volledig overnemen van handelingen, verminderen robots de werklast, vergroten het uithoudingsvermogen van zorgprofessionals en bieden een oplossing voor toekomstige personeelstekorten⁷. Als laatste biedt de robotisering van medische handelingen een mogelijkheid om op afstand interventies uit te voeren⁸. Toepassingen in robotic operations leiden naar schatting tot grote kostenbesparingen in de zorg⁹.

📈 De markt van robotic operations is sterk groeiende¹⁰. De mondiale marktwaarde wordt geschat op bijna \$17 miljard in 2023 ten opzichte van \$6,5 miljard in 2018¹¹. Ter illustratie, het aantal operaties met behulp van een robot is toegenomen van 136 duizend in 2008 tot 877 duizend in 2017 in de VS¹².

⊕ De volgende factoren liggen ten grondslag aan de toenemende inzet:

- Een groeiende zorgvraag, stijgende zorgkosten, een tekort aan zorgprofessionals en een hoge incidentie van voorkombare bijwerkingen en menselijke fouten stimuleren de zoektocht naar goede alternatieven¹³⁻¹⁵.
- Patiënten stellen hoge eisen aan de kwaliteit van zorg en verwachten een betere patiëntervaring¹⁶. Ook stijgt de vraag vanuit patiënten naar minimale invasieve chirurgie¹⁷.
- Er is een toenemende acceptatie voor het feit dat robots medische handelingen kunnen en mogen uitvoeren⁶.



Het Versius Robotic Surgical System bestaat uit een robotarm en bijbehorende 3D-monitor. Het onderscheidende voordeel van dit systeem is dat het hypermobiel is. Het geheel kan makkelijk tussen operatiekamers verreden worden. Daarnaast zijn de armen voorzien van een gewricht met vier assen en hierdoor in staat de flexibiliteit van de menselijke pols na te bootsen.

www.cmrsurgical.com/versius



- Technologische vorderingen in hardware en software en de opkomst van technologische bewegingen als *smart analytics* drijven de adoptie van robotic operations. Toepassingen worden autonomer, sneller, efficiënter en betrouwbaarder^{4, 16, 18, 19}.

Robotic operations vinden in toenemende mate de weg naar de zorginstelling. Er zijn echter belemmeringen voor volledige adoptie. Allereerst zijn aanschaf- en onderhoudskosten (nog) veelal hoog en is de kosteneffectiviteit niet altijd aantoonbaar^{20, 21}. Ook wanneer de kosten buiten beschouwing worden gelaten zijn de robots niet altijd superieur aan menselijke chirurgen^{22, 23}. Er zijn ook zorgprofessionals die vrezen dat door de intrede van robotica hun baan verdwijnt²⁴. De veiligheid van patiënt en zorgprofessional moet hierbij altijd gewaarborgd blijven. Dit roept ook een ethisch vraagstuk op. Wie is de schuldige wanneer het mis gaat en alleen een robot de patiënt heeft aangeraakt²⁵⁻²⁷? Ook zal, zeker voor steeds autonomer functionerende robots, wet en regelgeving moeten worden aangepast^{8, 28}.

▶ Het wordt in toenemende mate duidelijk dat robotic operations de toekomst binnen een zorginstelling zullen veranderen. Robots zullen steeds autonomer aan de slag gaan en een andere rol van de zorgprofessional vragen. Uiteindelijk ondersteunen ze de werkzaamheden van de zorgprofessional en dragen ze bij aan het verhogen van de kwaliteit van de zorg voor patiënten.

VERDIEPING

FlexDex

Robotische chirurgische systemen hebben de afgelopen jaren grote vooruitgang geboekt en zijn een vast onderdeel geworden van de capaciteiten van de meest geavanceerde chirurgische centra. Dergelijke systemen worden bijvoorbeeld gebruikt voor minimaal invasieve of laparoscopische chirurgie (kijkoperaties). Echter, de kosten en tijdsinvestering maken het onmogelijk om elke ingreep met een operatierobot uit te voeren en het is noodzakelijk om een goede balans te vinden. Het Maxima Medisch Centrum (MMC) heeft een vooraanstaande rol op het gebied van kijkoperaties. Medio 2018 namen zij een nieuwe technologische innovatie voor kijkoperaties in gebruik: een robotarm genaamd *FlexDex*.

FlexDex is met name bedoeld voor chirurgen die laparoscopisch opereren in de buik- of borstholte. Het is een innovatief chirurgisch instrument waarmee chirurgen al het benodigde laparoscopische hechtwerk kunnen doen. FlexDex wordt bediend vanuit de hand van de chirurg. *“We spreken hier over human-guided robot surgery”*, aldus Hubert Prins, voormalig gastro-intestinaal chirurg en verantwoordelijk voor de opleiding en trainingen van de laparoscopische operateurs bij Alphon Surgical. De instrumenten verdwijnen door een kleine snee in de buikholte. FlexDex wordt gepaard met 3D-kijkoperatietechniek, waardoor de chirurg precies ziet waar hij of zij moet zijn. De tip van het instrument kan binnen in het lichaam 360 graden rondom manoeuvreren en volgt nauwkeurig de hand- en polsbewegingen van de chirurg.

“Reacties vanuit het MMC over FlexDex zijn positief.” FlexDex heeft een besturingsmechanisme dat intuïtief is, tactiele feedback geeft, disposable én in zeer korte tijd aan te leren is. Niet alleen wordt opereren minder belastend omdat er minder schouderbewegingen nodig zijn, maar ook kunnen chirurgen nu op moeilijk bereikbare plaatsen in het lichaam opereren. En

omdat ze met meer precisie kunnen bewegen, raakt omliggend weefsel minder beschadigd. Hoe kleiner de wond, hoe sneller de patiënt herstelt en hoe minder kans er is op complicaties.

Daarnaast is FlexDex kostenbesparend. De aanschaf- en onderhoudskosten zijn slechts een fractie van andere operatierobots met dezelfde functionaliteiten. *“Daarnaast kan per ingreep kan tot wel €4.000 worden bespaard ten opzichte van andere operatierobots.”* Het FlexDex systeem kent namelijk geen dockingtijd, de inzet van de robotarm vereist geen groot team van artsen en verpleegkundigen die wekenlang getraind worden en de robotarm kan in iedere operatiekamer worden ingezet. Ziekenhuizen kunnen daardoor desgewenst de financiële druk van gerobotiseerde ingrepen verlagen.

Het is belangrijk om voor de implementatie planmatig aan de slag te gaan en om de impact op het gehele zorgproces te evalueren. Er dient hierbij aandacht uit te gaan naar het gehele speelveld van stakeholders. Veiligheid voor patiënt én professional staan hierbij voorop. Het MMC startte eerst een pilottraject met een ervaren laparoscopisch chirurg. Inmiddels worden meerdere chirurgen binnen het MMC getraind om te opereren met FlexDex. Dit trainingstraject gebeurt buiten het reguliere operatieprogramma. Op deze manier worden chirurgen in relatief korte tijd bekwaam met FlexDex.

Momenteel kent FlexDex nog enkel de naaldvoerder als instrument. Naar de toekomst toe wordt de robotarm verder doorontwikkeld, verrijkt met nieuwe instrumenten en gevalideerd in diverse klinische trials. *“Met FlexDex hopen we het paradigma te verstoren waarin chirurgen moesten kiezen tussen hoge kosten/hoge functie en lage kosten/lage functie.”*

Foto: Freek van den Bergh



ALPHATRON
Surgical

Alphon Surgical

Alphon Surgical is de Nederlandse distributeur van FlexDex en verzorgt tevens trainingen met en ondersteuning voor het systeem. FlexDex is ontworpen door FlexDex Inc. uit de Verenigde Staten. Alphon Surgical beoogt innovaties naar de operatiekamer te brengen waarmee chirurgen hun werk beter kunnen uitvoeren.
www.alphatronsurgical.com



Bionics

“Can we augment humans and give them superpowers?”

Hugh Herr

✦ *Bionics* beschrijft alle apparaten en protheses die een lichaamsdeel of orgaan vervangen en de functionaliteiten van een individu herstellen, verbeteren of vergroten¹⁻³. Waar het voorheen vaak esthetische ‘vervangers’ waren, zijn er nu bionische protheses en exoskeletten beschikbaar die geavanceerde technologieën combineren. Bionics zijn er in vele vormen en maten, waaronder ledematen, ogen, oren en organen^{4,5}. De verwachting is dat men in de toekomst in staat is om een volledig bionisch mens te bouwen⁶ die mogelijk beter functioneert dan de oorspronkelijke mens. Dit wordt ook wel *human augmentation* genoemd. Zo zijn er implantaten die ons in staat stellen magneetvelden of elektromagnetische straling te detecteren⁷. Of *brain-computer interfaces* (BCI’s) waardoor we met hersensignalen bijvoorbeeld een prothese kunnen besturen⁸.

✉ Bionics geven gebruikers bepaalde functies terug en bieden indirect meer autonomie aan de gebruiker⁹. Toepassingen bieden de mogelijkheid om gebruikers langer actief, zelfstandig en gezond te houden en verminderen de effecten van handicaps en amputaties^{10,11}. De psychologische toestand van gebruikers wordt bevorderd doordat ze niet langer het gevoel hebben dat ze ‘niet mee kunnen komen’³.

📈 De mondiale markt voor bionics zal naar verwachting blijven groeien tot 2023, met een jaarlijkse groei van ruim 9% per jaar vanaf 2018^{10,12-15}. Bionische harten rekenen het grootste aandeel van de mondiale marktwaarde tot zich¹⁶.

✚ Verschillende factoren stuwden de ontwikkelingen op het gebied bionics.

- Een groeiende wens naar persoonlijke, kwalitatieve zorg met een betere patiëntervaring, waarin autonomie en kwaliteit van leven belangrijk zijn, stuwt de vraag¹². Daarbij streeft de maatschappij naar het superieur kunnen presteren van het menselijk lichaam, iets wat veelal is terug te zien in de sporttak^{17,18}.
- Er is een groeiende vraag naar technologie die effectief en snel oplossingen biedt bij rehabilitatie, ouderenzorg en dagelijkse handelingen^{3,13,14,18-20}.



E-Dermis is een laag rubber met sensoren, geplaatst over een prothese zoals een handprothese, waarmee de patiënt in staat is te voelen. De sensoren reproduceren het elektrische signaal zoals onze eigen tast- en pijnzinnen dat doen en sturen dit door naar de bestaande zenuwen van de arm. Daarmee krijgt de patiënt deze zintuigen terug. De volgende stap is het herstellen van de temperatuurzinn.

www.jhu.edu



- Door technologische vooruitgang werken toepassingen steeds beter¹⁰.
- De samenleving accepteert steeds meer dergelijke technologieën en is steeds bewuster over wat ze de gezondheidszorg te bieden hebben²¹.

⚙️ Technologische ontwikkelingen en vooruitgang leiden tot nieuwe mogelijkheden⁸. Echter, de markt voor bionics kent ook uitdagingen. Productie- en aanschaffkosten van toepassingen zijn nog altijd hoog en worden dikwijls niet vergoed^{2,11,21}. Ten tweede komen bionische toepassingen nog vaak met technologische belemmeringen²¹⁻²³. Ook moeten zorgprofessionals leren omgaan met de nieuwe technologieën¹⁵. Tot slot zijn er ethische vraagstukken²⁴. Met name *human augmentation* is controversieel²⁵. Wat betekent dit voor de menselijke identiteit: zijn bionische humans nog wel mensen²⁴? En als de mogelijkheid bestaat voor verbetering van menselijke eigenschappen, wie heeft dan toegang tot dergelijke verbeteringen?

📺 Langzaamaan zullen bionische toepassingen steeds meer integreren in ons dagelijks leven en kunnen ze op persoonlijk niveau veel betekenen voor gebruikers. Ontwikkelingen in bionics dragen bij aan de beweging richting de bionische human, al blijven technische uitdagingen en ethische vraagstukken een te nemen horde.

VERDIEPING

De Kunstalvleesklier

Mensen met diabetes volledig ontzorgen, dat is het doel van Inreda Diabetic met de door hun ontwikkelde kunstmatige alvleesklier. Bij de behandeling van diabetes type 1 is het cruciaal om lage en hoge bloedglucosewaarden te vermijden, en de bloedglucosewaarden 'in range' te houden. Gebeurt dit niet, dan kunnen er zowel acute als chronische complicaties optreden. Mensen met diabetes zijn voortdurend bezig met het in range houden van hun bloedglucosewaarden. De kunstmatige alvleesklier meet en reguleert deze waarden automatisch.

Robin Koops, oprichter en eigenaar van Inreda Diabetic, werd in 1995 gediagnosticeerd met diabetes type 1. Omdat hij dagelijks geconfronteerd werd met het voortdurende ongemak van prikken, meten, injecteren en omdat hij niet tevreden was met zijn behandeling, ging hij zoeken naar een oplossing. De eerste versie bestond uit twee grote kasten. Vervolgens werd het een apparaat ter grootte van een schouderetas en nu is het een klein draagbaar kastje dat de gebruiker makkelijk bij zich kan dragen. De kunstmatige alvleesklier meet de bloedsuikerwaarden door middel van twee continue glucosesensoren. Twee kleine zenders sturen de waarden continu naar de kunstmatige alvleesklier, die mede op basis van de gemeten lichamelijke activiteit berekent hoeveel insuline of glucagon er afgegeven moet worden. Deze informatie leidt tot aansturing van de pompen, de afgifte van de juiste hoeveelheid insuline en/of glucagon, een verandering in de bloedglucosewaarde van de gebruiker en een nieuwe meting door de glucosesensoren: dit is het zogenaamde 'Closed Loop' systeem. Inreda is niet het enige bedrijf dat zich bezighoudt met het ontwikkelen van een systeem dat het leven van mensen met diabetes kan vereenvoudigen. Echter, zij ontwikkelen als eerste Europese bedrijf een bi-hormonaal systeem: het apparaat dient insuline én glucagon toe en stuurt dus zowel te hoge als te lage bloedglucosewaarden bij. Daarnaast maakt het apparaat

gebruik van een zelflerend algoritme en stelt zich zo precies in naar de persoon die hem draagt.

De medische wereld was eerst terughoudend, maar de aanhouder wint. In de afgelopen 15 jaar zijn diverse prototypes zorgvuldig getest en doorontwikkeld in nauwe samenwerking met onder andere het ZGT in Almelo, het Rijnstate ziekenhuis in Arnhem en het Amsterdam UMC. Diverse subsidies en de flexibiliteit van een start-up gaven hierin de nodige bewegingsvrijheid. De studieresultaten zijn veelbelovend en proefpersonen zijn enthousiast. *"Sommige proefpersonen gaven aan dat ze even vergaten diabeet te zijn."* Inmiddels is de laatste klinische studie gestart, waarna de kunstmatige alvleesklier naar verwachting medio 2019 de CE-markering ontvangt. Ondertussen wordt ook hard gewerkt aan een kleiner en lichter model voor meer comfort en een betere draagbaarheid.

Toch is het bedrijf niet van plan om meteen grootschalig de markt op te gaan na het ontvangen van de CE-markering. Zo is er vervolgonderzoek nodig voor het glucagongebruik en wordt er in samenwerking met de farmaceutische industrie gewerkt aan een stabielere variant van de glucagon. Daarnaast worden ook de mogelijkheden verkend voor alternatieve vergoedingen, zodat het product toegankelijk is voor iedereen die het nodig heeft.

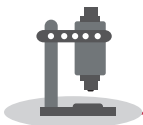
Inreda onderschrijft de grote stap die gebruikers moeten maken van zelfmanagement naar een volledig geautomatiseerde behandeling bij het kiezen voor een dergelijke toepassing. Middels een tweedaags trainings- en coachingsprogramma leren gebruikers alle 'ins en outs' van de kunstmatige alvleesklier kennen. Naast de technische aspecten gaat er ook aandacht uit naar de psychologische aspecten van het gebruik en zaken zoals een gezonde leefstijl.



Inreda Diabetic

Inreda Diabetic is een innovatief bedrijf dat zich toelegt op de ontwikkeling van een kunstmatige alvleesklier, een hulpmiddel voor mensen met diabetes.

www.inredadiabetic.nl



Advanced Therapeutics

“Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic”

Arthur C. Clarke

★ *Advanced therapeutics* beschrijft een beweging waarin technologische ontwikkelingen plaatsvinden die leiden tot nieuwe en/of verbeterde behandelingsmethoden. Veelal liggen hier geavanceerde onderzoeksmethoden aan ten grondslag.

📦 Technologische toepassingen binnen deze beweging strekken zich uit van nieuwe genetische technieken tot stamceltechnologie, digital therapeutics (behandeling op afstand) en regeneratieve weefseltherapie¹⁻⁴. De ontwikkelingen binnen advanced therapeutics leiden tot innovatieve (kosten)effectieve therapieën en dragen bij aan het verhogen van de kwaliteit van de gezondheidszorg. In theorie worden patiëntuitkomsten verhoogd, neveneffecten voorkomen en zorgkosten verlaagd^{1,5}.

📈 De markt voor advanced therapeutics is groeiende. Zo groeit de wereldwijde marktwaarde van de regeneratieve geneeskunde naar verwachting van ruim \$1,8 miljard in 2016 tot bijna \$5,4 miljard in 2025. De markt voor primaire celculturen (voor onder meer stamceltherapie) maakt een vergelijkbare groei mee^{6,7}. Verwacht wordt dat de mondiale markt voor CRISPR-Cas9 gene-editing verzesvoudigt in de komende vijf jaar tot ruim 3 miljard in 2023⁸.

⊕ Diverse factoren liggen ten grondslag aan deze sterke groei:

- Een toenemend aantal (chronische) patiënten vraagt om effectieve en doelmatige behandelingen^{3,9}. De groeiende beweging naar *personalized medicine* drijft eveneens de vraag naar nieuwe, op het individu gerichte therapieën¹⁰. Deze moeten sneller en accurater zijn en bijwerkingen moeten voorkomen worden¹¹.
- Grote farmaceuten investeren in onderzoek en ontwikkeling van nieuwe geavanceerde therapieën^{9,12,13}.
- Vorderingen in technieken en technologische ontwikkelingen als *smart analytics*, stamceltechnologie, *bionics*, *genomics* en *3D-printing* bieden nieuwe opties en inzichten^{3,14-17}. Mede dankzij de inzet van geavanceerde onderzoeksmethoden wordt de kennis vergroot.

Boston
Scientific

Advancing science for life™

Boston Scientific heeft een Deep Brain Stimulation (DBS) device ontworpen, dat met veel grotere precisie in staat is om gebieden in de hersenen te stimuleren. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de Vercise Gevia, een penvormige stimulator met acht onafhankelijke elektroden. Het potentiaal verandert op basis van de elektrische weerstand van het brein. Zo kunnen patiënten met bijvoorbeeld Parkinson continue een stabiel niveau van elektrostimulatie ontvangen, ondanks dat de ziekte verergerd. Dit verhoogt het comfort voor de patiënt.

www.bostonscientific.com



🔗 Advanced therapeutics bieden nieuwe en revolutionaire behandelingsmethoden, maar gaan ook gepaard met uitdagingen. De ontwikkelingen gaan zo snel dat het voor zorgprofessionals en patiënten lastig is om op de hoogte te blijven¹⁸. Er wordt van nieuwe therapieën een hoge bewijslast gevraagd⁶ en tegelijkertijd roepen de therapieën ook ethische vragen op^{6,11,19,20}. Wet- en regelgeving en regelmatige validatie zullen nodig zijn om zowel de privacy en veiligheid van patiënten als de kwaliteit van zorg te waarborgen, al wordt gesteld dat dit juist weer nieuwe ontwikkelingen belemmert^{1,6}.

📌 Toepassingen binnen advanced therapeutics zullen de gezondheidszorg hervormen en kansen bieden voor nieuwe behandelingsmethoden. De eerste grote doorbraken zijn reeds gemaakt in bijvoorbeeld gentherapie en regeneratieve geneeskunde. Het blijft van belang om te waarborgen dat nieuwe therapieën ten goede komen van de patiënt en niet leiden tot excessief hoge kosten. Uiteindelijk dragen deze nieuwe behandelingsmethoden zo bij aan persoonlijker zorg.

CRISPR-Cas



CRISPR-Cas is een veelbelovende genmodificatietechniek. Het revolutionaire aan CRISPR is dat het relatief eenvoudig, snel, precies en goedkoop is. Genetisch materiaal wordt geknipt op een specifieke plaats en daar kunnen stukjes genetisch materiaal worden toegevoegd of verwijderd. Doordat CRISPR zo nauwkeurig knipt, bestaat er een minimaal risico op bijwerkingen. De techniek kent brede toepassingen voor plant, mens en dier. Onderzoekers hopen bij mensen bijvoorbeeld menselijke genen te repareren of infectieziekten te bestrijden.

De techniek heeft de afgelopen jaren een exponentiële ontwikkeling doorgemaakt. Er worden al behandelingen ontwikkeld op basis van genmodificatie van lichaamscellen. Eerder schreven wij al over de eerste experimenten om bijvoorbeeld β -thalassemie of kanker te behandelen^{24, 25}. Experimenten met kiembaancellen, cellen waarmee het erfelijk materiaal aan het nageslacht wordt doorgegeven, laten langer op zich wachten. De toepassing van genmodificatie op deze cellen ligt namelijk gevoelig omdat de gewijzigde erfelijke informatie doorgegeven wordt aan het nageslacht. Langetermijneffecten en neveneffecten van de techniek zijn nog onduidelijk^{25, 26}. Echter, in november 2018 werd de wereld geschokt met het nieuws van de Chinese wetenschapper, He Jiankui. Hij meldde via Youtube dat hij er in geslaagd was om de eerste door CRISPR aangepaste menselijke baby's te 'creëren'²⁶⁻²⁸.

CRISPR maakt nieuwe therapieën en producten mogelijk, maar brengt tegelijkertijd ook ethische en medische dilemma's naar voren. Zo injecteerde een groep 'biohackers' zichzelf met CRISPR om meer spiergroei teweeg te brengen²⁹. Sjoerd Repping, hoofd van het Centrum voor Voortplantingsgeneeskunde van het Amsterdam UMC, stelde: *"De techniek is er. Punt. Die gaat niet meer weg. Dit gaat gebeuren. Sterker nog: het is nu gebeurd."*

*We moeten onszelf wel afvragen hoe het veilig kan en vooral afspreken bij wie we dit wenselijk vinden*³⁰. Toepassingen van genmodificatie kunnen immers ook indirect grote invloed hebben op onze volksgezondheid hebben. Ingebouwde genetische eigenschappen kunnen zich snel en mogelijk onomkeerbaar verspreiden in een populatie van een organisme en vervolgens in de leefomgeving^{31, 32}. Dit biedt mogelijkheden voor infectieziektebestrijding. Een voorbeeld is het kweken van een malaria-mug die geen parasiet meer kan overdragen³³. Er kunnen echter ook onbedoeld nieuwe varianten ontstaan.

Recentelijk zijn er diverse veelbelovende therapeutische ontwikkelingen op het gebied van CRISPR geweest, voor onder meer dementie, hemofilie en de ziekte van Duchenne³¹⁻³³. Daarnaast ontdekten onderzoekers aan de TU Delft een methode om de techniek voorspelbaarder en stabielere te maken^{6, 34}. Inmiddels lopen er diverse klinische studies op uiteenlopende onderzoeksgebieden zoals oncologie, virale infecties en oogziekten³⁵. Er zijn zelfs al commerciële CRISPR diensten voor de gezondheidszorg in ontwikkeling^{24, 36-38}.

De snelle ontwikkelingen maken duidelijk dat het een techniek is met enorme potentie. Door met hoge mate van precisie het genetisch materiaal aan te passen komt de genezing van veel ziekten in zicht. Tegelijkertijd leren recente ontwikkelingen ons ook dat het van groot belang is zorgvuldig, volgens een ethisch en regelgevend kader, te werk te gaan. Een mogelijk probleem hierbij is dat opvattingen over genetische ziekten en wet- en regelgeving internationaal verschillen^{39, 40}. CRISPR zal een belangrijke bijdrage gaan leveren aan *precision medicine*. De eerste toepassingen vinden inmiddels de weg naar de gezondheidszorg. Het is aan ons om er op een juiste manier mee om te gaan.

Tijdlijn CRISPR-Cas^{9, 21-23}





Nanotech

“There is plenty of room at the bottom”

Richard Feynman

📌 Nanotechnologie omvat alle technologie met een grootte tussen de 0,1-100nm en is hiermee vaak nog kleiner dan de gemiddelde grootte van een virus. Desondanks is nanotech een groot en divers terrein met veel toepassingen in de gezondheidszorg: diagnostiek, reparatie, therapie, microchirurgie en het afleveren van medicatie en andere middelen in het lichaam.

📌 De huidige voordelen en toepassingen van nanotech zijn groot en de potentie van het veld is enorm. Verbeteringen van bestaande diagnostische technieken, zoals betere contrastvloeistoffen door middel van nanopartikels leiden tot accuratere diagnostiek^{1,2}. Nanodeeltjes zijn zo effectief bij behandelingen vanwege twee eigenschappen: hoge mobiliteit en hoge reactiviteit³. Ze zijn klein genoeg om de meeste biologische barrières te passeren en door een hoger reactieoppervlak vinden reacties sneller plaats. Dit maakt dat medicatie op nanoniveau een hogere biologische beschikbaarheid heeft en selectiever gestuurd kan worden³. Daardoor kan met een lagere dosis hetzelfde lokale effect bereikt kan worden, met minder bijwerkingen tot gevolg. Ook kan specifieke informatie worden opgehaald door het implanteren of inslikken van nanorobots en -sensoren. Tot slot worden er nanozymes ontwikkeld: nanomaterialen die zich gedragen als biologische eiwitten⁵. Kortom, nanotech resulteert in gepersonaliseerde, effectievere en efficiëntere zorg om daarmee de kwaliteit van de geleverde zorg te vergroten^{6,7}.

📌 De mondiale markt van nanotech is groeiende en de marktwaarde zal naar verwachting stijgen tot \$350 miljard in 2025. Over de periode 2016-2025 betekent dit een jaarlijkse groei van meer dan 11%⁸. De oncologie is het medisch veld waar nu het meeste gebruik wordt gemaakt van nanotech, maar de grootste groei wordt verwacht binnen het cardiovasculaire segment vanwege de grote ontwikkelingen op dit gebied, zoals stents met nanostructuren en nano-implantaten om vaatstructuren te doen regenereren⁹⁻¹³.

Gouden nanobolletjes

Gouden nanobolletjes met daaraan Il-4, een ontstekingsremmer, zijn veel effectiever in het bewerkstellingen van spierherstel dan Il-4 alleen. Onderzoekers hebben dit getest bij muizen. De nanobolletjes maken het mogelijk om de Il-4 zeer gericht op de plaats van ontsteking te krijgen. Deze ontdekking kan leiden tot nieuwe therapieën bij spierletsel, van sportblessures tot de ziekte van Duchenne.

Raimondo T. et al. 2018³¹



Zylö

Results. Delivered.

Nanopod is een techniek om therapeutische deeltjes op de juiste plaats in het lichaam te krijgen. Bijvoorbeeld stikstofoxide, vitaminen of medicijnen met een slechte biologische beschikbaarheid kunnen zogenaamd ‘meeliften’ op nanodeeltjes. Tezamen met de nanodeeltjes worden de af te leveren deeltjes verwerkt tot een gel of crème die de huid diep kan doordringen. Er is zodoende minder werkzame stof noodzakelijk en de afgifte kan plaatsvinden over een tijdsvenster van 24 uur. Dit maakt dat er minder neveneffecten plaatsvinden. Het systeem wordt onder mee gebruikt om acne en andere huidaandoeningen te bestrijden.

www.zylotherapeutics.com





Onyvide van Merrimack is de merknaam voor Irinotecan, een medicijn tegen uitgezaaide alvleesklierkanker. Onyvide maakt gebruik van nano-vetbolletjes om beter door te dringen in de alvleesklier. Het medicijn verlengt de gemiddelde levensduur van deze moeilijk te behandelen patiëntengroep met twee maanden.

www.onivyde.com



+ De opkomst van nanotechnologie binnen de gezondheidszorg is deels te verklaren door een toegenomen vraag en deels door een toegenomen technologisch aanbod.

- Demografische ontwikkelingen als een groeiende populatie, vergrijzing en een toenemende incidentie en prevalentie van chronische aandoeningen stuwden de vraag naar nieuwe en effectievere medicatie en therapieën om de groeiende zorgvraag tegemoet te komen¹⁴⁻¹⁸.
- Er is een groeiende eis vanuit de samenleving naar persoonlijker zorg, hogere kwaliteit van zorg en betere patiëntervaring. Stijgende zorgkosten dwingen dat nieuwe therapieën kosteneffectiever zijn en minder mogelijke bijwerkingen met zich mee brengen dan conventionele methoden. Er is een groeiende bewustwording in de samenleving van de mogelijkheden die nanotech kan bieden^{8, 19}.
- Een toename in de resistentie van bacteriën tegen klassieke antibiotica leidt tot een drijfveer voor de specifieke toepassing van nanotechnologie-gemoduleerde antibiotica^{14, 20, 21}.
- Toegenomen kennis van de onderliggende moleculaire processen van ziektebeelden maakt dat er nieuwe aangrijpingspunten zijn voor de technologie. Vorderingen in nanotechnieken maken het mogelijk in te spelen op deze nieuwe behoeften⁶.
- De commercialisatie van nanotech heeft sinds de eerste editie van Zorg Enablers een vlucht genomen. Voor de farmaceutische industrie kan het aantrekkelijk zijn om medicatie waarvan het patent verloopt opnieuw te registreren als nanotech. Het creëert een stimulans om te investeren in nanotechnologie²²⁻²⁴.

Nanotechnologie vindt plaats op een kleine schaal, maar heeft grote toekomstige voordelen te bieden voor de gezondheidszorg.



De universiteit van Tokyo en het Japanse onderzoeksinstituut Riken hebben een kleine, flexibele hartmonitor ontwikkeld die op een wijsvinger past. Het bijzondere is dat er een even kleine en flexibele zonnecel is, gebaseerd op nanotechnologie, die de monitor van energie voorziet. Een dergelijk kleine zonnecel kan gebruikt worden om meer apparaten op micro- of zelfs nanoniveau aan te drijven.



Park S. et al. 2018³²



Er zijn echter ook risico's verbonden aan de technologie. De hoge reactiviteit en mobiliteit van nanodeeltjes maken dat zij zich anders en op vaak onbekende wijze gedragen dan grotere deeltjes, ondanks dat de chemische samenstelling identiek is. Er zijn grote zorgen over de potentiële toxiciteit van nanodeeltjes en nanovezels voor mens en milieu, genaamd *nanopollution*^{25, 26}. Vaak ontbreken de vaardigheden en kennis onder zorgprofessionals voor de toepassing van nanotech in de praktijk²⁷. Het proces van onderzoek tot marktintroductie is tijdrovend en kostbaar, waarbij strikte reguleringen de marktgroei belemmeren. Anderen stellen juist dat de regelgeving achter de technologische ontwikkelingen aanloopt en daarbij mogelijke risico's niet onderdrukt²⁸. Daarnaast worden octrooien veelal slecht beschermd en mist er voor investeerders nog vaak een financieel rendement²². Tot slot zijn er zorgen over nanoimplantaten en privacy. Nanoimplantaten bestemd voor het meten van effect van medicatie, of het kunnen terugvinden van patiënten met medicatie zouden misbruikt kunnen worden voor surveillance van een algemenere populatie^{29, 30}.

▶ Nanotechnologie kent een enorme potentie om zorg en ondersteuning te veranderen naar de toekomst toe. De grote reactiviteit en mobiliteit van nanodeeltjes die hen zo effectief maken, geven reden tot zorg over *nanopollution* van de leefomgeving en toxiciteit voor mensen. Terwijl wetenschap en maatschappij dit dilemma navigeren, draagt nanotechnologie bij aan de bewegingen van de *bionic human* en *autonomic systems*.

Technologie maakt ecosysteem mogelijk dat zorg én gezondheid ondersteunt



Minder en kortere ziekenhuisopnames, minder en minder ernstige complicaties en betere uitkomsten voor patiënt maken dat Mercy Health bij de vijf beste zorgorganisaties in de Verenigde Staten behoort. Net als in andere ziekenhuizen ligt de kerntaak van het Mercy Virtual Care Center bij diagnostisering, behandeling en begeleiding van patiënten, 24 uur per dag, 7 dagen per week. Maar er zijn geen wachtkamers, ziekenhuisbedden en patiënten. Onder leiding van dr. Randall Moore werd het Mercy Virtual Care Center bekend als het eerste 'virtuele ziekenhuis' ter wereld. Wij spraken met hem over zijn visie voor de toekomst van de gezondheidszorg, de rol van technologie en de transformatie van het Mercy Virtual Care Center.

Hoe ziet u de toekomst van de gezondheidszorg?

Allereerst, splits het woord gezondheidszorg in gezondheid en zorg. Gezondheid willen we allemaal. Onze hoogkwalitatieve zorg is echter vaak gericht op ziekte in een vergevorderd stadium. Onder hoogkwalitatieve zorg verstaan we zorg gegeven door teams onder leiding van artsen binnen een ziekenhuissetting waarbij de patiënt centraal staat, 24/7. Ten grondslag aan Mercy Virtual lag onze hypothese dat een gestage uitbreiding en toename van patiëntgeoriënteerde zorg, zowel binnen als buiten het ziekenhuis, ziekteprogressie kan stoppen of vertragen. We kunnen daarmee gezondheid verbeteren waardoor de intensiteit en kosten van de zorg verminderen. Door ons vermogen om te transformeren van een aanbod- naar een patiëntgeoriënteerd systeem, geloven wij dat wij onze toekomstige waarde optimaliseren en mensen minder lang patiënt (hoeven) zijn. Wanneer we ons daarbij steeds meer richten op preventieve gezondheidszorg, creëren we geïntegreerde zorg en gezondheid gedurende alle fases in het leven.

In het gezondheidszorgsysteem van de toekomst staat de patiënt centraal.

Waarom is het nodig te transformeren naar een gezondheidsgeoriënteerd systeem?

In ons huidige systeem worden middelen vooral ingezet voor late en reactieve zorg. Men maakt geen gebruik van de potentiële

waarde van volledig rond de patiënt gecentreerde zorg. En een systeem dat nooit is geoptimaliseerd voor het groeiend aantal chronisch zieken, wordt nu geconfronteerd met hoge werkdruk voor zorgprofessionals. Het risico op een burn-out is groot en heeft negatieve gevolgen voor het hele systeem. Het is noodzakelijk dat we de ervaren kwaliteit van zorg voor patiënten verbeteren, dat we de populatiegezondheid bevorderen, de zorgkosten verlagen én de werkdruk voor zorgprofessionals verminderen: kortom de *quadruple aim*. Disruptieve technologieën maken innovatieve oplossingen mogelijk. Hierdoor kunnen we in een vroeger stadium zorg leveren, waardoor de impact groter is en de kosten lager zijn. Mede dankzij virtuele zorg kunnen we de zorg verbeteren en uitbreiden binnen én buiten de muren van het ziekenhuis. Zo kunnen we de zorgvraag met zo'n 30 tot 50% verlagen en tegelijkertijd patiëntuitkomsten verbeteren.

Hoe kon Mercy Health het Mercy Virtual Care Center creëren?

In 2006 introduceerde Mercy Health de virtual ICU, een virtuele oplossing voor intensive-careafdelingen. Met uitvoerend leiderschap en steun van de Raad van Bestuur én de medische teams, kwam een 24/7-breed teammodel tot stand dat aan de basis stond voor strategische groei. Het vroegtijdig herkennen en behandelen van aandoeningen verlaagde de morbiditeit, mortaliteit en kosten met meer dan 30%. Iteratief werd het 24/7-model uitgebreid, binnen én buiten het ziekenhuis, waarbij werd geconcentreerd op *just-in-time* (JIT) virtuele zorg. We ontwikkelden stap voor stap patiëntgeoriënteerde zorg. In 2015 openden we het Mercy Virtual Care Center om het proces van samenwerking, innovatie en impact ten behoeve van de *quadruple aim* te versnellen. In eerste instantie met de intentie om een nieuwe vorm van zorg aan te bieden, maar al snel verschoof onze strategie naar integratie in de huidige structuur van alle vormen van zorg.

Virtuele zorg transformeert de zorg van locatie- en tijdsafhankelijk naar zorg die 24/7/365 verkrijgbaar is op de gewenste plek. Proactieve adaptatie van technologische oplossingen vergroot de mogelijkheden van medische teams: er kan in een veel vroeger

stadium een diagnose worden gesteld en gestart met behandeling. Het resultaat: eenvoudigere en eerdere optimalisering van gezondheid tegen lagere kosten.

Welke barrières moest u overwinnen tijdens de transformatie?

De grootste hindernis was de ontwikkeling van een duurzaam en hoogwaardig businessmodel. Met behulp van JIT virtuele zorg worden aandoeningen eerder ontdekt en behandeld. Hierdoor is er minder zorg nodig. Stakeholders wilden virtuele zorg als een opzichzelfstaand model beoordelen en niet als een model geïntegreerd in het huidige systeem. Daarnaast moesten we aantonen dat virtuele zorg leidt tot betere uitkomsten, een kostenbesparing en een verminderde zorgvraag. Virtuele zorg moest van toegevoegde waarde zijn voor alle stakeholders.

Naast het businessmodel, stuitte we ook op andere uitdagingen. Gelijktijdig moesten we operationele, technische, HR- en juridische vraagstukken oplossen. Er waren aanzienlijke investeringen nodig om het systeem 24/7 te kunnen laten draaien. Tot slot waren bij de transformatie van Mercy Virtual investeringen nodig om werkprocessen van de medische teams te verbeteren.

En hoe creëerde u draagvlak onder zorgprofessionals en patiënten voor de transformatie?

Onze benadering voor herstructurering van zorgmodellen en teams leunde op de ontwikkeling van een aparte entiteit. Hierdoor konden interdisciplinaire teams worden opgericht, geleid door toegewijde artsen. Op geleide van een segmentatiestrategie ondersteunden de Mercy Virtual teams onze traditionele teams allereerst bij het oplossen van problemen in de zorg rond patiënten met de meest complexe zorgvragen. De teams van Mercy Virtual waren zich ervan bewust van het vertrouwen van zorgprofessionals in de nieuwe strategie. Behaalde resultaten van *early adopters* versnelden het creëren van dit vertrouwen en stimuleerden de roep om uitbreiding van virtuele zorg. We spraken uitgebreid met zorgprofessionals en lieten hen zien wat de toegevoegde

waarde zou kunnen zijn voor henzelf én voor hun patiënten. Zaken waarover zij zich zorg maakten, werden meteen besproken.

Geleidelijk aan maakten steeds meer zorgprofessionals onderdeel uit van ons ecosysteem.

Ook voor adaptatie onder patiënten was vertrouwen essentieel. We geloofden dat door het starten bij patiënten met de grootste zorgvraag, we ook snel de grootste impact zouden kunnen aantonen. Oplossingen moesten eenvoudig zijn en een duidelijke toegevoegde waarde hebben. We introduceerden de oplossingen via hun behandelend arts en verzekerden hen dat de virtuele zorg geen vervanging was voor de zorg die zij nu genoten. Al snel zagen patiënten dat onze holistische benadering van zorg en gezondheid, met een focus op vroegtijdig signaleren en behandelen, de progressie van hun ziekte stopte en maakte dat de patiënt als persoon werd gezien.

Wat zijn eventuele gevaren van de technologische ontwikkelingen?

Het grootste gevaar is dat we de nadruk leggen op de technologie zelf en niet op de problemen die moeten worden opgelost of op de waarde die het zou moeten leveren. Voor het optimaliseren van gezondheid en besparen van kosten is betrouwbare, interoperabele, eenvoudig te gebruiken technologie nodig. Technologie van de toekomst moet een nieuw ecosysteem mogelijk maken dat zorg en gezondheid ondersteunt en van toegevoegde waarde is voor veranderende werkprocessen.

Onze ervaringen binnen Mercy Virtual hebben de noodzaak voor stakeholders vergroot om onze krachten als 'stewards' van onze collectieve zorg en gezondheid te bundelen.

De toekomst is om niet te concurreren op gemeenschappelijke middelen die voor iedereen beschikbaar zouden moeten zijn, maar om bij te dragen aan de quadruple aim.



Randall S. Moore, MD MBA

Randall S. Moore, MD MBA, is een arts en visionair die zich al meer dan 35 jaar bezighoudt met zorgmodellen en de transformatie van gezondheidszorgsystemen. Als voormalig directeur van Mercy Virtual leidde hij de groei van een nieuwe afdeling met meer dan 800 medewerkers die zich bezighouden met het creëren en integreren van virtuele oplossingen in de transformatie van het Mercy Health System en daarbuiten. Momenteel is hij als adviseur actief in de gezondheidszorg, waarbij hij disruptieve innovatie als katalysator blijft gebruiken in de transformatie van volume-gedreven zorg naar Value Based Health and Care.

Controle & Monitoring

CONTROLE omvat het verifiëren van de juiste werking van behandelingen en begeleiding bij patiënten en het naleven van bepaalde voorschriften.

MONITORING kan een hulpmiddel zijn bij zowel de controle, het volgen van voortgang, als het reactief realiseren van het naleven van voorschriften.



Binnen deze zorgfase herkennen wij de volgende drie technologische bewegingen:

- 1 Remote Monitoring
- 2 Robotic Care
- 3 Cyber Security



Remote Monitoring

The engaged patient is the blockbuster drug of the century

Eric Topol

★ *Remote monitoring* omvat technologieën die zorgprofessionals in staat stellen op afstand patiënten te volgen. Deze technologieën verzamelen in real-time (medische) gegevens; indien nodig kan de zorgprofessional op basis daarvan ingrijpen in de begeleiding of behandeling van de patiënt¹⁻³. Bij toepassingen van remote monitoring kan gedacht worden aan draagbare ECG-monitors, geïmplementeerde vitale waarde meters en zelfregulerende insulinepompen, maar ook aan dashboards waar kwalitatieve data wordt gedeeld. Voornamelijk bij patiënten met een chronische aandoening geven deze technologieën het meeste resultaat in termen van vrijheid en participatie^{4,5}.

📦 Remote monitoring wordt ingezet om achteruitgang van aandoeningen te voorkomen en herstel te bevorderen. Patiënten en zorgprofessionals worden geïnformeerd en kunnen tijdig beslissingen nemen in het zorgproces. Monitoring op afstand kan betekenen dat de patiënt niet langer meer in een ziekenhuis of andere zorginstelling opgenomen hoeft te worden, maar thuis kan verblijven⁶. Andere remote monitoring oplossingen worden toegepast in een klinische setting en stellen zorgprofessionals in staat om eerder in te grijpen⁷. Hierdoor vermindert het aantal (her)opnames, de opnameduur en de zorglast en wordt zowel de veiligheid, efficiëntie en effectiviteit van zorg als kwaliteit van leven bevorderd^{1-4, 7-9}. Zo wordt de kwaliteit van de zorg en autonomie van de patiënt gestimuleerd⁸⁻¹⁰ en draagt de toepassing van deze technologie uiteindelijk bij aan verbeterde medische uitkomsten^{9, 11} en lagere zorgkosten^{1, 8, 12}.

📱 De mondiale marktwaarde van remote monitoring bedroeg in 2017 bijna \$16 miljard. Verwacht wordt dat dit stijgt tot \$31,3 miljard in 2023¹³. In 2016 werden er wereldwijd 7,1 miljoen patiënten op afstand gemonitord¹⁴. Naar verwachting stijgt dit aantal naar ruim 50 miljoen in 2021¹⁴. Ruim 23 miljoen patiënten zullen dan zijn of haar eigen smartphone of tablet gebruiken¹⁴.



De VitalPatch is een flexibele sensor, die eruit ziet als een pleister van een paar millimeter dik. Zodra de VitalPatch op de borst van een patiënt wordt geplakt is deze in staat om een schat aan informatie te verzamelen. Naast een eenvoudige ECG-functie meet de Vitalpatch ook de temperatuur, hartslag, lichaamshouding, ademhalingsfrequentie, activiteit en variatie in de hartslag. Ook kan het registreren of de patiënt gevallen is. Al deze informatie wordt doorgegeven aan een bijbehorende tablet (de VistaTablet), voor monitoring van een patiënt op afstand.



www.vitalconnect.com



Chronolife is een vest met sensoren erin verweven. Het vest is bedoeld voor (vroeg)detectie van hartaandoeningen. Hartaandoeningen zoals hartritmestoornissen zijn lastig te monitoren, mede omdat de symptomen niet continu aanwezig zijn. Het monitoren vereist vaak opname van de patiënt of het rondzeulen met veelal niet-gebruiks-vriendelijke meetapparatuur. Met het vest is dit verleden tijd. Het vest integreert diverse sensoren om continue gegevens te verzamelen van de gebruiker, zoals bijvoorbeeld het hartritme, ademhalingsfrequentie, huidtemperatuur en dagelijkse activiteit. De gegevens worden verzameld in een mobiele applicatie en kunnen eenvoudig gedeeld worden met een zorgprofessional op afstand.

www.chronolife.net





De Bambi Belt is een kleine, flexibele gordel die om de borst van te vroeg geboren baby's geplaatst wordt en zo vitale gegevens verzamelt. De Bambi Belt vervangt de vele elektroden die deze gegevens normaliter meten. Het feit dat de Bambi Belt niet kleeft maakt dat de baby's minder pijn en stress ervaren dan bij de elektroden. De draadloze aard van de oplossing zorgt er bovendien voor dat huid-huidcontact met de ouders wordt vergemakkelijkt. De data wordt draadloos verzonden en kan door een ontvangende monitor worden uitgelezen.



www.bambi-medical.com



+ De volgende factoren stimuleren de opkomst van remote monitoring.

- Een groeiende incidentie en prevalentie van chronisch ziekten¹⁵ en het langer zelfstandig thuis wonen stimuleren de vraag naar remote monitoring toepassingen^{1, 5, 16-18}.
- De kosten van de zorg stijgen nog altijd en remote monitoring kan bijdragen de zorgkosten te beheersen^{1, 5}.
- Zorginstellingen en zorgprofessionals zijn zich in toenemende mate bewust van de mogelijkheden en voordelen van remote monitoring¹³.
- Er is bij patiënten een groeiende vraag naar autonomie en onafhankelijkheid⁵.
- Technische ontwikkelingen maken bredere implementatie van remote monitoring mogelijk en toegankelijk^{1, 5, 14, 18}.

Voor de optimale inzet van remote monitoring zullen professionals beter opgeleid en geïnformeerd moeten worden over de mogelijkheden en het gebruik^{1, 16}. Duidelijke toepassingen en ruimte voor veranderingen in werkprocessen zijn noodzakelijk, bijvoorbeeld om de continue flow van gegevens te monitoren en/of te interpreteren^{8, 19}. Verder is het belangrijk dat patiënten worden

Centrella

Het Centrella Smart+ Bed is een slim ziekenhuisbed. Sensoren onder het matras registreren hartslag en ademhalingsfrequentie, zonder enige hinder voor de patiënt. De metingen worden meer dan honderd keer per minuut uitgevoerd en in real time verstuurd naar een ontvangststation op afstand. Het is mogelijk om grenswaarden in te stellen; een alarm gaat af bij de verpleging als één van de variabelen de grenswaarde passeert. Inmiddels is gebleken dat het gebruik van het bed sterfte bij reanimatiescenario's en hartinfarcten met ruim 80 procent reduceert. Ook zou het bed kunnen helpen bij vroegdetectie van levensbedreigende sepsis.



www.centrellabed.com



geselecteerd op basis van duidelijke criteria en dat de aangeboden toepassingen past bij de omstandigheden, vaardigheden en behoeften van de patiënt¹⁷. Tot slot zullen de opslag en overdracht van gegevens beveiligd moeten worden onder andere om de privacy van patiënten te waarborgen¹⁶.

▶ Remote monitoring is sterk in opkomst. Het blijft belangrijk om de veiligheid van de patiënt en diens data te waarborgen en goed de toepassingen te laten aansluiten op de behoeften van de patiënt. Remote monitoring toepassingen verhogen de regie van de patiënt en stuwten de beweging naar de *empowered patient*. Daarnaast zullen de toepassingen steeds autonomer gaan functioneren. Remote monitoring is in staat op zorg steeds persoonlijker en participatiever in te richten. Ook kan met het gebruik van de technologie ingezet worden op preventieve en predictieve zorg.



Robotic Care

“Robots will play an important role in providing physical assistance and even companionship for the elderly”

Bill Gates

-  **Robotic care** is de ondersteuning van patiënt, zorgprofessional of mantelzorger door middel van robotica. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt ten opzichte van robotic operations, die plaatsvinden in een klinische setting.
-  De robots ondersteunen bij fysieke activiteiten van gebruikers, waartoe zij niet langer of minder toe in staat zijn¹. Ook kan een robot toenemende complexe zorg voor een thuiswonende patiënt monitoren^{2,3}. Sociale robots worden ingezet om gezelschap te bieden en bijvoorbeeld eenzaamheid tegen te gaan⁴⁻⁶. Veel robots combineren de sociale en praktische rollen. Robots hebben eindeloos geduld, behouden de waardigheid van het individu, en vergroten diens autonomie en zelfredzaamheid en mentaal welzijn^{7,8}. Ook kunnen ze gegevens verzamelen, verwerken en analyseren. Dit geeft inzicht in het welbevinden van een patiënt. Deze toepassingen van de robot maken het mogelijk voor patiënten en ouderen om langer thuis te wonen met een grotere kwaliteit van leven. Daarmee ontlasten de zorgrobots naasten, mantelzorgers en zorgprofessionals^{9,10}. Een groot bijkomend voordeel van zorgrobots is dat ze 24/7 klaar staan.
-  De robotic care markt is groeiende en het aantal verkochte eenheden zal naar verwachting stijgen tot 2022¹¹. De voorspellingen zijn dat robotic care over vijf jaar ongeveer 30% van de activiteiten aan zorg thuis overneemt van zorgprofessionals. Dit percentage loopt verder op tot 60% in 2040. Naar verwachting stijgt de marktwaarde voor robotic care tot 950 miljoen in 2024¹²⁻¹⁴.
-  De opkomst van robotic care wordt gedreven door de volgende factoren:
 - De samenleving vergrijsd en ontgroent en het aantal mensen met een chronische aandoening stijgt¹⁵. Bovendien stijgt het aantal alleenwonende ouderen¹².
 - Er worden steeds hogere eisen gesteld aan de kwaliteit van zorg. Er is een toenemende acceptatie voor robots als ondersteuning in zorg en welzijn.

SAMSUNG

Samsung Bot Care is een zorgrobot voor medische ondersteuning thuis. De robot heeft diverse functionaliteiten zoals het inzichtelijk maken van de vitale waarden van de patiënt, het monitoren van de slaap, herinneringen voor medicatiegebruik en communicatie met mantelzorgers of zorgprofessionals. Ook is de robot uitgerust met AI om zo te leren en de gebruiker in de toekomst beter te kunnen ondersteunen.

www.samsung.com



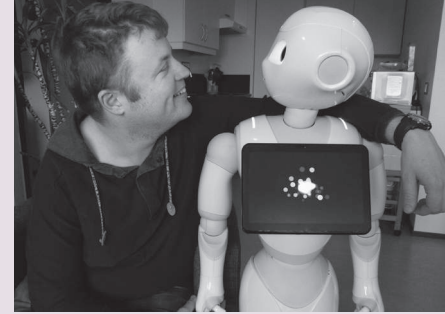
- Dankzij technologische vorderingen worden robots autonomer, sneller, efficiënter en betrouwbaarder. Met behulp van slimme algoritmen leren en verbeteren de robots zichzelf. Daarnaast communiceren robots steeds beter met andere apparaten in de omgeving.
-  Robotic care kent een sterke groei, maar heeft nog hordes te nemen. Ondanks dat de acceptatie van robots toeneemt, wordt het gebrek aan menselijke interactie soms gemist¹⁶. Zorgprofessionals moeten worden getraind om met robots samen te werken en deze effectief in te zetten^{4,17}. Grootschalige adoptie wordt op dit moment nog in de weg gestaan door hoge kosten van de robots. Ook het steeds autonomer handelen van de robot roept ethische vraagstukken op¹⁶. Welke beslissingen mag de robot zelfstandig nemen? Tot slot, robots verzamelen en verwerken steeds meer medische gegevens. Hiermee dient zorgvuldig omgesprongen te worden en wettelijke kaders moeten worden opgezet¹⁸.
-  Toepassingen in robotic care worden geavanceerder en betrouwbaarder. De noodzaak van een alternatief voor overbelaste zorgprofessionals en mantelzorgers groeit en grootschalige adoptie van robotic care is slechts een kwestie van tijd. De uitdagingen op gebied van privacy en ethiek zijn niet gering, maar ook niet onoverkomelijk. Robotic care leidt uiteindelijk tot een autonoom systeem dat een betere patiëntbeleving, betere gezondheid, lagere kosten en een betere ervaring voor de zorgprofessional betekent.

VERDIEPING

Sociale robotica in Philadelphia Zorg

“Om dezelfde kwaliteit zorg te kunnen leveren in de toekomst, moeten we nu veranderen en meebewegen met de ontwikkelingen”, aldus Greet Prins, voorzitter van de Raad van Bestuur van Philadelphia Zorg. Sinds 2016 is Philadelphia Zorg een meerjarenprogramma sociale robotica gestart om te onderzoeken hoe een robot van toegevoegde waarde kan zijn bij de ondersteuning van mensen met een verstandelijke beperking. Wat dit betekent verschilt per cliënt en ondersteuningsvraag. Allereerst is gestart met de Pepper Robot genaamd “Phi”. Phi logeert iedere maand twee weken bij een andere cliënt, waar de robot fungeert als emotionele uitlaatklep en helpt o.a. bij een gestructureerd dagritme. De eerste resultaten zijn veelbelovend. De robots stellen de cliënten namelijk in staat om meer regie te hebben over hun eigen leven door bijvoorbeeld te helpen bij het herinneren van bepaalde zaken zonder tussenkomst van een begeleider. De robot is oordeelloos en cliënten geven zelf de sociale waarde van de robot aan. De robot neemt bovendien bepaalde routinematige taken van begeleiders over en creëert daarmee meer ruimte voor persoonlijke aandacht.

Inmiddels heeft Phi bijna 2.000 mensen ontmoet en op zo’n 10 locaties gelogeed. Sinds 2018 wordt er ook geëxperimenteerd met andere sociale robots, waaronder de iPal robot en de robot Zenbo. *“Echter, er komt een heleboel bij kijken om een robot bij iemand te laten logeren”, aldus Xenia Kuiper, programmamanager sociale robotica bij Philadelphia Zorg. Binnen Philadelphia wordt het programma aangestuurd vanuit het robotteam. Het robotteam vormt de schakel tussen begeleiders, cliënten en naasten en samenwerkingspartners. Voor de ontwikkeling en support van de software van de robots werkt Philadelphia namelijk in co-creatie samen met de start-up Robot Ctrl. Uitkomsten van de experimenten worden nauw*



gemonitord om de inzet van de robots verder te optimaliseren. Het innovatieprogramma loopt aanvullend op het primaire zorgproces, waardoor er binnen de organisatie de ruimte is gecreëerd om te experimenteren en te starten. Begeleiders en cliënten doen op vrijwillige basis mee aan de ‘logeerpartijtjes’ en worden gevraagd hun intrinsieke motivatie kracht bij te zetten. Er dienen wel nog enkele hordes genomen te worden. Het prijskaartje van de robots speelt een rol in het tempo van de ontwikkelingen. Daarnaast worden nog niet alle functionaliteiten van de robots ten volle benut. Ook spelen er ethische vraagstukken zoals hoe om te gaan met de ‘vriendschappen’ die ontstaan tussen de sociale robot en de cliënt. Om beter te kunnen inspelen op deze vraagstukken vormt Philadelphia een Adviesraad Ethiek van de Mensgerichte Technologie (EMT).

De komende periode experimenteert Philadelphia verder om zo nog meer input van cliënten te verzamelen. De ambitie van Philadelphia is om in 2020 meer dan 100 sociale robots structureel in te zetten bij de begeleiding van cliënten. Greet Prins geeft aan dat ze daarbij de robot zien als een hulpmiddel, aanvullend op het bestaande zorgproces. Daarnaast is Philadelphia in samenwerking met Robot Ctrl gestart met het creëren van een speciaal robotplatform. Het platform laat begeleiders in de toekomst zelf eenvoudig een sociale robot programmeren. Zo kan een begeleider de interacties afstemmen op de persoonlijke behoefte van de cliënt. Dat brengt maatwerk met robots binnen handbereik. De integratie van sociale robots in het reguliere zorgproces komt daarmee weer een stap dichterbij.



Het beste uit jezelf

Philadelphia Zorg

Philadelphia is een zorgorganisatie voor mensen met een verstandelijke beperking met ruim 8.300 cliënten op meer dan 500 locaties. Er werken 6.700 medewerkers die ondersteund worden door circa 5.500 vrijwilligers. Het motto van Philadelphia is “het beste uit jezelf”, iets wat de organisatie ook nastreeft met de inzet van sociale robots.

www.philadelphia.nl



Cyber Security

“As the world is increasingly interconnected, everyone shares the responsibility of securing cyberspace”

Newton Lee

- 📌 *Cyber security* omvat een technologische beweging die zich richt op het beveiligen van ICT-systemen en (de overdracht van) elektronische gegevens om daarmee ongeautoriseerde toegang of cybercriminaliteit te voorkomen¹.
- 📌 De gezondheidszorg is een interessant doelwit voor cybercriminelen vanwege de hoge waarde van persoonlijke gezondheidsinformatie^{2,3}. Diefstal van dergelijke gegevens kan grote financiële en individuele gevolgen hebben⁴⁻⁸. De digitalisering van de samenleving leidt tot een systeem dat op veel fronten kan worden aangevallen^{5,6}. Cybercriminaliteit innoveert in een sneller tempo door te profiteren van de schaalvoordelen die digitalisering biedt⁷. De zorgsector worstelt daarentegen met de cyberveiligheid van een verouderde infrastructuur⁸. Daarnaast blijken ziekenhuizen in de praktijk vaak te zwichten voor chantage om de gestolen data snel terug te krijgen⁹. Het goed beveiligen van medische gegevens is cruciaal om de privacy van het individu te beschermen, misbruik te voorkomen en de kwaliteit van zorg te waarborgen¹⁰.
- 📌 De markt voor cybersecurity groeit. De mondiale marktwaarde van cybersecurity in de zorg groeit naar verwachting tot bijna \$11 miljard in 2024¹¹. Er zijn inmiddels bijna 400 stakeholders actief op de markt die oplossingen en diensten aanbieden¹². Dit is ook hard nodig. Sinds 2010 steeg het aantal cyberaanvallen in de zorg met maar liefst 125%¹⁵. Ruim vijf miljoen patiëntendossiers worden er per dag blootgesteld door datalekken¹³.
- ✚
 - De hoeveelheid (medische) data in de zorg stijgt en bewustwording over de gevaren en risico's neemt toe^{5,10,14,15}.
 - Steeds meer medische apparatuur is verbonden met het internet¹⁶. Fabrikanten behalen concurrentievoordeel met cyberveilige apparatuur¹⁷. De grote financiële schade die wordt veroorzaakt door cybercriminaliteit maakt investeren in cybersecurity aantrekkelijk^{10,12}.
 - Veranderingen in wet- en regelgeving zorgen voor een toename van activiteiten op gebied van veiligheid en privacy¹⁸.



Zingbox IoT Guardian maakt het voor zorgorganisaties mogelijk om een complex netwerk met veel verschillende (via het internet) verbonden medische apparaten te beheren en te onderhouden. De toepassing gebruikt slimme algoritmen om het patroon van een aanval of een met malware geïnfecteerd apparaat te detecteren. De toepassing zelf vormt geen privacy risico, omdat er geen patiëntdata wordt verwerkt. In plaats daarvan wordt er alleen gekeken naar het patroon van in- en uitgaande data op apparaten in het netwerk.

www.zingbox.com



- 📌 Ondanks dat de grote bedreigingen cybersecuritytoepassingen noodzakelijk maken, resten er nog uitdagingen. Zorgprofessionals zijn vaak onvoldoende bewust van de potentiële gevaren op of beschikken niet over voldoende IT-kennis en -vaardigheden^{19,20}. Een groot deel van de datalekken wordt immers nog veroorzaakt door menselijke fouten en gebrekkig bewustzijn²¹. Organisaties dienen gebruik te maken van reguliere beveiligde back-ups, data te anonimiseren en een cultuur van cybersecurity-bewustzijn te creëren^{10,22,23}. Daarnaast is bescherming van gezondheidsgegevens niet langer de exclusieve verantwoordelijkheid van de zorgsector, al is het in veel gevallen nog onduidelijk waar de hoofdverantwoordelijkheid ligt^{10,17}. De gezondheidszorg zal een proactieve houding moeten aannemen, maar het ontbreekt dikwijls aan voldoende financiële middelen hiervoor^{5,14}.
- 📌 Cybersecurity wordt belangrijker in de gezondheidszorg naarmate de externe gevaren groeien. Het beschermen van de waardevolle data is van groot belang om het vertrouwen en de kwaliteit in de gezondheidszorg te behouden. De vraag die rijst is of juist deze vraag en zoektocht naar de optimale beveiliging en bescherming van de patiënt, innovaties belemmeren en ontwikkelingen vertragen^{24,25}. Hierin zal een juiste balans gevonden moeten worden om technologische innovaties de transformatie in de zorg te laten *enable*.

AVG in de gezondheidszorg



In 2016 trad de Algemene verordening gegevensbescherming (AVG) in werking, maar sinds mei 2018 is de wet ook echt van toepassing en wordt er gehandhaafd²⁶. De AVG heeft tot doel Europese regelgeving op het gebied van data privacy te harmoniseren en datalekken te voorkomen²⁷. Op het niet voldoen aan de eisen van de AVG staan voor organisaties fikse financiële boetes. De invoer van de AVG heeft in veel organisaties geleid tot veranderingen. Zo ook in de gezondheidszorg, waar het merendeel van de medewerkers werkt met patiëntgegevens. Met name onderzoeksafdelingen binnen zorginstellingen hebben hun procedures moeten aanpassen^{28, 29}. Een van de belangrijkste consequenties van de AVG is dat voor het opslaan en verwerken van alle data van personen binnen de EU, expliciete toestemming moet worden gevraagd³⁰. Tevens is in de wet het recht op vergetelheid opgenomen. Dit houdt in dat de betrokkene die daarom verzoekt, recht heeft op het wissen van de hem betreffende persoonsgegevens. Zorgprofessionals vrezen dat dit problemen op kan leveren omdat diagnostische informatie kan verdwijnen, hetgeen zorg in de toekomst bemoeilijkt^{31, 32}.

Nu de AVG ruim driekwart jaar wordt gehandhaafd, zijn de eerste effecten voor de gezondheidszorg zichtbaar. Allereerst bleek uit een studie van oktober 2018 dat bijna een derde van de organisaties nog altijd niet volledig voorbereid was op de wet³³. Daarnaast heeft de intrede van de AVG geleid tot een sterke toename in het aantal gerapporteerde datalekken. Echter, dit reflecteert niet een absolute toename in het daadwerkelijk aantal lekken, maar waarschijnlijk een toename in het aantal meldingen³⁴. Ondanks dat er anekdotisch bewijs is van tijdrovende en bureaucratische situaties, ontstaan door de AVG^{35, 36}, is er nog niet goed te zeggen welke impact dit heeft op de gezondheidszorg als geheel. Een veel genoemde klacht vanuit met name huisartsen is dat ze niet zonder expliciete toestemming bij gegevens van apothekers of specialisten kunnen, hetgeen leidt tot een bureaucratische

rompslomp. In andere sectoren is ook te zien dat organisaties nog 'onwennig' reageren door voor alles toestemming te vragen. Denk bijvoorbeeld aan scholen die vragen of kinderen wel op de bellijsten mogen^{37, 38}. Ook overheidsinstanties als de belastingdienst, uitgevers en adverteerders zijn (nog) lang niet altijd al AVG-compliant³⁸. Andere organisaties in diverse sectoren (financiën, tech) geven aan dat de wet wordt gezien als de gouden standaard voor privacywetgeving wereldwijd en hen daarom juist een competitief voordeel geeft ten opzichte van niet-Europese bedrijven³⁴.

De invoering en handhaving van de AVG heeft veel in beweging gebracht in de gezondheidszorg. De nieuwe privacywetgeving geeft een kans om het op een andere manier aan te pakken. Hierbij nodigt de AVG ook uit tot ethische reflectie op het verzamelen en gebruik van medische gegevens. De AVG is een extra middel om de privacy van de consument en patiënt beter te borgen, bovenop bestaande juridische kaders. In het eerste jaar van de AVG zijn er zoals verwacht kinderziekten opgetreden. Verwarring over de precieze regelgeving, het aanpassen van procedures en administratieve rompslomp heeft tijd en geld gekost. Ook de ontwikkelingen op het gebied van *smart analytics* roepen vragen op ten aanzien van het borgen van onder andere de anonimiteit van persoonsgegevens in het wetenschappelijk onderzoek. Echter, de AVG vindt al navolging elders ter wereld: de Verenigde Staten werkt ook toe naar vergelijkbare regelgeving^{39, 40}.

In een digitaliserend zorglandschap, waarin de consument, patiënt en zorgprofessional beschikt over steeds meer (medische) data, dient zich een nieuw hoofdstuk aan met betrekking tot privacy en data veiligheid. De intrede van de AVG heeft in ieder geval de aandacht voor cybersecurity en gegevensbescherming vergroot.



Aan de slag met innovatie

“
Niet lullen, maar poetsen”

Pluryn biedt ondersteuning en behandeling vanuit meer dan 140 locaties aan mensen met complexe problematiek. Het vergroten van kansen op een zo volwaardig en zelfstandig mogelijke plek in de samenleving staat centraal en de kracht van de mensen en hun toekomstwensen vormen het uitgangspunt. Pluryn heeft de afgelopen jaren het innovatief vermogen vergroot in de organisatie. Het doel is om met innovatie de kwaliteit van dienstverlening te verbeteren. Een gesprek met Sanneke Langendoen, innovatiemanager bij Pluryn.

Hoe staat Pluryn er voor op het gebied van innovatie en hoe zijn jullie daar gekomen?

In 2012 waren er veel versnipperde initiatieven rondom innovatie en eHealth. Er was weinig kennis over wat er allemaal mogelijk was. Daarom hebben we eind 2012 een Living Lab opgezet. Dit is een blijvende fysieke plek in de organisatie waar alle vragen terecht komen en we aan belangrijke thema's werken. We hebben hier cliënten aan gekoppeld middels dagbesteding of vrijetijdbesteding en vanuit de werkvloer een programma opgezet. Hier koppelen we altijd een multidisciplinair team aan zodat mensen vanuit verschillende expertises structureel meedenken over innovatie. Als het Living Lab draait, trekken wij ons langzaam terug. Wij noemen dat 'democratisering van innovatie'. Ook zorgen we dat de Living Labs met elkaar verbonden zijn in een netwerk zodat ze structureel kennis uitwisselen en niet overal het wiel opnieuw uitvinden. We hebben nu vijf zeer succesvolle Living Labs.

Daarnaast hebben wij een Digital Health Center opgericht om de krachten te bundelen met andere zorgorganisaties en andere samenwerkingspartners. Ervaringen worden hier omgezet in bruikbare tools voor de juiste cliëntengroep en ontwikkelaars kunnen in contact komen met de eindgebruikers. Vanuit het Digital Health Center bieden wij de Digital Health Tool aan (een overzicht van alle getoetste eHealth-producten) en de eHealth Uitleenservice (uitproberen van een apparaat of app). Bovendien hebben we een succesvolle samenwerking met de afdeling Research & Development (R&D) en met andere zorgorganisaties,

startups, kennisinstellingen, leveranciers en eindgebruikers van andere innovatietrajecten.

Hoe kom je tot innovaties?

De meeste van onze innovaties zijn vraaggericht. Dit is soms een uitdaging omdat we veel verschillende doelgroepen en subdoelgroepen hebben. Het is belangrijk om daar met innovatie ook op in te zoomen. Bij de jeugd ontstaan daarom meer programma's gericht op Serious Gaming of het betrekken van het sociaal netwerk, terwijl cliënten in de ambulante zorg veel meer willen weten hoe ze zelfstandig kunnen reizen of aan het werk kunnen. Aan de andere kant zijn we ook graag koploper en proberen we ver vooruit te kijken. We weten dat onze dienstverlening er totaal anders uit gaat zien over tien jaar en dat er veel potentie zit in bepaalde technologieën. Dit is bijvoorbeeld wat we doen met blockchain. Hieruit vragen we onszelf af: "Als dit bestaat, hoe kunnen we onze dienstverlening daarmee beter maken?" We werken veel samen met R&D en scholen. Onze methodiek heeft dus betrekking op het verzamelen van input van gebruikers (intern) en aanbieders in de markt (extern).

Wat zijn je leerlessen?

Innovatie moet een serieuze positie in je organisatie hebben. Met onze Living Labs hebben wij laten zien dat innovatie niet iets is 'wat je er wel even bij doet'. Ik zag dat cliënten en medewerkers niet betrokken waren bij veel innovaties. Dit vergroot de kans op een mismatch. Doordat ze nu deel uit maken van het proces, zijn ze veel enthousiaster en willen ze er meer tijd in stoppen. Innovatie moet vooral leuk zijn! Onze e-ort is bewust ook sterk gericht op de medewerker. Ik denk dat het gebruik van eHealth bij een cliënt voor wel 90 procent aangaat of een medewerker dat stimuleert, daar zit toch een vertrouwensverband. Een innovatieve cultuur en mindset is de basis van alles. Dit moet gevoeld worden door heel de organisatie.

Waar kan je nog groeien rondom je innovatief vermogen?

Innoveren is vooral een kwestie van niet te lang praten en gewoon aan de slag gaan. Het is wel belangrijk dat je dit doet vanuit een visie en strategie, anders ben je een losse odder. We moeten keuzes maken wat we wel of niet willen. Bijvoorbeeld rond het invoeren van innovaties en a-ouwen van werkprocessen. Gaan

we iets verplichten of als keuze aanbieden? Pluryn heeft wel de intentie om samen met andere organisaties te kijken naar bijvoorbeeld een budget gezamenlijk reserveren en intramurale voorzieningen kunnen a.u.w. naar ambulante oplossingen. Die gesprekken lopen op dit moment omdat we vanuit strategie en toekomstvisie veel meer programmatisch willen opzetten.

We zijn nu aan het kijken of we een opschalingsteam kunnen inzetten. Regionaal krijgen we innovaties wel opgeschaald, maar tussen regio's innovaties uitwisselen is al moeilijker. Het komt ook voor dat er meer onderzoek noodzakelijk is om te kunnen opschalen. Dit hoeft niet altijd wetenschappelijk te zijn, maar kan ook praktijk onderzoek zijn. Belangrijk is dat je weet wat de effecten zijn van de betreffende innovatie.

Zijn er methodes en tools die je aanraadt voor mensen die met innovatie aan de slag willen?

Het is misschien wel een beetje een doodoener, maar wij zijn heel erg van het Agile werken. Wij houden van korte innovatietrajecten waardoor we heel snel weten wat wel en niet werkt. Zelfs het Blockchain project wordt heel erg vanuit de Scrum methodiek opgepakt. Je vraagt van te voren of de Raad van Bestuur en directie investeert in onzekerheid, dan wil je vervolgens oppassen dat je te

lang met een project doorgaat terwijl je weet dat het geen succes wordt. Door dergelijke korte trajecten merken we ook dat mensen heel enthousiast en gefocust blijven. En tot slot een tool om cliënten en medewerkers structureel te betrekken bij innovaties, zoals wij doen de Living Labs.

Wat is je streven voor de toekomst?

We zijn nu bezig met het uitbreiden van het aantal Living Labs in de eigen organisatie en we zijn andere organisaties aan het helpen met het opzetten van Living Labs. We willen al deze labs aan elkaar verbinden in een netwerk zodat niemand het wiel opnieuw uit hoeft te vinden. Hier kunnen we ook gezamenlijk projecten of pilots opzetten of dezelfde onderzoeksmiddelen erop zetten zodat we onderzoeksresultaten direct kunnen vergelijken. We doen dit omdat Pluryn beseft dat wij niet alleen goed bezig moeten zijn, maar dat we als hele sector een stap verder moeten zetten. Hierdoor moet je buiten je eigen organisatie kijken en veel meer vanuit maatschappelijk belang samenwerken om vooruit te komen. Als een andere organisatie bijvoorbeeld inzet op robotica, dan is het veel slimmer om aan te haken in plaats van daar zelf ook in te investeren. Je kan niet overal de expert in zijn.



Sanneke Langendoen

Sanneke Langendoen is voormalig Innovatie Manager bij Pluryn en founder van het Digital Health Center. Tevens is zij als coach/trainer betrokken bij de Health Innovation School en lid van de redactieraad ICT & Health. Haar achtergrond in online marketing, sociologie en innovatie combineert ze om vraag en aanbod in de zorg voor innovatie bij elkaar te brengen. Daarin is de betrokkenheid van cliënten bij iedere stap van uiterst belang. Ten slotte ligt haar passie in het inspireren van mensen en het bij elkaar brengen van initiatieven om meer innovaties in de praktijk bij de cliënt te laten landen.



Wat speelt er nog meer?

“Technology, like art, is a soaring exercise of human imagination”

Daniel Bell

Natuurlijk speelt nog veel meer in de wereld van technologie. Dagelijks worden er nog nieuwe ideeën ontwikkeld tot technologische innovaties die mogelijk een grote impact op de gezondheidszorg gaan hebben. Veel meer ontwikkelingen en innovaties dan Zorg Enablers 2019 kan beschrijven. Zo gaven we met hoofdstukken als *Smartfood*, *Consumer-omics*, *Enhanced Diagnostics* en *Domotics* vorig jaar ook aandacht aan andere technologieën. Hierbij een greep uit de vele technologische innovaties in de zorg:

HERO

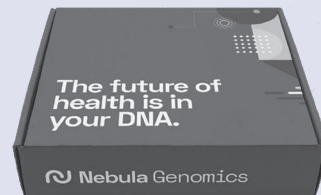
Hero is een slimme pillenautomaat, die wat weg heeft van een koffiezetapparaat. Hero beheert complexe medicatieschema's en houdt bij wanneer, hoe en voor hoe lang een patiënt bepaalde medicijnen moet innemen. De Hero herinnert de patiënt middels beeld en geluid, terwijl zorgverleners en mantelzorgers de uitgifte van medicatie via een mobiele app kunnen volgen. Overmedicatie komt hierdoor minder voor, en bij een gemiste of overgeslagen dosis weet de zorgverlener het snel.



www.herohealth.com



Nebula Genomics biedt consumenten de mogelijkheid om hun hele genoom in kaart te brengen. Degene die de scan laat uitvoeren krijgt van Nebula het resultaat. Met een app kan de persoon de gegevens zelf interpreteren. De crux van Nebula is dat ze ook gebruikers de mogelijkheid biedt om hun data te delen met bijvoorbeeld de wetenschap, al houdt de gebruiker wel zelf de regie over zijn eigen gegevens. Om dit op de juiste manier te faciliteren en de privacy van gebruikers te waarborgen, gebruiken ze hiervoor blockchain technologie.



www.nebula.org



De Omni Fork van Rekimoto Lab in Tokyo, heeft een vork geproduceerd die door middel van elektrische pulsen de smaak van zout nabootst. Het gebruik van de vork kan helpen bij het aangenaam maken van een zoutarm dieet, met navenante voordelen voor bloeddruk en nierconditie. De vork wordt inmiddels aan consumenten verkocht.

www.onmi.design



musicglove™

De Musicglove is een handschoen, bekleed met sensoren, waardoor patiënten fijne motorische opgaven kunnen doen in games. De Musicglove is van meet af aan ontworpen als medisch device voor patiënten die in een revalidatietraject zitten. Patiënten hebben bijvoorbeeld na een beroerte vaak moeite de hand goed te gebruiken en moeten diverse oefeningen herhaaldelijk doen. Dit kan echter erg saai worden, wat de therapietrouwheid niet ten goede komt. Met de Musicglove kan een patiënt virtueel gitaar spelen of vergelijkbare spellen doen, die doen denken aan *Guitar Hero*.



www.flintrehab.com



**Massachusetts
Institute of
Technology**

Amerikaanse onderzoekers hebben met behulp van 3D-printen een pil ontwikkeld die zich in de maagwand nestelt. Na inslikken blijft de pil een maand actief, waarin langzaam medicatie wordt afgegeven. Hierdoor kan over langere tijd een constante dosis worden gegeven. Daarnaast heeft de pil sensoren voor het meten van ademhalingsfrequentie, hartslag en temperatuur. Door middel van Bluetooth wordt deze informatie doorgegeven aan een ontvangend apparaat.

Kong Y.L. et al.¹



KEPLER VISION TECHNOLOGIES

Kepler Vision Technologies ontwikkelde software om lichaamstaal, houdingen en acties via videobeelden te analyseren. Via de videobeelden analyseren ze bijvoorbeeld het gedrag van ouderen. Bijvoorbeeld hoelang iemand zit op staat of er gegeten en gedronken wordt en of iemand zich aankleedt. Bij afwijkend gedrag kan op afstand een bericht worden gestuurd naar een zorgverlener, die vervolgens kan ingrijpen.

www.keplervision.eu



KOMP

Eenzaamheid onder ouderen is een groot probleem. KOMP is een computer met één knop en faciliteert communicatie tussen senioren en familie op afstand. De ene knop brengt direct een beveiligde beeldbel-verbinding tot stand met voorgeprogrammeerde familieleden. Ook kan familie foto's of video's sturen aan senioren. De ene knop is makkelijk te gebruiken door senioren, rekening houdend met hun beperkte motorische vaardigheden en vaak droge vingertoppen. Ook de audio en beeldkwaliteit is afgestemd op ouderen. Privacy staat op één; data wordt alleen opgeslagen als de gebruiker dit aangeeft.



www.noisolation.com





De Butterfly IQ ultrasound maakt echo's en verstuurt deze via een smartphone naar een arts, die in realtime mee kan kijken en uitleg kan geven via video chat. De kosten van de Butterfly IQ liggen met \$2.000 onder die van reguliere echo-apparaten, terwijl een fysiek bezoek aan een arts niet langer nodig is. Behalve de smartphone is er geen extra technologie nodig: het systeem maakt gebruik van standaard echo gel.



www.butterflynetwork.com



StopStone is een app die jongeren tussen 16-24 jaar moet helpen in het stoppen met roken. De app geeft tips en motivatie bij moeilijke momenten. Ook maakt deze inzichtelijk hoeveel geld wordt bespaard door niet te roken en kunnen gebruikers een beloning instellen (bijvoorbeeld naar de bioscoop, weekendje weg) voor wanneer zij een bepaalde mijlpaal hebben bereikt. De app telt dan daarnaartoe af.

www.stopstone.nl



De Cangaroo Envelope van Aziyo Biologics is een extracellulaire matrix op basis van varkensmateriaal die implantaten kan omgeven. Deze wordt gebruikt voor pacemakers, defibrillators en sinds kort ook voor neurostimulators. De varkensdarm ondergaat een proces, waardoor een menselijk lichaam deze niet meer afstoot. Doordat de cellen langzaam worden vervangen door lichaamseigen cellen, ontstaat er een holte waaruit de implantaten makkelijker verwijderd kunnen worden, indien nodig.

www.aziyo.com/cangaroo



Hoestie is een communicatieplatform bedoeld voor kankerpatiënten om familie en vrienden te informeren over hun ziekteverloop. Uitgangspunt is de communicatie rondom een moeilijk onderwerp te faciliteren en zowel patiënt als familie te ontzorgen. Met Hoestie hoeft de patiënt niet herhaaldelijk hetzelfde, vermoeiende en emotionele verhaal te vertellen en zijn er ook voor de omgeving minder communicatiedrempels. Op het platform geeft de patiënt informatie over het ziekteverloop, zoals een kalender met daarop behandelmomenten en controles.



www.hoestie.nu



VERDIEPING

Project MARCH

Project MARCH is een initiatief van veelal studenten aan de Technische Universiteit Delft, gevestigd in de D:DREAM Hall van de TU. Ieder jaar 'parkeren' ongeveer 20 bachelor- en masterstudenten vrijwillig hun studie om een jaar volledig te wijden aan het project. De studenten hebben een duidelijk doel: mensen met een dwarslaesie mobiliteit teruggeven om (weer) te kunnen deelnemen in dagelijkse activiteiten en zo bijdragen aan kwaliteit van leven. Ieder jaar ontwikkelen ze een nieuw exoskelet.

Project MARCH is een eigen stichting. Het meerjarige project, met elk jaar een nieuw team, bestaat uit gedreven studenten van verschillende studierichtingen die de kans krijgen het skelet beter, geavanceerder en compacter te maken. Een jaar lang bouwen de studenten voort op het prototype van het jaar ervoor, waarbij ze de opgedane kennis en leerlessen van voorgaande jaren zorgvuldig benutten. Daarvoor werken de studenten ook nauw samen met een piloot, de persoon met een dwarslaesie die het exoskelet bestuurt, die zich een jaar lang committeert aan het ontwikkelen van het skelet. Hiermee wordt ook gewaarborgd dat de behoefte van de patiënt centraal staat. Het project wordt verder financieel gesteund door diverse partners en zijn er ook veel samenwerkingsverbanden met partijen die in onderdelen of specifiek advies bijdragen aan de ontwikkeling van het skelet. Zo vindt er bijvoorbeeld veel samenwerking plaats met de Sint Maartenskliniek, die reeds beschikken over veel kennis en ervaring op het gebied exoskeletten en dwarslaesies.

In 2015 is gestart met het project wat resulteerde in een basis voor het eerste functionerende prototype. Een jaar later werd voor het eerst meegedaan aan de jaarlijkse Cybathlon. In het jaar 2017-2018 werden verschillende innovaties toegevoegd aan het skelet, waaronder een actieve enkel, variabele stapgrootte

en afneembare ondersteuningspunten voor het onderbeen. Het huidige skelet weegt ongeveer 25 kilo en geeft ondersteuning aan het onderlichaam van de piloot. Het pak wordt aangedreven door een accu op de rug, met een gemiddelde accuduur van ± 1 uur, afhankelijk van de intensiteit van ondersteuning. Inmiddels wordt er hard gewerkt aan de MARCH IV, waarvoor de ambities zich langzaam aftekenen: nóg meer bewegingsvrijheid voor de patiënt en mogelijke integratie van meer sensoren. Tijdens de volgende Cybathlon vindt de ultieme test plaats, waar het nieuwe prototype de strijd aangaat met diverse internationale teams. Binnen tien minuten moeten de piloten in exoskeletten verschillende alledaagse handelingen succesvol volbrengen. Vorig jaar wist de MARCH III deze competitie nog te winnen.

Het vergroten van de bewegingsvrijheid van een dwarslaesiepatiënt, brengt naast de praktische voordelen ook talloze andere gezondheidsverbeteringen voor die patiënt met zich mee. De niet-commerciële insteek waarmee Project MARCH is opgezet, zorgt ervoor dat er meer ruimte is om te experimenteren. Er zijn echter geen plannen om het exoskelet op de markt te brengen. *"Het doel van het project is veel eerder laten zien dat de technologie er is",* aldus Jorick Kamphof, teammanager van Project MARCH. In de toekomst kan het skelet mogelijk slimmer gemaakt worden, door bijvoorbeeld de integratie met diverse algoritmen of het aansturen via specifieke hersensignalen. Of dat het volledig skelet zelf stabiliserend is, zodat de piloot zelfstandig zonder krukken een natuurlijke loopbeweging kan maken.

Het exoskelet is een belangrijke stap op weg naar een toekomst waarin rolstoelen uit het straatbeeld verdwenen zijn. Het ultieme doel is dat het exoskelet toegankelijk én beschikbaar is voor iedereen die hierdoor mobiliteit terugkrijgt.



Project MARCH

Het Project MARCH team van 2018-2019 bestaat uit 23 studenten, 21 van de TU Delft, één student van de Vrije Universiteit Amsterdam en één van de Haagse Hogeschool. De studenten uit het team hebben achtergronden in o.a. Elektrotechniek, Werktuigbouwkunde, Lucht- en Ruimtevaarttechniek, Technische Informatica, Industrieel Ontwerpen, Technische bestuurskunde, Klinische Technologie en Bewegingswetenschappen.
www.projectmarch.nl

Waar gaan we heen?

Zelf aan de slag!



Waar gaan we heen?

Er komen veel innovatieve technologieën op ons af. met Zorg Enablers laten wij de belangrijkste technologische ontwikkelingen zien die de toekomst van de zorg sterk (gaan) beïnvloeden. en een bijdrage leveren aan de kwaliteit, betaalbaarheid en toegankelijkheid van de zorg. Digitalisering, goedkopere technieken, groeiende bewustwording over de eigen gezondheid en *power-to-the-patient* zijn enkele drijvende factoren achter de technologische ontwikkelingen. ‘*Cybercare*’¹, ‘*digital healthcare*’² en ‘*eHealth*’³ zijn begrippen die de toenemende rol van technologie in de zorg illustreren. Ondertussen wordt gezegd dat we aan de start staan van de vierde industriële revolutie, gedreven door nieuwe technologische ontwikkelingen⁴. Al lijkt het soms *science fiction*, veel van de beschreven technologieën bestaan al en worden met succes binnen de zorg gebruikt.

Waar bewegen we naartoe

De technologische ontwikkelingen kunnen een bijdrage leveren om de zorg meer patiëntgericht te maken onder andere door patiënten en zorgprofessionals te ondersteunen bij het maken van keuzes. Door nieuwe inzichten en technologische ontwikkelingen zal de aandacht verschuiven van behandelen naar preventie van aandoeningen. Nieuwe technologieën bieden bovendien de mogelijkheid om sneller te reageren op signalen en beter te voorspellen wat effecten van leefstijl en/of behandeling zullen zijn. Als zij op de juiste manier ingezet worden, dragen al deze technologische innovaties bij aan een verbeterde patiëntervaring, verbeterde toegankelijkheid en populatiegezondheid, vermindering van zorg- en ondersteuningskosten en verbeterd welzijn van zorgverleners.

In grote lijnen dragen de technologische ontwikkelingen bij aan de volgende drie bewegingen:

1. **Empowered patient:** We meten meer wat de effecten van ons gedrag zijn voor onze gezondheid door technologieën als *holistic tracking*. Met behulp van *Do-It-Yourself (DIY) diagnostics* stellen we zelf een diagnose of kunnen we preventief actie ondernemen. We beheren zelf onze gezondheidsinformatie in een *Health Information System*. Zo nemen we steeds meer de regie over onze eigen gezondheid en zorg.

2. **Bionic human:** Technologie maakt het mogelijk om het menselijk lichaam te herstellen of zelfs te verbeteren. Geprinte organen, geavanceerde protheses, exoskeletten en nanotech-implantaten maken ons lichaam een betere versie van het origineel.
3. **Autonomic systems:** Computers nemen veel over in alle zorgfasen. Er ontstaat steeds meer autonomie door toepassing van *smart analytics*. Robots en sensoren ondersteunen of verzorgen ons; daar hoeven we zelf steeds minder over na te denken.

Kijkend naar de maatschappelijke trends is met zekerheid te zeggen dat de westerse gezondheidszorg een zeer dynamische context kent. De technologische innovaties in de gezondheidszorg leveren een bijdrage aan de antwoorden op de vragen gesteld door de veranderende maatschappij. Steeds meer bedrijven, ook van buiten de zorg, zullen nieuwe technologische innovaties aanbieden en wellicht functies van de traditionele zorgverleners overnemen. Grote technologiebedrijven zoals Amazon, Apple, Alphabet, Microsoft, Ping An, Philips en Samsung zijn reeds actief op de zorgmarkt en maken gebruik van enorme schaalvoordelen en een voorsprong in digitale data. Ze verstevigen hun positie met de introductie van nieuwe diensten en met overnames en samenwerkingen.

Het aanbod is overweldigend, maar wat draagt werkelijk bij aan de kwaliteit, toegankelijkheid en betaalbaarheid van de zorg? Hoe wegen we kwaliteitswinst af tegen de investerings- en zorgkosten van een nieuwe technologie? Het blijft van cruciaal belang om het kaf van het koren te scheiden om zo de kansen die de technologie biedt, optimaal te benutten.

Verwachte periode van technologie voor een optimale uitrol in de dagelijkse praktijk

De 18 geschetste technologische ontwikkelingen werken toe naar drie uiteindelijke doelen:
1. Empowered Patient, 2. Bionic Human en 3. Autonomic Systems.





Zelf aan de slag!

Nieuwe technologieën en toepassingen bieden volop kansen om de zorg te verbeteren en anders in te richten. Echter, het gaat niet over het introduceren van de technologie als zodanig, maar om de wijze waarop de technologie daadwerkelijk waarde toevoegt voor de gebruikers: patiënten én zorgprofessionals. Hoe zorgen we ervoor dat technologie een optimale bijdrage levert aan zorginnovatie? Of beter nog: hoe kan technologie bijdragen aan de benodigde transformatie van de zorg? Het zijn spannende tijden. Enerzijds vanwege de complexe maatschappelijke uitdagingen, anderzijds vanwege de fantastische mogelijkheden die nieuwe technologie kan bieden. Hoewel technologische toepassingen steeds meer geïmplementeerd worden in de gezondheidszorg en onderdeel worden van het zorgproces, is de meerwaarde niet vanzelfsprekend. Wij bieden een aantal sleutels voor het versterken van het innovatievermogen van zorgorganisaties. Geenszins om compleet te zijn, maar wel om de deur te openen om zelf aan de slag te gaan.

Sleutels voor succesvolle zorginnovatie

1. Realiseer je dat technologie slechts één aspect van innovatie is. Er dient ook aandacht uit te gaan naar alle andere aspecten: innovatie vraagt om een integrale benadering
2. Beperk jezelf niet tot het inzetten van technologie in bestaande zorgprocessen en systemen: de uitdagingen waar we als Westerse gezondheidszorg voor staan vragen om het opzoeken van grenzen en herontwerpen en -inrichten van de zorg
3. Neem mensgericht ontwerp (*Human Centred Design*) als uitgangspunt: zet de eindgebruiker centraal en niet de technologie
4. Concretiseer stap voor stap hoe we technologie inzetten met de waarde voor de gebruiker centraal: innovatie is een cyclisch proces van ervaren, leren en aanpassen
5. Bouw een coalitie van stakeholders binnen je eigen organisatie en over de organisatiegrenzen heen: succesvolle innovatie is het resultaat van co-creatie
6. Zorg er voor dat er binnen jouw organisatie structureel aandacht is voor innovatie en dat de competenties en middelen hiervoor beschikbaar zijn: creëer jouw eigen voorwaarden en vermogen voor innovatiesucces

1. Innovatie vraagt om een integrale benadering

Technologie is slechts één aspect van innovatie. Innovatie betekent ook aandacht voor wetenschappelijk onderzoek en onderbouwing, functioneel toepasbaar ontwerp en inrichting én het realiseren van een helder en levensvatbaar model waarmee de zorgorganisatie waarde creëert, levert en behoudt. Houd daarbij ook oog voor de zachte kant van innovatie. Zonder aandacht voor alle aspecten zal de technologie geen weg vinden naar een waardevolle toepassing voor de eindgebruiker. Het vraagt ondernemerschap om deze verschillende aspecten te verbinden. Welke eisen hieraan worden gesteld, is afhankelijk van de innovatie die je nastreeft^{1, 2}.

2. Innovatie vraagt om zorg anders in te richten

Inmiddels is de noodzaak voor zorginnovatie voor eenieder die in de zorg werkt duidelijk. Hierbij zullen incrementele innovaties niet een afdoende antwoord opleveren, wat maakt dat succesvolle zorginnovatie vraagt om *out of the box* te denken. Denk fundamenteel na over welk vraagstuk je wilt oplossen, wat de onderliggende belemmeringen zijn en welke rol en bijdrage technologie daarbij kan spelen in de oplossing ervan. We zien dat zorgorganisaties drie kernuitdagingen hebben:

- a. Hoe kan ik de zorg en ondersteuning op een optimale wijze organiseren zodat de zorg kwalitatief, toegankelijk en betaalbaar is en blijft? Een omgeving die de gelegenheid biedt om stap voor stap de zorg en ondersteuning te verbeteren.
- b. Hoe creëer ik de voorwaarden en ruimte voor vernieuwing door afscheid te nemen van gebruiken, gewoonten, activiteiten, gedrag en regels die in de weg staan van wenselijke en noodzakelijke vernieuwing?
- c. Hoe zorg ik ervoor dat ik voorbereid ben op de toekomst en wat is dan nodig om de koers te bepalen, uit te zetten en te behouden die gelegenheid geeft om zorg en ondersteuning niet te optimaliseren, maar te herinrichten?

Succesvolle innovatie vraagt dat er aandacht besteed wordt aan al deze drie uitdagingen. In praktijk blijkt dat veel zorgorganisaties niet veel verder komen dan de eerste uitdaging. Er is wel aandacht voor incrementele verbeteringen en technologieën worden ingezet in bestaande processen zonder dat dit direct leidt tot grote voordelen in termen van *efficiency* of waarde voor patiënten/cliënten en medewerkers. Het mooie van de technologieën is dat zij met enige fantasie en creativiteit zoveel meer kunnen betekenen als

je bestaande conventies durft te verlaten. Durf na te denken of zelfs te dromen hoe zorg en ondersteuning anders ingericht kan worden. Maak gebruik van verschillende technieken om creativiteit te bevorderen. Kijk buiten de eigen sector. Nodig andersdenkenden uit om te praten over oplossingen. Het probleem is dat de dagelijkse gang van zaken zo vaak als rechtvaardiging gebruikt worden om geen tijd en ruimte te maken voor fundamentele vernieuwing³.

3. Zet de eindgebruiker centraal

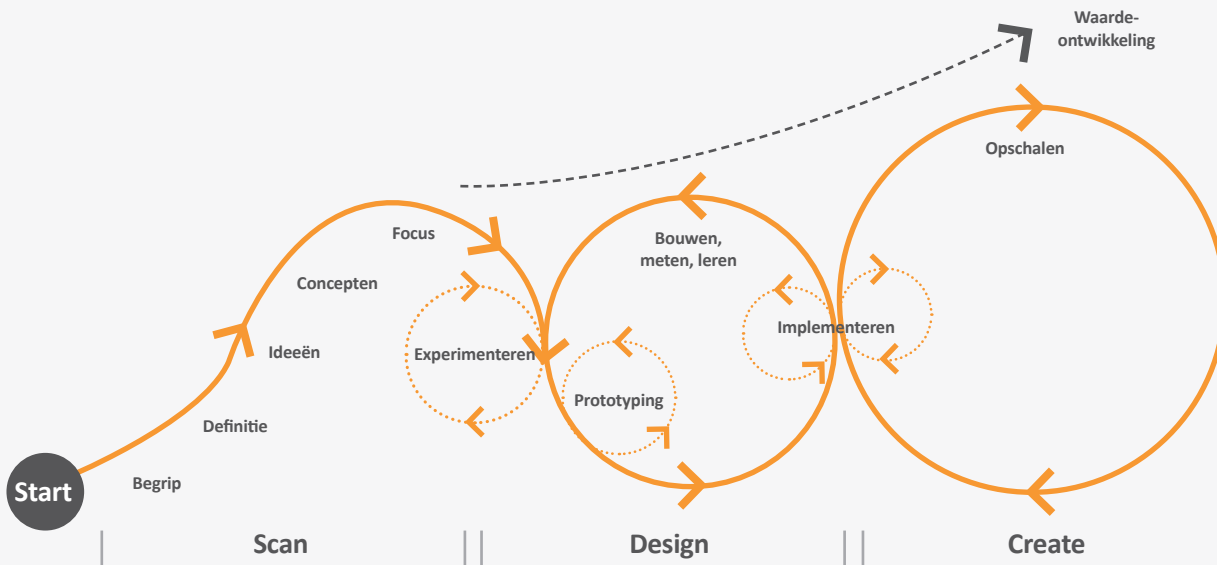
Steeds vaker worden principes van *Design Thinking* gebruikt om complexe vraagstukken te kaderen en te benaderen vanuit het perspectief van de eindgebruiker. Hierbij worden creatieve technieken gebruikt en een beroep gedaan op een combinatie van intuïtie en ratio om te komen tot een uitgangspunt, begrip en definitie van het vraagstuk. Bij *Design Thinking* staat de eindgebruiker centraal. De eindgebruiker is wat ons betreft voor het beste resultaat gedurende het gehele innovatieproces betrokken. Dat kan op verschillende manieren zoals door het

doorlopen en analyseren van de patiënt- of cliëntreis, diepte-interviews, focus groepen of Market Research Online Communities (MROC's). Een MROC biedt patiënten en cliënten de gelegenheid gedurende hun zorgproces feedback te geven met betrekking tot hun behoefte en (ervaren) kwaliteit van de zorg via een online community. Dit geeft waardevol inzicht in de aspecten waar de geleverde zorg verbeterd kan worden.

4. Innovatie is een cyclisch proces van ervaren, leren en aanpassen

Innovatie is geen lineair proces met een helder gedefinieerd begin en eind. Er bestaat geen blauwdruk. De innovatieaanpak is er een van experimenteren en meerdere iteraties. Het is een cyclisch proces met veel kleine stappen. Veel van de stappen geven het gevoel dat je vooruitgaat, maar zo nu en dan word je ook gedwongen weer een paar stappen terug te zetten. De insteek moet zijn maximale impact realiseren en komen tot de 'sweet spot' die bestaat uit de overlap van de dromen, behoeften en ambities van de eindgebruiker, een levensvatbaar en toegevoegde waarde genererend businessmodel, en het passend gebruik van

Innovatie is een cyclisch proces van ervaren, leren en aanpassen



technologie. Het vraagt van een organisatie doorzettingsvermogen om het innovatieproces te doorlopen. De gevraagde investering (in tijd, geld, middelen) neemt veelal toe naarmate het proces vordert. Dit komt omdat de iteraties steeds meer tijd vragen en informatie vereisen. De waarde ontwikkelt zich parallel, maar de vruchten worden pas echt geplukt bij implementatie⁴⁻⁶.

5. Innovatie is het resultaat van co-creatie

Een paradigmaverandering is noodzakelijk om een antwoord te vinden op de uitdagingen waar we voor staan in de Westerse gezondheidszorg^{7,8}. Organisaties beseffen steeds meer dat ze samen meer kunnen realiseren en dat samenwerking gelegenheid biedt om te komen tot betere oplossingen, ervaringen en meer toegevoegde waarde voor de gebruiker, betrokkenen en de maatschappij. De echt complexe vraagstukken kun je immers niet alleen oplossen. Co-creatie vraagt om een transparant proces waar de eindgebruiker en andere relevante partijen actief met elkaar samenwerken en gebruikmaken van elkaars complementaire inzichten, kennis en vaardigheden om te komen tot oplossingen⁹. Binnen een succesvol ecosysteem zijn verschillende noodzakelijke rollen vertegenwoordigd¹⁰. Beslissers en beïnvloeders die waar nodig aan de spreekwoordelijke ‘knoppen’ kunnen draaien. In de zorg zien we steeds vaker dat de vraagstukken over de grenzen van zorg- en welzijnsorganisaties heen reiken. Co-creatie is in deze geen wens, maar de enige wijze waarop de zorg naar de toekomst vorm krijgt.

6. Creëer jouw eigen voorwaarden en vermogen voor innovatiesucces

Het vermogen om te innoveren vergt meer dan een aantal goede ideeën, technologieën of enthousiaste professionals. Er is aandacht nodig voor de innovatieaanpak. De wijze waarop innovatie wordt georganiseerd en gefaciliteerd, de beschikbare middelen, kennis en vaardigheden, en de wijze waarop status en voortgang wordt gemeten en innovatie ook ondersteund wordt in termen van beloning en daarmee bijdraagt aan gewenst gedrag.

Innovatie faalt wanneer je innovatieprojecten hetzelfde inricht als de processen voor de reguliere bedrijfsactiviteiten. De processen die leiden tot de producten en diensten die je als zorgorganisatie dagelijks biedt aan je patiënten en cliënten. Een andere aanpak en inrichting is nodig voor succesvol innoveren. Innovatie vraagt om een heldere definitie van het proces en de werkzaamheden die uitgevoerd worden in elke fase. In de aanpak moet helder zijn welke activiteiten plaatsvinden in elke fase, welke methoden en instrumenten gebruikt worden en op welke wijze deze bijdragen aan (tussentijdse) resultaten. Binnen de organisatie moet gekeken

Veranderende paradigma's in innovatiemanagement⁴

20 ^e eeuw	...	21 ^e eeuw
Schaal en focus	➡	Snelheid en adaptiviteit
Voorspelbaarheid	➡	Wendbaarheid
Rigide organisatiegrenzen	➡	Dynamische organisatiegrenzen
Command and control	➡	Creatief empowerment
Reactief en risicomijdend	➡	Intrapreneur
Ambitieuus streven	➡	Toegevoegde waarde en hoger doel
Competitief voordeel	➡	Comparatief voordeel
Data	➡	Big data

worden hoe innovatie optimaal en blijvend ondersteund kan worden. Met betrekking tot de organisatie moet scherp zijn waar innovatie een plaats krijgt. Zowel fysiek als in relatie tot andere activiteiten in de organisatie. Hierbij is het raadzaam om de bijdrage van innovatie aan de organisatie doelstellingen helder en inzichtelijk te maken en ervoor te zorgen dat er vanuit het management draagvlak en draagkracht is voor innovatie. Draagvlak en draagkracht gaan verder dan het beschikbaar stellen van een budget en innovatie benoemen in de ondernemingsstrategie. Het management moet innovatie net zo belangrijk vinden als de (directe en ondersteunende) activiteiten die nodig zijn om producten en diensten aan de eindgebruiker te bieden.

Als het gaat om middelen en competenties dan wordt helderheid gevraagd over wie betrokken wordt bij innovatie en welke kennis en vaardigheden hiervoor minimaal nodig zijn. Als organisatie zoek je mensen die zich verwonderen, creatief kunnen denken, die ideeën in context kunnen plaatsen en concreet kunnen maken, die processen en activiteiten kunnen definiëren die leiden tot tastbare resultaten. Maar ook mensen die kennis en ervaringen inbrengen

over de eindgebruiker, over vraagstukken, fricties en mensen die praktisch zijn, verbinden en doen. Mensen die kennis hebben van het innovatieproces, formats, werkvormen en methoden. Mensen die overzicht houden over alle activiteiten die uitgevoerd worden, over het portfolio van projecten.

Aan de slag!

Tomas Edison, de uitvinder van de gloeilamp, gaf het al aan: “*innovatie is 1% inspiratie en 99% transpiratie.*” Innovatie is niet eenvoudig. Je moet aan regelgeving voldoen, de toegevoegde waarde aantonen, interne en externe stakeholders overtuigen en afscheid nemen van bestaande manieren van werken, processen en soms zelfs van omzet. Kennis en vaardigheden die je niet hebt moet je betrekken van buiten de organisatie, zelf ontwikkelen of beiden. Voor de wijze waarop je dat doet en hoe je dat vormgeeft, zijn er ook weer 1001 mogelijkheden. Er is altijd onzekerheid of het wiel al niet een keer uitgevonden is. Het is vaak al mooi als van honderd ideeën er één echt leidt tot een resultaat met toegevoegde waarde. Je hoort enkelen al roepen: “ja, maar...” Ons antwoord: ga met de zes sleutels aan de slag!

Het is noodzakelijk om mee te kunnen komen in en voorbereid te zijn op een sterk veranderende zorgsector. Daarmee moet innovatie dus één van de belangrijkste strategische onderwerpen op de agenda zijn. Vorig jaar schreven we al over het *Innovation Maturity Model* (IMM). Het model geeft inzicht in de innovatievolwassenheid van een zorgorganisatie. Voor de mate van volwassenheid van een zorgorganisatie wordt gekeken naar aanpak, organisatie, middelen en competenties, en het vermogen om status en voortgang te meten en op basis van stuurvariabelen te komen tot gewenst gedrag. Om succesvol te innoveren zullen organisaties innovatie in hun langetermijnstrategie moeten opnemen, moet vernieuwing een onderdeel zijn van de cultuur en moeten zij investeren in innovatiecompetenties⁷. Een eenvoudig assessment levert al snel beelden op waar je verbeteringen kan realiseren gericht op het versterken van het innovatievermogen van je organisatie.

Zorgtransformatie verder versnellen

De uitdagingen waar we voor staan in de zorg zijn van formaat en maken dat simpele oplossingen of incrementele verbeteringen van bestaande werkwijzen niet meer toereikend zijn. De noodzaak voor een transformatie is helder. Door te investeren in het innovatievermogen van onze zorgorganisaties, kunnen we er daadwerkelijk voor zorgen dat deze technologieën als *enabler* zullen werken om onze zorgsector toekomstbestendig te maken.

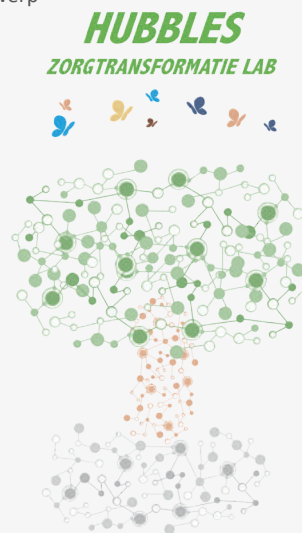
Hubbles Zorgtransformatie Lab

Transformatie is een complex veranderproces. Het vraagt om een visie en ambitie voor de toekomst en samenwerking tussen veel verschillende partijen met elk hun eigen rollen, agenda's en belangen. Complex vanuit veranderkundig perspectief, maar ook inhoudelijk om te komen tot oplossingen voor ingewikkelde financiële, juridische, technologische, economische en ethische vraagstukken en dilemma's. Weinig instellingen en organisaties hebben deze complete mix van kennis en competenties in huis om een transformatie te leiden. Dit is geen verwijt, maar een constatering. Soms vormen op voorhand tegengestelde belangen een belemmering voor lange termijn waardecreatie.

Voor het innovatievermogen van de gezondheidszorg zou het goed zijn om een centrale plek te creëren waar praktijkervaring met nieuwe technologieën en innovaties ontsloten wordt. Niet in de vorm van een traditioneel kenniscentrum, maar meer als een gedecentraliseerd kennisnetwerk. Het doel is om optimaal gebruik te maken van wat zich optimaal bewezen heeft. Vanuit waardecreatie is snel volgen wellicht een slimmere innovatiestrategie dan altijd voorop willen lopen.

Het *Hubbles Zorgtransformatie Lab* biedt een fysieke én digitale omgeving die een voedingsbodem en stimulans vormen voor organisaties met een innovatie en transformatie uitdaging. Het is een community waar kennis, kunde en kapitaal gebundeld worden. Geïnspireerd door *Mayo Clinic Center for Innovation*, gaan we uit van een mensgericht ontwerp waarbij de eindgebruiker écht centraal staat. Daarnaast gebruiken we *Design Thinking* methodes en instrumenten waardoor we in staat zijn naast het sturen van complexiteit, kort-cyclisch te werken aan concrete innovaties. Een expertgroep van veranderaars en vernieuwers, die met hun voeten in de spreekwoordelijke modder hebben gestaan, gaat bestuurders in het publieke domein coachen en zorgen voor de juiste inhoudelijke en procesmatige ondersteuning.

Zo brengen we samen innovaties tot wasdom en dragen we bij aan de zorgtransformatie.





Ons team

AUTEURS



Philip J. Idenburg



Sjoerd Emonts



TEAM ONDERZOEK



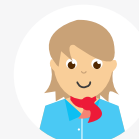
Arjo
Mans



Bas
Koehorst



Floris
Dankaart



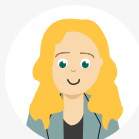
Monique
Philippens



TEAM SUPPORT



Bo
Fokkes



Dionne
van der Waal



Romy
Smith



DESIGN



Michèle
Duquesnoy



TEAM INNOVATIE



Daniel
Mogendorff



Harry
Wildeboer





Over de auteurs



Philip J. Idenburg MSc. MBA is managing partner van strategie en innovatiebureau BeBright en adviseert opdrachtgevers in de zorg op het gebied van strategie en innovatievraagstukken. Proces en inhoud gaan daarbij hand in hand waarbij in een sterk groeiende zorgvraag en veranderend zorglandschap de enige succesvolle strategie er een is die resulteert in concrete zorginnovatie en -transformatie.

Philip is een veelgevraagd spreker voor lezingen en colleges. Tevens is hij auteur van vele artikelen en boeken waaronder ‘Oog voor de toekomst’ (2005), managementbestseller ‘Diagnose 2025: over de toekomst van de Nederlandse gezondheidszorg’ (2010), ‘Diagnose Diabetes’ (2012), ‘Diagnose Zorginnovatie’ (2013) en ‘Diagnose Transformatie: een toolkit voor grensverleggers in de zorg’ (2018). Daarnaast heeft hij als proces- en inhoudelijk begeleider van de Federatie Medisch Specialisten onder andere aan de basis gestaan van het visiedocument ‘Medisch Specialist 2025’ dat in 2017 verscheen.

Behalve als adviseur heeft Philip hands-on managementervaring met strategieontwikkeling, -implementatie en innovatie, waardoor een goed begrip van de complexiteit van de zorgsector hand in hand gaat met concrete interventies in de zorgdelivery en strategie executie. *“Hoewel een verbindende en aansprekende visie en strategische roadmap belangrijke instrumenten zijn, heb ik in de praktijk ervaren dat de sleutel naar zorginnovatie en transformatie vaak ligt bij (klinisch) leiderschap”*. Met een groeiende groep bestuurders en (klinisch) leiders onderzoekt Philip de onderliggende vraagstukken en hoe transformatie ondanks de belemmeringen en een bestaand zorgsysteem dat zich zal verzetten, gerealiseerd kan worden.



philip.idenburg@bebright.eu



www.linkedin.com/in/philipidenburg



[@philipidenburg](https://twitter.com/philipidenburg)



Sjoerd Emonts MSc. is adviseur bij BeBright. Op basis van kwalitatieve en kwantitatieve analyses begeleidt hij klanten bij het maken van strategische keuzes. Met zijn betrokkenheid bij Diagnose Transformatie en Diagnose Voeding & Gezondheid is Sjoerd op de hoogte van alle relevante trends en ontwikkelingen in de gezondheidszorg die zorgtransformatie noodzakelijk maakt en de technologie die zorginnovatie mogelijk maakt.

Sjoerd ontwikkelde zijn analytisch vermogen en een wetenschappelijke achtergrond met de studie ‘Biomedical sciences’ aan de Radboud Universiteit te Nijmegen en diverse onderzoeksprojecten binnen het Radboudumc. De afgelopen jaren verrijkte hij zijn kennis met uitstapjes naar de master ‘Healthcare Policy, Innovation and Management’ aan de Maastricht University en werkzaamheden binnen het World Health Organisation Regional Office for Europe in Kopenhagen.

Sjoerd is inhoudsgedreven en verzamelt al jaren informatie over de nieuwste technologieën. Door zijn brede focus op innovatie kan hij technologische mogelijkheden vertalen naar concrete oplossingen in de zorg en het sociaal domein. Zijn brede kennis past hij onder meer toe bij de ondersteuning van innovaties binnen het acceleratorprogramma Diagnose Voeding & Gezondheid. Dagelijks laat hij zich inspireren door wat technologie ons te bieden heeft. Daarvoor ondernemen we binnen BeBright op regelmatige basis zorginnovatie expedities in binnen- én buitenland om, naast inspiratie op te doen, ook weer fris en met verwondering naar ons eigen zorgsysteem te kijken.



sjoerd.emonts@bebright.eu



www.linkedin.com/in/sjoerdemonts

www.bebright.eu
www.zorgenablers.nl





Noten

Inleiding

1. Idenburg P.J. et al. Diagnose Transformatie: een toolkit voor grensverleggers in de zorg. 2018
2. Bodenheimer T. et al. From Triple to Quadruple Aim: Care of the Patient Requires Care of the Provider. *Ann Fam Med*. 2014;12(6):573-576

ZORGFASE 1. PREVENTIE & GEZOND LEVEN



Holistic Tracking

1. Gal R., May A.M., van Overmeeren E.J., Simons M., Monnikhof E.M. The Effect of Physical Activity Interventions Comprising Wearables and Smartphone Applications on Physical Activity: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine*. 2018;4(1):42
2. Carroll J.K., Moorhead A., Bond R., LeBlanc W.G., Petrella R.J., Fiscella K. Who Uses Mobile Phone Health Apps and Does Use Matter? A Secondary Data Analytics Approach. *Journal of Medical Internet Research*. 2017;19(4):e125
3. Sharon T. Self-Tracking for Health and the Quantified Self: Re-Articulating Autonomy, Solidarity, and Authenticity in an Age of Personalized Healthcare. *Philosophy & Technology*. 2017;30(1):93-121
4. Markets and Markets. Wearable Medical Devices Market by Device & Application - Global Forecast 2022. Available from: <https://www.marketsand-markets.com/Market-Reports/wearable-medical-device-market-81753973.html>. Retrieved 13-12-2018
5. Marketwatch. Mobile Health (mHealth) Services Market Size is Projected to be Around US\$ 104.00 Billion By 2022. August 2018
6. DC Forecasts. Slower Growth for Wearables in 2018 Before Ramping Up Again Through 2022. Available from: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerid=prUS44276818>. Retrieved 24-11-2018
7. Intelligence BI. The wearables report: Growth trends, consumer attitudes, and why smartwatches will dominate. Available from: <https://www.businessinsider.com/the-wearable-computing-market-report-2014-10>. Retrieved 16-11-2018
8. MarketsandMarkets. Artificial Intelligence in Healthcare Market worth 7,988.8 USD Million by 2022. Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/artificial-intelligence-healthcare.asp>. Retrieved 20-11-2018
9. Balch O. Brave new world: implantables, the future of healthcare and the risk to privacy. November 2016
10. IQVIA. The Growing Value of Digital Health 2017. Available from: <https://www.iqvia.com/institute/reports/the-growing-value-of-digital-health>. Retrieved 28-11-2018
11. Network DHD. The future of wearables is implanted - Meet 6 excellent companies. 2018
12. Holley P. This firm already microchips employees. Could your ailing relative be next? August 2018
13. NBCNews. How virtual reality is helping heal soldiers suffering with PTSD. March 2017
14. Liquid State. The Rise of mHealth Apps: A Market Snapshot. March 2018
15. Mobile Health (mHealth) App Market. Industry Trends, Opportunities and Forecasts to 2023. 2018
16. Research GV. Global Wearable Medical Devices Market Size Industry Report, 2022. Available from: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/wearable-medical-devices-market>. Retrieved 5-11-2018
17. Beaton T. Wearable Device, mHealth, Telehealth Markets Expected to Grow. July 2017
18. Lee P. Global Mobile Consumer Survey - Deloitte. Available from: <https://www2.deloitte.com/il/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/global-mobile-consumer-survey.html>. Retrieved 26-11-2018
19. Lee J.H.. Future of the Smartphone for Patients and Healthcare Providers. *Healthcare informatics research*. 2016;22(1):1-2
20. Hellard B. What is 5G and how far are we from rollout? Available from: <http://www.itpro.co.uk/mobile/28081/what-is-5g>. Retrieved 26-11-2018
21. CBS. Steeds meer ouderen op sociale media. December 2017
22. Wilde L.J., Ward G., Sewell L., Muller A.M., Wark P.A. Apps and wearables for monitoring physical activity and sedentary behaviour: A qualitative systematic review protocol on barriers and facilitators. *Digital health*. 2018;4:2055207618776454.
23. Byrom B., Watson C., Doll H., Coons S.J., Eremenco S., Ballinger R. et al. Selection of and Evidentiary Considerations for Wearable Devices and Their Measurements for Use in Regulatory Decision Making: Recommendations from the ePRO Consortium. *Value in health : the journal of the International Society for Pharmacoeconomics and Outcomes Research*. 2018;21(6):631-9
24. Edwards C. Wireless charging: the breakthrough medical devices are waiting for? *Verdict Medical Devices*. 2018
25. Bolduc M. The Future of Medical Wearables. 2018
26. Pingitore G. To share or not to share - Deloitte. Available from: <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/industry/retail-distribution/sharing-personal-information-consumer-privacy-concerns.html>. Retrieved 6-11-2018
27. Janrain. Consumer Attitudes Toward Data Privacy Survey 2018. Available from: <https://www.janrain.com/resources/industry-research/consumer-attitudes-toward-data-privacy-survey-2018>. Retrieved 24-11-2018
28. Blau M. Health wearables raise new privacy concerns. August 2017
29. Loohuis A. Medische apps: zorg voor de toekomst? September 2017
30. Mosseri-Marlio W. Are health apps saving lives—or just confusing us? May 2016
31. Lui J.H.L., Marcus D.K., Barry C.T. Evidence-based apps? A review of mental health mobile applications in a psychotherapy context. 2017;48(3):199-210.
32. Devlin H. Health apps could be doing more harm than good, warn scientists. February 2017
33. KNMG. Medische App Checker: handreiking bij het beoordelen van medische apps. February 2016
34. Baron K.G., Abbott S., Jao N., Manalo N., Mullen R. Orthosomnia: Are Some Patients Taking the Quantified Self Too Far? *Journal of clinical sleep medicine*. 2017;13(2):351-4
35. Idenburg P., van Schaik M. Diagnose Zorginnovatie: over technologie en ondernemerschap. 2013
36. Sadri B. et al. Wearable and Implantable Epidural Paper-Based Electronics. 2018; 10(37):31061–31068



Serious Gaming

1. Idenburg P.J., van Schaik M. Diagnose Zorginnovatie: over technologie en ondernemerschap. 2013
2. Schuller B.W., Dunwell I., Weninger F., Paletta L. Serious Gaming for Behavior Change: The State of Play. *IEEE Pervasive Computing*. 2013;12(3):48-55
3. Charlier N., Zupancic N., Fieues S., Denhaerynck K., Zaman B., Moons P. Serious games for improving knowledge and self-management in young people with chronic conditions: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 2016;23(1):230-9
4. King D., Greaves F., Exeter C., Darzi A. 'Gamification': influencing health behaviours with games. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 2013;106(3):76-8
5. Deloitte. Market study Dutch games industry Ready for growth. April 2011
6. Miller SM. The Potential of Serious Games as Mental Health Treatment. *Portland University Honors Theses*. 2015;Paper 148

7. Mohan D, Farris C, Fischhoff B, Rosengart MR, Angus DC, Yealy wDM, et al. Efficacy of educational video game versus traditional educational apps at improving physician decision making in trauma triage: randomized controlled trial. *BMJ*. 2017;359:j5416
8. Sipiyaruk K, Gallagher JE, Hatzipanagos S, Reynolds PA. A rapid review of serious games: From healthcare education to dental education. *European journal of dental education* : official journal of the Association for Dental Education in Europe. 2018;22(4):243-57
9. Statistics MRC. Serious Game – Global Market Outlook (2017-2026). 2018
10. ResearchandMarkets. Global Healthcare Gamification Market Outlook (2017-2022). 2018
11. Adkins S. Global Game-based Learning Market. Ambient Insight. 2016
12. Future Ift. Innovations in Games: Better Health and Healthcare. 2012
13. ReportsnReports. Serious Game Market Size to Grow at 16.38% CAGR to 2020 in Terms of Value Say Global Serious Games Research Reports Focusing on State of Play, Challenges and Industry Prospects: PRNewswire; 2018. Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/serious-game-market-size-to-grow-at-1638-cagr-to-2020-in-terms-of-value-say-global-serious-games-research-reports-focusing-on-state-of-play-challenges-and-industry-prospects-528208111.html> retrieved 17/12/2018 Retrieved 17-11-18
14. Giliam J. Serious Gaming steeds belangrijker in de zorg. 2015



Advanced Mobility

1. <http://www.vandale.nl/opzoeken?pattern=mobiliteit&lang=nn> Retrieved 12-12-2018
2. <http://www.woorden.org/woord/mobiliteit> Retrieved 13-12-2018
3. Cowan E. et al. Recent trends in assistive technology for mobility. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. 2012; 9:20
4. Will Uber Health and Lyft Concierge Change Healthcare? <https://www.marketstrategies.com/blog/2018/09/will-uber-health-and-lyft-concierge-change-healthcare/> Retrieved 21-12-2018
5. Claesson A. et al. Time to Delivery of an Automated External Defibrillator Using a Drone for Simulated Out-of-Hospital Cardiac Arrests vs Emergency Medical Services. *JAMA*. 2017;317(22):2332-2334
6. NHTSA. Critical reasons for crashes investigated in the National Motor Vehicle Crash Causation Survey. February 2015
7. Corwin S. et al. The future of mobility: How transportation technology and social trends are creating a new business ecosystem. September 2015 <https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/future-of-mobility/transportation-technology.html> Retrieved 11-11-2018
8. Top 10 Medical Innovations to Watch Out for in 2017. <https://draxe.com/medical-innovations/> Retrieved 18-11-2018
9. IMEC. Je dagelijkse gezondheidscheck krijg je in de wagen. September 2017

10. Mesko B. The Driverless Car Is a Great Opportunity for Healthcare. July 2017 <http://medicalfuturist.com/the-driverless-car-for-healthcare/> Retrieved 28-11-2018
11. Rock Health. Rock Report: Smart Seating - Opportunities at the intersection of automotive and healthcare. October 2012
12. Schenk N. De gezonde auto. August 2017. <https://fd.nl/fd-persoonlijk/1215305/de-gezonde-auto> Retrieved 17-11-2018
13. Osborne Clarke. Digital transformation of the automotive industry will bring in-car digital health. May 2017 <http://connectedconsumer.osborneclarke.com/transport/digital-transformation-automotive-industry-will-bring-car-digital-health/> Retrieved 18-11-2018
14. <https://audi-encounter.com/en/audi-fit-driver> Retrieved 16-11-2018
15. Anderson B. CES 2017: Mercedes Demonstrates Seats That Will Keep You Fit. January 2017 <http://www.carscoops.com/2017/01/ces-2017-mercedes-demonstrates-seats.html> Retrieved 12-12-2018
16. Volkswagen. Intelligente Co-Pilot-functies voor Volkswagen I.D. BUZZ. <https://www.volkswagen.nl/nieuws/intelligente-co-pilot-functies-voor-volkswagen-id-buzz/>. January 2018
17. Gartner. Predicts 2015: The Internet of Things. December 2014
18. Esticast Research & Consulting. Commercial Drone Market By Product Type (Fixed wing, Rotary blade, Nano, Hybrid), By Application (Agriculture, Energy, Government, Media & Entertainment, Product Delivery & others), Industry Trends, Estimation & Forecast, 2016 – 2024. July 2017
19. Kurman M. Why the Rise of Self-Driving Vehicles Will Actually Increase Car Ownership. Singularityhub. February 2018
20. Deloitte Insights. New roads to the health care of tomorrow. February 2018
21. Allied Market Research. Autonomous Vehicle Market - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2019-2026. May 2018
22. Research TM. Automotive Active Health Monitoring System Market is set to Expand at a CAGR of 66.97% by 2018-2026 - TMR 2018 [Available from: <http://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/automotive-active-health-monitoring-system-market.htm>. Retrieved 27-11-18
23. Credence Research. Personal Mobility Devices Market By Product (Wheelchairs, Scooters, Walking Aids, Patient Lifts, Patient Stairs) - Growth, Share, Opportunities & Competitive Analysis, 2016 – 2024. February 2017
24. Department for Transport. Road Use Statistics Great Britain 2016. April 2016
25. Veiliger in het verkeer dankzij een slimme autostoel. <https://www.eoswetenschap.eu/technologie/veiliger-het-verkeer-dankzij-een-slimme-autostoel> Retrieved 13-11-2017
26. AAA Foundation. American Driving Survey 2014–2015. September 2016
27. Transparency Market Research. Personal Mobility

Devices Market (Devices - Wheelchairs (Manual Wheelchairs, Electric Wheelchairs), Mobility Scooters (Boot Scooter, Midsize Scooter, Road Scooter), Canes (Folding Canes, Quad Canes, Offset Canes), Crutches (Axillary Crutches, Elbow Crutches, Forearm Crutches), Walkers (Standard Walkers, Knee Walkers, Rollators); Products - Patient Lifts (Manual Lifts, Power Lifts, Stand Up Lifts, Heavy Duty Lifts, Overhead Track Lifts), Stair Lifts (Indoor Stair Lifts, Outdoor Stair Lifts), Medical Beds (Electric Beds, Manual Beds - Stretchers, Low Beds, Water Beds), Bars and Railings, and Commodes and Showers) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2015 – 2023. August 2016

28. Grand View Research. Personal Mobility Devices Market Analysis By Product (Wheelchairs, Scooters, Walking Aids, Canes, Crutches, Walkers, Premium Rollators, Low Cost Rollators) And Segment Forecasts To 2020. March 2015
29. The Futures Centre. Increased mobility. <https://www.thefuturescentre.org/trend-card/increased-mobility> Retrieved 13-11-2017
30. <https://www.daimler.com/innovation/digitalization/connectivity/fit-healthy.html> Retrieved 13-11-2017
31. Mesko B. Medical Drones Will Thrive in Healthcare: A Safe Road to Health. August 2017. <http://medicalfuturist.com/medical-drones/> Retrieved 13-11-2017
32. Wingfield N. A Field Guide to Civilian Drones. NY Times. August 2016. <https://www.nytimes.com/interactive/2015/technology/guide-to-civilian-drones.html> Retrieved 13-11-2017

ZORGFASE 2. CONSULTEREN



Remote Consultation

1. Lactman N. Five forces driving telemedicine expansion in 2016. February 2016
2. Zion Market Research. Global Telemedicine Market Set to Reach USD 38.00 Billion by 2022. September 2018
3. Greenhalgh T, Vijayaraghavan S., Wherton J., Shaw S., Byrne E., Campbell-Richards D., et al. Virtual online consultations: advantages and limitations (VOCAL) study. 2016;6(1)
4. Ventola C.L. Social media and health care professionals: benefits, risks, and best practices. *P&T: a peer-reviewed journal for formulary management*. 2014;39(7):491-520
5. George D.R., Rovniak L.S., Kraschewski J.L. Dangers and opportunities for social media in medicine. *Clinical obstetrics and gynecology*. 2013;56(3):453-62
6. Ramasubbu S. @HuffPostBlog. 2017 2017-04-26. Available from: https://www.huffpostpost.com/entry/social-media-the-healthcare-sector_us_58f856cae4b081380af518ee. Retrieved 12-11-2018
7. WHO. Telemedicine, opportunities and developments in member states. 2009
8. PWC. Primary care in the new health economy: time for a makeover. 2015
9. Credence Research hwcc. Global Telehealth Market To Reach Worth USD 10,467.0 Mn By 2022: Over-

whelming Technological Development And Incidence Of Chronic Illness To Drive The Market Growth - Credence Research. 2018

10. Transparency Market Research. Global Nanotechnology Drug Delivery Market to Register 12.5% CAGR as Focus on Development of More Effective Drug Delivery Methods Rise 2018. Available from: <https://www.transparencymarketresearch.com/press-release/nanotechnology-drug-delivery.htm>. Retrieved 20-11-2018
11. Nictiz. eHealth-monitor 2018: E-health in verschillende snelheden. 2018
12. Lee J.H. Future of the Smartphone for Patients and Healthcare Providers. Healthcare informatics research. 2016;22(1):1-2
13. Nictiz. eHealthmonitor 2017: Kies bewust voor eHealth 2017. Available from: https://www.nictiz.nl/wp-content/uploads/2018/03/1_eHealth-monitor-2017.pdf. Retrieved from 26-11-2018
14. Krijgsman J.E.A. E-healthmonitor 2016: Meer dan Techniek. 2016
15. Ruijter D. De toekomst van Beeldschermzorg. 2016
16. Palmer Z.B., Palmer R.H. Legal and Ethical Implications of Website Accessibility. Business and Professional Communication Quarterly. 2018;81(4):399-420
17. Patel D. Patient-engagement: Digital self-scheduling set to explode in healthcare over the next 5 years. 2016
18. Imprivata. Why two-factor authentication is critical for healthcare organizations. 2018
19. Q-consult Zorg. E-health in de bekostigingsstructuur per 2018. 2017
20. Rudin. Accelerating Innovation in Health IT. 2016
21. Wired. Social Media Influencers Finally Come to ... Medicine. 2018



Health Information Systems

1. Skipr. Nieuw digitaal platform voor Persoonlijke Gezondheid Omgeving - Skipr 2018. Available from: <https://www.skipr.nl/partnernieuws/id29874-nieuw-digitaal-platform-voor-persoonlijke-gezondheid-omgeving.html>. Retrieved 29-11-2018
2. PatiëntenfederatieNL. Persoonlijke gezondheidsomgeving. Available from: <https://www.patiëntenfederatie.nl/themas/persoonlijke-gezondheidsomgeving/>. Retrieved 27-11-2018
3. VnVn. Elektronisch patiëntdossier 2018. Available from: <https://www.venvn.nl/Themas/E-Zorg/Elektronisch-pati%C3%ABntdossier>. Retrieved 21-11-2018
4. VWS. What is a personal digital healthcare environment? 2016
5. NPCF. Rapport persoonlijk gezondheidsdossier: ervaringen en wensen met betrekking tot het persoonlijk gezondheidsdossier. 2015
6. Palma G. Electronic Health Records: the good, the bad and the ugly. 2013
7. NPCF. Meldactie 'social media en internet'. 2013
8. Nictiz. eHealthmonitor 2017: Kies bewust voor eHealth 2017. Available from: https://www.nictiz.nl/wp-content/uploads/2018/03/1_eHealth-monitor-2017.pdf. Retrieved 11-12-2018

nl/wp-content/uploads/2018/03/1_eHealth-monitor-2017.pdf. Retrieved 2-11-2018

9. PSMarketresearch. Electronic Health Record Market Size. 2018
10. Research GV. Electronic Health Records Market Size. Available from: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/electronic-health-records-ehr-market>. Retrieved 8-12-2018
11. Allied Market Research. Global Electronic Health Records (EHR) Market Expected to Reach \$33,294 Million by 2023. Available from: <https://www.prnewswire.com/global-electronic-health-records-ehr-market-expected-to-reach-33294-million-by-2023---allied-market-research-672148563>. Retrieved 11-12-2018
12. Nictiz. eHealth-monitor 2018: E-health in verschillende snelheden. 2018
13. Lee P. Global Mobile Consumer Survey. Available from: <https://www2.deloitte.com/il/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/global-mobile-consumer-survey.html>. Retrieved 20-12-2018
14. Hellard B. What is 5G and how far are we from rollout? 2018. Available from: <http://www.itpro.co.uk/mobile/28081/what-is-5g>. Retrieved 12-12-2018
15. CBS. Steeds meer ouderen op sociale media. 2018
16. Howell D. Five ways the GDPR will change healthcare. 2018
17. MedMij. Meer grip op uw eigen gezondheidsgegevens 2019. Available from: <https://www.medmij.nl/zorggebruikers/>. Retrieved 11-12-2018
18. HL7 FHIR. Available from: <http://hl7.org/fhir>. Retrieved 18-01-19
19. HL7. Nictiz levert via MedMij eerste Nederland-brede FHIR profielen 2019. Available from: <https://www.hl7.nl/component/zoo/item/nictiz-levert-via-medmij-eerste-nederland-brede-fhir-profielen.html>. Retrieved 9-12-2018
20. Coventry L., Branley D. Cybersecurity in healthcare: A narrative review of trends, threats and ways forward. Maturitas. 2018;113:48-52
21. Zion Market Research. Global Cyber Security In Healthcare Market Will Reach USD 10.7 Billion By 2024: Zion Market Research. 2018
22. Research and Markets. Global Cybersecurity Market in Healthcare Report 2018-2030 - Close to 400 Stakeholders Currently Offer a Variety of Products / Solutions / Services to Healthcare Organizations: PRNewswire; 2018. Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-cybersecurity-market-in-healthcare-report-2018-2030---close-to-400-stakeholders-currently-offer-a-variety-of-products--solutions--services-to-healthcare-organizations-300695900.html>. Retrieved from 12-11-2018
23. Goldmann J. Healthcare Industry Suffers the Most Cyber Attacks 2019. Available from: <https://www.esecurityplanet.com/network-security/healthcare-industry-hit-most-frequently-by-cyber-attacks.html>. Retrieved 10-12-2018
24. Lord N. What is Cyber Security? Definition, Best Practices & More. 2019

25. Keizer A.G. De digitale patiënt centraal. Medische informatie in een digitale wereld. 2011

26. Irizarry T., DeVito Dabbs A., Curran C.R.. Patient Portals and Patient Engagement: A State of the Science Review.. 2015;17(6):e148
27. Doctorpreneurs. Interview with Dr. Mohammad Al-Ubaydli, Founder & CEO of Patients Know Best 2012. Available from: <http://www.doctorpreneurs.com/interview-with-dr-mohammad-al-ubaydli-founder-ceo-of-patients-know-best/>. Retrieved from 8-12-2018
28. Patients Know Best. Patient portal 2019. Available from: <http://www.patientsknowbest.com/>. Retrieved 1-12-2018
29. Health D. Welsh patients know best after being given access to their records. 2018
30. Carepoint. Patients Know Best. 2019
31. Heilbron B. Zorgverleners zijn niet geholpen met pgo. 2018



Blockchain

1. Nictiz. eHealthmonitor 2017: Kies bewust voor eHealth 2017. Available from: https://www.nictiz.nl/wp-content/uploads/2018/03/1_eHealth-monitor-2017.pdf. Retrieved 11-12-2018
2. Murray M. Blockchain explained. 2018
3. Singh S., Singh N. Blockchain: Future of financial and cyber security. 2016
4. Rosic A. What is Blockchain Technology? A Step-by-Step Guide For Beginners. 2018
5. Van Duivenboden J. Blockchain in de Zorg. 2017
6. Linn L.K., Blockchain for health data and its potential use in health IT and health care related research. 2016. Available from: <https://www.healthit.gov/sites/default/files/11-74-ablockchainforhealthcare.pdf>. Retrieved 9-12-2018
7. Finextra. Blockchain in Healthcare: make the industry better. 2017
8. Kaptein. Blockchain technologie in de gezondheidszorg. 2017
9. Matthews K. Will More Retailers Start Accepting Crypto in 2019? Here's What the Data Predicts. 2018
10. Arkin F. What you need to know about blockchain in 2018. Available from: <https://www.devex.com/news/sponsored/what-you-need-to-know-about-blockchain-in-2018-93007>. Retrieved 16-12-2018
11. Bean R. Will Blockchain Transform Healthcare? 2018
12. Arnold A. Is Blockchain The Answer To A Better Healthcare Industry? 2018
13. Mobilunity. How Blockchain Technology is Changing the Healthcare Industry. 2018
14. MarketsandMarkets. Blockchain Technology in Healthcare Market by Application & End User - Global Forecast to 2023. Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/blockchain-technology-healthcare-market-109977720.html>. Retrieved 20-11-2018
15. Research AM. Blockchain in Healthcare Market Size Worth \$ 5,517.6 Million by 2026. Available from:

<https://www.prnewswire.com/news-releases/blockchain-in-healthcare-market-size-worth-5-517-6-million-by-2026-affrex-market-research-805391249.html>. Retrieved 16-11-2018

16. Sullivan F. Blockchain Technology Market in Healthcare, Blockchain Market, Blockchain in Healthcare Market Research 2018. Available from: <https://store.frost.com/blockchain-technology-in-global-healthcare-2017-2025.html>. Retrieved 17-12-2018
17. Marketwatch. Blockchain technology in the healthcare market is projected to grow at a CAGR of 72.8%. 2018
18. Zion Market Research. Global Blockchain Technology In Healthcare Market Will Grow Over USD 1415.59 Million By 2024. 2018
19. Buyer M. Global Blockchain Technology in Healthcare Market Set for Rapid Growth. 2018
20. Höbl K., Kamisalic A., A Systematic Review of the Use of Blockchain in Healthcare. 2018
21. Das R. Top 5 Reasons Why Every Healthcare Company Should Invest in Blockchain. 2018
22. Riesenbergl L.A. Shift-to-Shift Handoff Research: Where Do We Go From Here? Journal of graduate medical education. 2012;4(1):4-8
23. Acton A. What You Need To Know About The Future Of Healthcare. 2018
24. InnovatemedTec. What is blockchain and how can it be used in healthcare? 2018
25. Panetta K. 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies. Available from: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/>. Retrieved 9-12-2018
26. Gartner. Blockchain. 2018
27. Mayank P. Blockchain in Healthcare: Opportunities, Challenges, and Applications. 2018
28. Khurana. How Blockchain Technology can transform the healthcare sector. 2018

ZORGFASE 3. DIAGNOSE



DIY Diagnostics

1. Berci. 3D Bioprinting: Eradicating Transplantation Waiting Lists And Testing Drugs On Living Tissues. 2018
2. Quesada-González D., Merkoçi A. Nanomaterial-based devices for point-of-care diagnostic applications. Chemical Society Reviews. 2018;47(13):4697-709
3. Honess C., Gallant P., Keane K. The Clinical Scholar Model: Evidence-based practice at the bedside. The Nursing clinics of North America. 2009;44(1):117-30
4. Medgadget. Point-of-Care BRCA1 Mutation Testing in 20 Minutes. 2018
5. Carrera P.M., Dalton A.R. Do-it-yourself healthcare: the current landscape, prospects and consequences. Maturitas. 2014;77(1):37-40
6. Inc. ABM. Whole Genome Sequencing Service (\$1670.00). 2018

7. Byrne S. Do-It-Yourself Health Screening Tests - Consumer Reports 2018. Available from: <https://www.consumerreports.org/cro/news/2015/08/do-it-yourself-health-screening-tests/index.htm>. Retrieved 9-12-2018
8. Souliotis K. Patient participation in contemporary health care: promoting a versatile patient role. Health expectations: an international journal of public participation in health care and health policy. 2016;19(2):175-8
9. Vahdat S., Hamzehgardeshi L., Hessam S., Hamzehgardeshi Z. Patient involvement in health care decision making: a review. Iranian Red Crescent medical journal. 2014;16(1):e12454
10. MarketsandMarkets. Point-of-Care/Rapid Diagnostics Market worth 38.13 Billion USD by 2022 2018. Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/point-of-care-diagnostic.asp>. Retrieved 7-12-2018
11. Markets Ra. Global \$928 Million Consumer DNA (Genetic) Testing Market 2018-2023 with 23andMe, Ancestry, Color Genomics and Gene by Gene Dominating. Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/detail.html/content/prnewswire/us/en/news-releases/detail.html/global-928-million-consumer-dna-genetic-testing-market-2018-2023-with-23andme-ancestry-color-genomics-and-gene-by-gene-dominating-300640236.html>. Retrieved 10-11-2018
12. Regalado A. 2017 was the year consumer DNA testing blew up. 2018
13. Butler M. Healthcare DIY: Empowering Consumers to Optimize their Healthcare through Health Information 2018. Available from: <http://bok.ahima.org/doc?oid=107435#W-6flllGNYE>. Retrieved 7-12-2018
14. GT. The second coming of consumer genomics with 3 predictions for 2018. 2017
15. Katz A. Next-Generation Sequencing Company Sets Sights on \$100 Genome Analysis. 2018
16. England G. Socialising the Genome. 2016
17. PWC. Primary care in the new health economy: time for a makeover. 2015
18. PWC. Top health industry issues of 2016. 2015
19. Lee J.H. Future of the Smartphone for Patients and Healthcare Providers. Healthcare informatics research. 2016;22(1):1-2.
20. Lee P. Global Mobile Consumer Survey - Deloitte. Available from: <https://www2.deloitte.com/il/en/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/global-mobile-consumer-survey.html>. Retrieved 1-12-2018
21. Ottens. Big Data in de zorg. 2016
22. Veritasgenetics. Whole Genome Sequencing Company. Available from: <https://www.veritasgenetics.com/>. Retrieved 21-12-2018
23. Research GV. Genomics Market Size Worth \$27.6 Billion By 2025. Available from: <https://www.grandviewresearch.com/press-release/genomics-market-analysis>. Retrieved 12-12-2018
24. Bos K. De patiënt weet het beter dankzij dokter Google. January 2018
25. Gass M. Risks and Benefits of Self-Diagnosis Using the Internet. 2016
26. Schaper M., Wöhlke S., Schickantz S. "I would rather have it done by a doctor"—laypeople's perceptions of direct-to-consumer genetic testing (DTC GT) and its ethical implications. Medicine, Health Care and Philosophy. 2018
27. Rosenbaum E. 5 biggest risks of sharing your DNA with consumer genetic-testing companies. 2018
28. TrendOne. Macro Trend: DIY analytics. 2016
29. Tandy-Connor S., Guiltinan J., Krempely K., LaDuca H., Reineke P., Gutierrez S., et al. False-positive results released by direct-to-consumer genetic tests highlight the importance of clinical confirmation testing for appropriate patient care. Genetics In Medicine. 2018
30. NHS. How to use self-test kits safely. 2018
31. Robinson. Genomics – the future of healthcare and medicine. 2016



Smart Analytics

1. Gartner IT Glossary. Big Data. 2018. Available from: <https://www.gartner.com/it-glossary/big-data>. Retrieved 6-12-2018
2. Gartner IT Glossary. Artificial Intelligence. 2018. Available from: <https://www.gartner.com/it-glossary/artificial-intelligence>. Retrieved from 12-12-2018
3. Schmidhuber J. Deep learning in neural networks: an overview. Neural networks: the official journal of the International Neural Network Society. 2015;61:85-117.
4. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning. Nature. 2015;521(7553):436-44.
5. Bengio Y., Courville A., Vincent P. Representational Learning: A Review and New Perspectives. arXiv e-prints [Internet]. 2012 June 01, 2012. Available from: <https://ui.adsabs.harvard.edu/#abs/2012arXiv1206.5538B>. Retrieved 9-12-2018
6. Goldberg Y. A Primer on Neural Network Models for Natural Language Processing. Available from: <https://ui.adsabs.harvard.edu/#abs/2015arXiv151000726G>. Retrieved 8-12-2018
7. Fagella D. What is Machine Learning? Available from: <https://www.techemergence.com/what-is-machine-learning/>. Retrieved 19-12-2018
8. ICO. Big data, artificial intelligence, machine learning and data protection 2018. Available from: <https://ico.org.uk/media/for-organisations/documents/2013559/big-data-ai-ml-and-data-protection.pdf>. Retrieved 2-12-2018
9. Topol E.J. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. Nature medicine. 2019;25(1):44-56
10. Yeung B.P.M., Chiu P.W.Y. Application of robotics in gastrointestinal endoscopy: A review. World Journal of Gastroenterology. 2016;22(5):1811-25
11. Qureshi M.O., Syed R.S. The Impact of Robotics on Employment and Motivation of Employees in the Service Sector, with Special Reference to Health Care. Safety and Health at Work. 2014;5(4):198-202

12. Avgousti S., Christoforou E.G., Panayides A.S., Voskarides S., Navales C., Nouaille L. et al. Medical telerobotic systems: current status and future trends. Biomedical engineering online. 2016;15(1):96
13. CBS Insights. The AI Industry Series: Top Healthcare AI Trends To Watch. 2018
14. Marketwatch. Big Data Analytics Market 2018 Global Size, Share, Growth Opportunities and Industry Forecast by Type, Price, Regions, Key Players, Trends and Demand by 2023 2018. Available from: <https://www.marketwatch.com/press-release/big-data-analytics-market-2018-global-size-share-growth-opportunities-and-industry-forecast-by-type-price-regions-key-players-trends-and-demand-by-2023-2018-08-27>. Retrieved 9-12-2018
15. Research B. Global Big Data in Healthcare Market to Reach \$68.75 Billion by 2025, Reports BIS Research 2018. Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-big-data-in-healthcare-market-to-reach-6875-billion-by-2025-reports-bis-research-678151823.html>. 3-12-2018
16. PRNewswire. Global Big Data in Healthcare Market: Analysis and Forecast, 2017-2025 (Focus on Components and Services, Applications, Competitive Landscape and Country Analysis): PRNewswire; 2018. Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/detail.html/content/prnewswire/us/en/news-releases/detail.html/global-big-data-in-healthcare-market-analysis-and-forecast-2017-2025-focus-on-components-and-services-applications-competitive-landscape-and-country-analysis-300649466.html>. Retrieved 6-11-2018
17. Volksgezondheid. Zorguitgaven Toekomst Verkenning. 2018
18. Conversica. How AI Software is Helping Improve Workload Efficiency. 2018
19. MarketsandMarkets. Artificial Intelligence in Healthcare Market worth 7,988.8 USD Million by 2022 2018. Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/artificial-intelligence-healthcare.asp>. Retrieved 2-12-2018
20. Research AM. Artificial Intelligence in Healthcare Market by Offering (Hardware, Software, and Services), Algorithm (Deep Learning, Querying Method, Natural Language Processing, and Context Aware Processing), Application (Robot-assisted Surgery, Virtual Nursing Assistant, Administrative Workflow Assistance, Fraud Detection, Dosage Error Reduction, Clinical Trial Participant Identifier, Preliminary Diagnosis, and Others), and End User (Healthcare Provider, Pharmaceutical & Biotechnology Company, Patient, and Payer) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017-2023 2018. Available from: <https://www.alliedmarketresearch.com/artificial-intelligence-in-healthcare-market>. Retrieved 9-12-2018
21. PricewaterhouseCoopers. What doctor? Why AI and robotics will define New Health. 2018.
22. PricewaterhouseCoopers. Five distinct trends are converging to determine how artificial intelligence (AI) and robotics will define New Health. 2018
23. Fagella D. Machine Learning Healthcare Applications - 2018 and Beyond. 2016

24. HealthITAnalytics. 10 High-Value Use Cases for Predictive Analytics in Healthcare. 2018
25. Accenture. Artificial Intelligence: Healthcare's New Nervous System. 2018
26. Sentient.ai. Understanding the 'black box' of artificial intelligence 2018. Available from: <https://www.sentient.ai/blog/understanding-black-box-artificial-intelligence/> Retrieved 2-12-2018
27. Bradley D. Keeping up with Moore's Law. 2018
28. Shah A. Intel: Keeping up with Moore's Law is becoming a challenge. 2013
29. Nextech Systems L. Healthcare Data Growth: An Exponential Problem. 2015
30. Song M, Yang Y, He J, Yang Z, Yu S, Xie Q, et al. Prognostication of chronic disorders of consciousness using brain functional networks and clinical characteristics. eLife. 2018;7:e36173.



Quantum Computing

1. Newscientist. Quantumcomputer dossier. 2018
2. Bulletin MN. Are Quantum Computers the Future of Drug Discovery and Development? 2017
3. Raudaschl A. Quantum Computing And Health Care. 2017
4. Russo M. The Coming Quantum Leap in Computing. 2018
5. 1QBit. 1QBit 2018. Available from: <https://1qbit.com/>. Retrieved 1-12-2018
6. Thaxton C.S., Elghanian R., Thomas A.D., Stoeva S.I., Lee J.S., Smith N.D. et al. Nanoparticle-based bio-barcode assay redefines "undetectable" PSA and biochemical recurrence after radical prostatectomy. Proceedings of the National Academy of Sciences. 2009;106(44):18437-42.
7. Techxbyt3. What is Quantum Computing ? 2018
8. Hill H.D., Mirkin C.A. The bio-barcode assay for the detection of protein and nucleic acid targets using DTT-induced ligand exchange. Nature protocols. 2006;1(1):324-36
9. theMartec. How Quantum Computing & Machine Learning Work Together. June 2018
10. MarketsandMarkets. Artificial Intelligence in Healthcare Market worth 7,988.8 USD Million by 2022. Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/artificial-intelligence-healthcare.asp>. Retrieved 18-01-19
11. MarketsandMarkets. Quantum Computing Market worth 495.3 Million USD by 2023. Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/quantum-computing.asp>. Retrieved 18-01-19
12. Market Research Media. Quantum Computing Market Forecast 2017-2022. June 2018
13. Nagata K, Kuramitani K, Sekiguchi Y, Kosaka H. Universal holonomic quantum gates over geometric spin qubits with polarised microwaves. Nature Communications. 2018;9(1):3227
14. Soot SJ, Eshraghi N, Farahmand M, Sheppard BC, Deveney CW. Transition from open to laparoscopic

fundoplication: the learning curve. Archives of surgery (Chicago, Ill : 1960). 1999;134(3):278-81; discussion 82. March 1999

15. Conover E. Google moves toward quantum supremacy with 72-qubit computer. March 2018
16. TechRepublic. Why Intel's smallest spin qubit chip could be a turning point in quantum computing. June 2018
17. D-Wave. Press Releases. D-Wave Systems. Available from: https://www.dwavesys.com/news/press-releases/#m_2011. Retrieved 12-01-19
18. oeter D. IBM Says It's 'On the Cusp' of Building a Quantum Computer. Available from: <https://www.pcmag.com/article2/0,2817,2400930,00.asp>. Retrieved 11-01-19
19. Singh S, Singh N. Blockchain: Future of financial and cyber security. December 2016
20. Skuse B. The trouble with quantum computing. 2016
21. raconteur. Five ways quantum computing will change cybersecurity forever - Raconteur. 2017
22. EntangledPhys. Why we should be talking about the ethics of quantum computation. 2017
23. Ma D, Gulani V, Seiberlich N, Liu K, Sunshine JL, Duerk JL, et al. Magnetic resonance fingerprinting. Nature. 2013;495:187

ZORGEFASE 4. BEHANDELING & BEGELEIDING



Digital Reality

1. AR Experts. VR, AR en MR: de verschillen op een rij. 2018
2. Franklin Insitute. What's the Difference Between AR, VR, and MR? Available from: <https://www.fi.edu/difference-between-ar-vr-and-mr>. Retrieved 29-12-18
3. Souza S. Digital Cityscapes: merging digital and urban playspaces. 2009
4. Reiter M. Mixed Reality for Healthcare: Experiences from a Training Perspective. 2018
5. Ekstrand C, Jamal A, Nguyen R, Kudryk A, Mann J, Mendez I. Immersive and interactive virtual reality to improve learning and retention of neuroanatomy in medical students: a randomized controlled study. CMAJ open. 2018;6(1):E103-E9
6. Centric Digital. Impactful Applications of Augmented Reality and VR in Education and Government. 2017
7. Fertleman C, Aubugeau-Williams P, Sher C, Lim A-N, Lumley S, Delacroix S, et al. A Discussion of Virtual Reality As a New Tool for Training Healthcare Professionals. Frontiers in public health. 2018;6:44
8. Medgadget. Paper-Based Smart Stickers for Implantable and Stick-On Diagnostics and Therapy. October 2018
9. Zhang X, Chen G, Liao H. A high-accuracy surgical augmented reality system using enhanced integral videography image overlay. Conference proceedings : Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Annual Conference.

- 2015:4210-3
10. Medgadget. HoloLens Used to Looks at Heart Scars in High Resolution. October 2018
 11. Vávra P, Roman J, Zonča P, Ilnát P, Němec M, Kumar J, et al. Recent Development of Augmented Reality in Surgery: A Review. *Journal of healthcare engineering*. 2017;4574172
 12. Spiess PE, Carrión RE, Hakky TS. Augmented reality assisted surgery: a urologic training tool. *Asian journal of andrology*. 2016;18(5):732-4
 13. Shashkevich A. Virtual reality may boost empathy more than other media - Futurity: FuturityNews; 2018. Available from: <https://www.futurity.org/virtual-reality-empathy-1891282/>. Retrieved 18-01-19
 14. Bertrand P, Guegan J, Robieux L, McCall CA, Zenasni F. Learning Empathy Through Virtual Reality: Multiple Strategies for Training Empathy-Related Abilities Using Body Ownership Illusions in Embodied Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*. 2018;5(26)
 15. UMCG. Fantoompijn, behandelend met virtual reality 2018. Available from: <https://www.umcg.nl/NL/UMCG/Afdelingen/Hand-en-polscentrum/patienten/volwassenen/ZOB/Paginas/Fantoompijn.aspx>. Retrieved 17-01-19
 16. NBC News. How virtual reality is helping heal soldiers suffering with PTSD. 2018
 17. Gorini A, Pallavicini F, Algeri D, Repetto C, Gaggioli A, Riva G. Virtual reality in the treatment of generalized anxiety disorders. *Studies in health technology and informatics*. 2010;154:39-43
 18. Reddy S. VR Fast Emerging As a Powerful Tool in Treating Anxiety Disorders. 2018
 19. KneeVR. KneeVR: Using Virtual Reality for revalidation 2018. Available from: <https://www.health-house.be/en/news/magna-vulputate-ultrices-purus/>. Retrieved 11-01-19
 20. Rose T, Nam CS, Chen KB. Immersion of virtual reality for rehabilitation - Review. *Applied Ergonomics*. 2018;69:153-61
 21. VisitU. Available from: <http://visitu.nl/nl/>. Retrieved 15-01-19
 22. EUMuseum. EUmuseum: Europe's first VR-museum - The Virtual Dutch Men. 2018
 23. ICT&Health. Sensik stimuleert zintuigen met SENSORY REALITY POD - ICT&health. January 2017
 24. IDC. Worldwide Semiannual Augmented and Virtual Reality Spending Guide. 2018. Available from: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS43860118> Retrieved 11-01-19
 25. Research and Markets. Augmented and Virtual Reality in Healthcare Market by Offering (Hardware and Software), Device Type, End User, Application (Patient Care Management, Medical Training & Education, Pharmacy Management, Surgery), and Geography - Global Forecast to 2023. 2018
 26. Keller MS, Park HJ, Cunningham ME, Fouladian JE, Chen M, Spiegel BMR. Public Perceptions Regarding Use of Virtual Reality in Health Care: A Social Media Content Analysis Using Facebook. *Journal of medical Internet research*. 2017;19(12):e419
 27. Latest Developments in Virtual Reality - Virtual Reality Society 2018 [Available from: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/latest-developments.html>. Retrieved 15-01-19
 28. Reuters. Global Virtual Reality Market Forecast 2020 by Major Players such as Sony, Microsoft, Facebook, HTC, Google, Samsung Electronics, GoPro, etc - Reuters 2018. Available from: <http://www.reuters.com/brandfeatures/venture-capital/article?id=4975>. Retrieved 16-01-19
 29. Kolo K. Key Challenges to Adoption of VR/AR for Healthcare. 2018
 30. Oscillada JM. Comparison Chart of FOV (Field of View) of VR Headsets 2018. Available from: <https://virtualrealitytimes.com/2017/03/06/chart-fov-field-of-view-vr-headsets/>. Retrieved 16-01-19
 31. May G. A new wave of VR motion sickness solutions is here: wearable; 2018 Available from: <https://www.wearable.com/vr/new-wave-vr-motion-sickness-solutions>. Retrieved 17-01-19
 32. Joseph J. LaViola J. A discussion of cybersickness in virtual environments. *SIGCHI Bull*. 2000;32(1):47-56
 33. Clemes SA, Howarth PA. The Menstrual Cycle and Susceptibility to Virtual Simulation Sickness. *Journal of Biological Rhythms*. 2005;20(1):71-82
 34. Jang J, et al. Three-dimensional holographic visualization of high-resolution myocardial scar on HoloLens. October 2018



Printing Procedures

1. Singh D, Thomas D. Advances in medical polymer technology towards the panacea of complex 3D tissue and organ manufacture. *American journal of surgery*. May 2018
2. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomedical engineering online*. 2016;15(1):115
3. Cellink 3D. 3D Bioprinting: 10 Things You Should Know. 2017
4. Palo M, Hollander J, Suominen J, Yliruusi J, Sandler N. 3D printed drug delivery devices: perspectives and technical challenges. *Expert review of medical devices*. 2017;14(9):685-96
5. Kumar H, Prakash A, Sarma P, Medhi B. Three-dimensional drugs: A new era in the pharmaceutical development. *Indian journal of pharmacology*. 2017;49(6):417-8
6. Ventola CL. Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses. P & T : a peer-reviewed journal for formulary management. 2014;39(10):704-11
7. Shafiee A, Atala A. Printing Technologies for Medical Applications. *Trends in molecular medicine*. 2016;22(3):254-65
8. Harvard Business. 3D Printing Is Already Changing Health Care. March 2016
9. Allied Market Research. 3D Printing Healthcare Market is Expected to Reach \$2.3 Billion, Globally, by 2020. Available from: <https://www.alliedmarketresearch.com/3d-printing-healthcare-market>. Retrieved 06-01-19
10. Businesswire. 3D Printing in the Global Healthcare Market (2018-2023): Expected to Register a CAGR of 21.8% - A \$1.97 Billion Opportunity. 2018
11. Parkhe N. 3D Bioprinting: A Revolutionary Technology in the Healthcare Industry. December 2018
12. Miller, A. The Evolution of 3D Printing. August 2016
13. Slagmolen, P. How Medical 3D Printing is Gaining Ground in Top U.S. Hospitals. 2017
14. Sparrow N. Hospitals will adopt 3D-printing in large numbers to produce patient-specific surgical models. *Plastics Today*. January 2018
15. VisionGain. 3D Printing for Healthcare: R&D, Industry and Market 2014-2024: @PRNewswire; 2018. Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/3d-printing-for-healthcare-rd-industry-and-market-2014-2024-248255511.html>. Retrieved 07-01-19
16. 3D Printing in Healthcare Market Research Report: Market size, Industry outlook, Market Forecast, Demand Analysis, Market Share, Market Report 2018-2023. Available from: <https://industryarc.com/Report/1268/3d-printing-in-healthcare-market-analysis.html>. Retrieved on 16-01-19
17. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Ageing*. 2013
18. Global database on donation and transplantation. Available from: <http://www.transplant-observatory.org/> Retrieved 01-01-2019
19. Grand View Research. Global 3D Bioprinting Market Size, Analysis | Industry Report 2018-2024. Available from: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-bioprinting-market>. Retrieved 21-01-19
20. Berci. 3D Bioprinting: Eradicating Transplantation Waiting Lists And Testing Drugs On Living Tissues. 2018
21. Rao M. Rapid 3D Printing Of High-Res, Viable Human Organs Possible | *Evolving Science* 2018. Available from: <https://www.evolving-science.com/bioengineering/3d-human-organs-00719>. Retrieved on 17-01-19
22. MarketsandMarkets. M&A, Investments, and Patents in 3D Printing Market Future Trends 2016 | MarketsandMarkets 2018 Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-printing-market-m-a-249030598.html>. Retrieved on 17-01-19
23. Marro A, Bandukwala T, Mak W. Three-Dimensional Printing and Medical Imaging: A Review of the Methods and Applications. *Current problems in diagnostic radiology*. 2016;45(1):2-9
24. Locker. Best Cheap 3D Printer 2018 - Priced Under \$200/300/500/1000. 2018
25. Conolly J. Now That 3D Printing is Creating Medical Devices, What Regulatory and Liability Challenges Loom? March 2016
26. Wnuk P. Bioprinting organs and the future of healthcare. July 2018
27. Gain P, Jullienne R, He Z, Aldossary M, Acquart S, Cognasse F, et al. Global Survey of Corneal Transplantation and Eye Banking. *JAMA ophthalmology*. 2016;134(2):167-73



Robotic Operations

1. Robotic Surgery Center. What is Robotic Surgery? Available from: <https://med.nyu.edu/robotic-surgery/physicians/what-robotic-surgery>. Retrieved 19-01-19
2. Mediatek Surgical. UV Sterilization Robots – The Latest Infection Prevention Technology in Disinfecting Operating Rooms. 2017
3. Kockering F. Robotic vs. Standard Laparoscopic Technique - What is Better? *Frontiers in surgery*. 2014;1:15
4. Roh HF, Nam SH, Kim JM. Robot-assisted laparoscopic surgery versus conventional laparoscopic surgery in randomized controlled trials: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018;13(1):e0191628
5. Yeung BPM, Chiu PWY. Application of robotics in gastrointestinal endoscopy: A review. *World Journal of Gastroenterology*. 2016;22(5):1811-25
6. Long E, Kew F. Patient satisfaction with robotic surgery. *Journal of robotic surgery*. 2018;12(3):493-9
7. Qureshi MO, Syed RS. The Impact of Robotics on Employment and Motivation of Employees in the Service Sector, with Special Reference to Health Care. *Safety and Health at Work*. 2014;5(4):198-202
8. Avgousti S, Christoforou EG, Panayides AS, Voskarides S, Novales C, Nouaille L, et al. Medical telerobotic systems: current status and future trends. *Biomedical engineering online*. 2016;15(1):96
9. Accenture. Artificial Intelligence: Healthcare's New Nervous System. 2018
10. Businesswire. Global Medical Robots Market 2019-2023 - Growth Analysis and Forecast. 2018
11. MarketsandMarkets. Medical Robots Market worth \$16.74 billion by 2023 Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/medical-robotic-systems.asp>. Retrieved 27-12-18
12. Schwitzer G. New questions about the \$3B/year robotic surgery business. 2019
13. Simshaw. Regulating Healthcare Robots: Maximizing Opportunities While Minimizing Risks. 2014
14. Hajat C, Kishore SP. The case for a global focus on multiple chronic conditions. *BMJ Global Health*. 2018;3(3):e000874
15. Reuters. Medical Robotics Market Growth 2018 to 2023: Lavish growth of 20.8% - Reuters. 2018
16. Centre for Connected Health Policy. Remote Patient Monitoring 2017 Available from: <https://www.cchpcpa.org/remote-patient-monitoring>. Retrieved 17-01-19
17. Mordor Intelligence. Global Surgical Robots Market | Growth, Trends, and Forecasts (2018-2023). 2017
18. Future Markets Research. Global Robotics Prosthetics Markets Research Report- Forecast to 2027. January 2019
19. Tractica. Robotics Market Forecasts | Tractica 2018. Available from: <https://www.tractica.com/research/robotics-market-forecasts/>. Retrieved 16-01-19
20. Boggs, W. Robotic-assisted surgery: more expensive, but not always more. October 2017
21. Hemonc Today. As use of robotic surgery increases, training and regulation become more rigorous. March 2018

22. Wan, W. Robotic surgery is no better than traditional surgery, bladder cancer study finds. June 2018
23. Zhang, S. Why An Autonomous Robot Won't Replace Your Surgeon Anytime Soon. April 2016
24. Stark H. As Robots Rise, How Artificial Intelligence Will Impact Jobs. 2019
25. Stahl BC, Coeckelbergh M. Ethics of healthcare robotics: Towards responsible research and innovation. *Robotics and Autonomous Systems*. 2016;86:152-61
26. Donnelly, L. Robotic surgery is causing deaths heart surgeon warns - as he says he would opt for a traditional procedure. November 2018
27. Thomson. Robot surgeons kill 144 patients, hurt 1,391, malfunction 8,061 times. July 2015
28. Yang G-Z, Cambias J, Cleary K, Daimler E, Drake J, Dupont PE, et al. Medical robotics—Regulatory, ethical, and legal considerations for increasing levels of autonomy. *Science Robotics*. 2017;2(4):eaam8638



Bionics

1. Pazzaglia M, Molinari M. The embodiment of assistive devices-from wheelchair to exoskeleton. *Physics of life reviews*. 2016;16:163-75
2. Chen B, Ma H, Qin L-Y, Gao F, Chan K-M, Law S-W, et al. Recent developments and challenges of lower extremity exoskeletons. *J Orthop Translat [Internet]*. 2016 2016/04/; 5:[26-37 pp.]. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/30035072>. Retrieved 19-01-2018
3. Future Markets Research. Global Robotics Prosthetics Markets Research Report- Forecast to 2027. January 2019
4. Dom G. Artificial organs: We're entering an era where transplants are obsolete. 2018
5. Ashrafian H, Darzi A, Athanasiou T. Autobionics: a new paradigm in regenerative medicine and surgery. *Regenerative medicine*. 2010;5(2):279-88
6. Fraser-Moodie A. Sensitivity to silver in a patient treated with silver sulphadiazine (Flamazine). *Burns : journal of the International Society for Burn Injuries*. 1992;18(1):74-5
7. Harrison I, Warwick K, Ruiz V. Subdermal Magnetic Implants: An Experimental Study. *Cybernetics and Systems*. 2018;49(2):122-50
8. Shih JJ, Krusienski DJ, Wolpaw JR. Brain-Computer Interfaces in Medicine. 2012
9. Frangoul A. How the business of bionics is changing lives. November 2013
10. Hewitt D. Advantages of prosthetic legs 2015. Available from: <http://www.livestrong.com/article/36509-advantages-prosthetic-legs/> Retrieved 13-01-19
11. B H. How Exoskeletons are shaping the future of healthcare 2015. Available from: <https://www.forum-forthe-future.org/blog/how-exoskeletons-are-shaping-future-health-care>. Retrieved 14-01-19
12. Fisher E. Prosthetic and Therapeutic Robotics to Grow into \$3.6 Billion Market in 2025 2018. Available from: <http://www.luxresearchinc.com/news-and-events/press-releases/read/prosthetic-and-therapeutic-robotics-grow-36-billion-market-2025>. Retrieved 14-01-19

13. Mordor Intelligence. Global Bionics Market | Growth, Trends, and Forecasts (2018-2023). 2018
14. Mordor Intelligence. Global Artificial Organs Market | Growth, Trends and Forecast (2018-2023). 2018
15. PS Market Research. Medical Bionics Market Size, Share - Industry Trend Report 2023. 2018
16. Research and Markets. Human Augmentation in Healthcare: Bionics, Organ and Body Part Replacement, Exoskeletons, and Robotics 2018 - 2023: Research and Markets; 2018. Available from: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4428093/human-augmentation-in-healthcare-bionics-organ>
17. Pielke R. Get ready for the coming wave of technologically enhanced athletes. August 2016.
18. Lux Research. Automating the Road to Recovery – How the Rehabilitation Robotics Market Is Changing the Future of Health Care. 2018
19. Chen G, Chan CK, Guo Z, Yu H. A review of lower extremity assistive robotic exoskeletons in rehabilitation therapy. *Critical reviews in biomedical engineering*. 2013;41(4-5):343-63. 2013
20. Future Markets Insights. Orthopaedic Prosthetics Market - Global Industry Analysis, Size and Forecast, 2018 to 2028 2018. Available from: <https://www.futuremarketsinsights.com/reports/orthopaedic-prosthetics-market>. Retrieved 27-12-18
21. What Are Disadvantages of Prosthetics? 2018 <https://www.reference.com/health/disadvantages-prosthetics-616519aa3809513d#> Retrieved 19-10-2018
22. JL P. Rehabilitation exoskeletal robotics. The promise of an emerging field. - PubMed - NCBI. 2018.
23. Biddiss EA, Chau TT. Upper limb prosthesis use and abandonment: a survey of the last 25 years. *Prosthetics and orthotics international*. 2007;31(3):236-57
24. DeGrazia D. Enhancement technologies and human identity. *J Med Philos*. 2005;30(3):261-83
25. Hoffmann M, Werner GS, Ferrari M, Richartz BM, Figulla HR. [Direct coronary stent implantation without predilatation—a new therapeutic approach with a special balloon catheter design]. *Zeitschrift fur Kardiologie*. 1999;88(2):123-32



Advanced Therapeutics

1. Rachel Haddock SL-G, Nadya Lumelsky, Richard McFarland, Krishnendu Roy, Krishanu Saha, Jiwen Zhang, Claudia Zylberberg. Manufacturing Cell Therapies: The Paradigm Shift in Health Care of This Century. *NAM Perspectives*. 2019
2. Houser, K. A needle-covered patch could help heal damaged hearts. November 2018
3. Mordor Intelligence. Regenerative Medicine Market Size, Growth, Trends | Forecast (2018-2023). 2018
4. Hickman L. This is how digital tools are revolutionising patient care 2018 Available from: <https://www.weforum.org/agenda/2018/07/use-this-app-twice-daily-how-digital-tools-are-revolutionising-patient-care/>. Retrieved 15-01-19
5. Eid A, Mahfouz MM. Genome editing: the road of CRISPR/Cas9 from bench to clinic. *Experimental & molecular medicine*. 2016;48(10):e265. Retrieved 11-01-19

6. Grand View Research. Regenerative Medicine Market Size | Industry Trends Report, 2018-2025: GrandViewInc; 2018 Available from: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/regenerative-medicine-market>. Retrieved 18-01-19
7. Grand View Research I. Primary Cell Culture Market Worth \$5.4 Billion by 2025 | CAGR 10.6%: Grand View Research, Inc.: PRNewswire; 2018. Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/primary-cell-culture-market-worth-5-4-billion-by-2025-cagr-10-6-grand-view-research-inc-832918919.html>. Retrieved 26-01-19
8. Research and Markets. Global CRISPR Market Forecasts Report, 2018-2023: RNewsWire; 2018 [Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-crispr-market-forecasts-report-2018-2023-300716170.html>. Retrieved 18-01-19
9. MarketsandMarkets. Regenerative Medicine Market by Therapy & Product - Global Forecast 2021 | MarketsandMarkets 2017. Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/regenerative-medicine-market-65442579.html>. Retrieved 17-01-19
10. Annadurai K, Danasekaran R, Mani G. Personalized medicine: A paradigm shift towards promising health care. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*. 2016;8(1):77-8
11. Cogem. Trendanalyse Biotechnologie 2016, Regelgeving ontregeld 2016. Available from: <https://www.cogem.net/index.cfm/nl/publicaties/publicatie/trendanalyse-biotechnologie-2016-regelgeving-ontregeld>. Retrieved 12-01-19
12. Bell J. 5 Trends affecting gene therapy development. 2017
13. Hanna E, Remuzat C, Auquier P, Tourni M. Gene therapies development: slow progress and promising prospect. *Journal of market access & health policy*. 2017;5(1):1265293
14. Buvallo, A. How Big Pharma Adopts AI To Boost Drug Discovery. October 2018
15. Grand View Research. Drug Discovery Informatics Market Size Worth \$2.07 Billion By 2025: GrandViewInc; 2018 Available from: <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-drug-discovery-informatics-market>. Retrieved 16-01-19
16. Katz A. Next-Generation Sequencing Company Sets Sights on \$100 Genome Analysis. 2018.
17. Veritas genetics. Whole Genome Sequencing Company. Available from: <https://www.veritasgenetics.com/>. Retrieved on 17-01-19
18. Menhardt, W. Laboratory Informatics: supporting the future needs of healthcare. February 2017
19. ICT&Health. Over tien jaar herkennen we ons zorgstelsel niet meer. September 2017
20. Genetics Home Reference. What are the ethical issues surrounding gene therapy? Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>. 2018
21. Cong L, Ran FA, Cox D, Lin S, Barretto R, Habib N, et al. Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems. *Science*. 2013;339(6121):819-23
22. Jinek M, Chylinski K, Fonfara I, Hauer M, Doudna JA, Charpentier E. A Programmable Dual-RNA-Guided DNA Endonuclease in Adaptive Bacterial Immunity. *Science*. 2012;337(6096):816-21
23. NatGeo. First Human Embryos 'Edited' in U.S.—Get the Facts. 2017
24. CrisprTX.com 2019. Available from: www.crisprtx.com. Retrieved 19-01-19
25. Reardon S. First CRISPR clinical trial gets green light from US panel. *Nature News*. 2016
26. Cyranoski D. CRISPR-baby scientist fails to satisfy critics. *Nature*. 2018;564(7734):13
27. Wang C, Chinese Academy of Medical Sciences B, China, Zhai X, Chinese Academy of Medical Sciences B, China, Zhang X, Chinese Academy of Medical Sciences B, China, et al. Gene-edited babies: Chinese Academy of Medical Sciences' response and action. *The Lancet*. 2018;393(10166):25-6
28. CRISPR-Cas9: a world first? - The Lancet. December 2018
29. Zhang S. A Biohacker Regrets Publicly Injecting Himself With CRISPR. February 2018
30. NOS. Een mens naar wens: zo ver gaan we al met knutselen aan dna: nosop3; 2018. Available from: <https://nos.nl/op3/artikel/2261686-een-mens-naar-wens-zo-ver-gaan-we-al-met-knutselen-aan-dna.html>. Retrieved on 14-01-19
31. Meacham JM, Durvasula K, Degertekin FL, Fedorov AG. Enhanced intracellular delivery via coordinated acoustically driven shear mechanoporation and electrophoretic insertion. *Scientific Reports*. 2018;8(1):3727
32. Maron DF. CRISPR Gene Editing Shows Promise for Treating a Fatal Muscle Disease - *Scientific American*. 2018
33. Koneermann S, Lotfy P, Briedau NJ, Oki J, Shokhirev MN, Hsu PD. Transcriptome Engineering with RNA-Targeting Type VI-D CRISPR Effectors. *Cell*. 2018;173(3):665-76. e14
34. Gorter de Vries AR, Couwenberg LGF, van den Broek M, de la Torre Cortés P, ter Horst J, Pronk JT, et al. Allele-specific genome editing using CRISPR-Cas9 is associated with loss of heterozygosity in diploid yeast. *Nucleic Acids Research*. 2018;gky1216-gy
35. Mollanoori H, Teimourian S. Therapeutic applications of CRISPR/Cas9 system in gene therapy. *Biotechnology Letters*. 2018;40(6):907-14
36. CRISPR Products and Services - US 2019. Available from: <https://www.thermofisher.com/us/en/home/life-science/genome-editing/geneart-crispr.html>. Retrieved on 12-01-19
37. Nanalyze. 6 CRISPR Applications from Healthcare Startups. August 2018
38. Beam Therapeutics. Available from: <https://beamtx.com/>. Retrieved on 17-01-19
39. Nature. How to respond to CRISPR babies. *Nature*. 2018;564(7734):5
40. Sim EU-H, Ting S-H. Patterns and Determinants of Attitudes towards Genetic Risk of Cancer: Case Study in a Malaysian Public University. *BioMed Research International*. 2018;2018:7



Nanotech

1. AZAnano. Nanotechnology in Medical Imaging. 2017
2. Mir M, Ishtiaq S, Rabia S, Khatoun M, Zeb A, Khan GM, et al. Nanotechnology: from In Vivo Imaging System to Controlled Drug Delivery. *Nanoscale Research Letters*. 2017;12(1):500
3. Ravindran S, Suthar JK, Rokade R, Deshpande P, Singh P, Pratinidhi A, et al. Pharmacokinetics, Metabolism, Distribution and Permeability of Nanomedicine. *Current drug metabolism*. 2018;19(4):327-34
4. Wei H, Wang E. Nanomaterials with enzyme-like characteristics (nanozymes): next-generation artificial enzymes. *Chem Soc Rev*. 2013;42(14):6060-93
5. Nikalje AP. Nanotechnology and its Applications in Medicine. *Medicinal Chemistry*. 2015;5(2)
6. Chritchley L. The Rise of Nanomedicine. April 2018
7. Grand View Research. Nanomedicine Market Size, Growth | Global Industry Report, 2018-2025: GrandViewInc; 2017 Available from: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/nanomedicine-market>. Retrieved on 27-11-18
8. Intelligence M. Service Robotics Market Size, Growth | Forecasts (2018 - 2023). 2018
9. Radiant Insights. Nanotechnology Market is Expected to Grow at an Impressive CAGR of 17% Between 2017 - 2024 : Industry Share Report By Radiant Insights, Inc. 2018
10. Transparency Market Research. Global Nanotechnology Drug Delivery Market to Register 12.5% CAGR as Focus on Development of More Effective Drug Delivery Methods Rise 2018 Available from: <https://www.transparencymarketresearch.com/pressrelease/nanotechnology-drug-delivery.htm>. Retrieved 09-12-18
11. Bakola V, Karagkiozaki V, Pappa F, Tsiapla AR, Pavlidou E, Moutsios I, et al. Drug Delivery Nanosystems for Cardiovascular Stents. *Materials Today: Proceedings*. 2017;4(7, Part 1):6869-79
12. Cassidy JW. Nanotechnology in the Regeneration of Complex Tissues. Bone and tissue regeneration insights. 2014;5:25-35
13. Singaha. Targeted gold nanoshells. 2015
14. Shanavas A, Rengan AK, Chauhan D, George L, Vats M, Kaur N, et al. Glycol chitosan assisted in situ reduction of gold on polymeric template for anti-cancer therapeutics. *International journal of biological macromolecules*. 2018;110:392-8
15. Abbasi A, Park K, Bose A, Bothun GD. Near-Infrared Responsive Gold-Layersome Nanoshells. *Langmuir : the ACS journal of surfaces and colloids*. 2017;33(21):5321-7
16. Poudel BK, Gupta B, Ramasamy T, Thapa RK, Pathak S, Oh KT, et al. PEGylated thermosensitive lipid-coated hollow gold nanoshells for effective combinational chemo-photothermal therapy of pancreatic cancer. *Colloids Surf B Biointerfaces*. 2017;160:73-83
17. Christie C, Madsen SJ, Peng Q, Hirschberg H. Photothermal Therapy Employing Gold Nanoparticle-Loaded Macrophages as Delivery Vehicles: Comparing the Efficiency of Nanoshells Versus Nanorods. *Journal of environmental pathology, toxicology and oncology* :

official organ of the International Society for Environmental Toxicology and Cancer. 2017;36(3):229-35

18. Mordor Intelligence. Global Healthcare Nanotechnology Market | Growth, Trends and Forecasts (2018-2023). April 2018
19. Americal Chemical Society. Brain-eating amoebae halted by silver nanoparticles. Amer Chem Society. 2018. Available from: <https://www.acs.org/content/acs/en/pressroom/presspacs/2018/acs-presspac-october-24-2018/brain-eating-amoebae-halted-by-silver-nanoparticles.html>. Retrieved on 03-01-18
20. Futurity. Slower nanotech delivery system could stymie infections - Futurity. October 2018
21. Volker W, Bärbel H, Sibylle G. Nanomedicine - Drivers for Development and Possible Impacts 2008 Available from: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC46744>. Retrieved on 17-12-18
22. Wagner V, Dullaart A, Bock AK, Zweck A. The emerging nanomedicine landscape. Nat Biotechnol. 2006;24
23. Antunes A, Fierro I, Guerrante R, Mendes F, de M Alencar MS. Trends in nanopharmaceutical patents. International journal of molecular sciences. 2013;14(4):7016-31
24. Tang H, Wang D, Ge X. Environmental nano-pollutants (ENP) and aquatic micro-interfacial processes. Water science and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research. 2004;50(12):103-9
25. Gao Y, Yang T, Jin J. Nanoparticle pollution and associated increasing potential risks on environment and human health: a case study of China. Environmental science and pollution research international. 2015;22(23):19297-306
26. Ahmad U. et al. Smart Nanobots: The Future in Nanomedicine and Biotherapeutics. J Nanomedine Biotherapeutic Discov 2016;6:1
27. Stemplewski H. Nanomedicines: current and future applications, regulatory challenges. British Society for Nanomedicine. Available from: <http://www.britishsocietynanomedicine.org/assets/les/inaugrialMeeting/Henry%20Stemplewski%20presentation.pdf> Retrieved on 11-01-2018.
28. Electronic Privacy Information Center. EPIC - Privacy Implications of Nanotechnology. 1994
29. Bawa R, Johnson S. Emerging Issues in Nanomedicine and Ethics. In: Allhoff F, Lin P, editors. Nanotechnology & Society: Current and Emerging Ethical Issues. Dordrecht: Springer Netherlands; 2009. p. 207-23
30. Yu J. et al. Ultra-extensible ribbon-like magnetic microswarm. Nature Communications. 2018;9:3260
31. Raimondo T.M. et al. Functional muscle recovery with nanoparticle-directed M2 macrophage polarization in mice. PNAS. 2018; 115(42):10648-10653
32. Park S. et al. Self-powered ultra-flexible electronics via nano-grating-patterned organic photovoltaics. Nature. 2018;561:516-521

ZORGFASE 5. CONTROLE & MONITORING



Remote Monitoring

1. Future Markets Insights. Remote Patient Monitoring Devices Market: Global Industry Analysis and Opportunity Assessment 2016-2026. March 2016
2. Nictiz. eHealth-monitor 2018: E-health in verschillende snelheden. 2018
3. Nictiz. eHealthmonitor 2017: Kies bewust voor eHealth. 2017
4. Shinbane JS, Saxon LA. Digital monitoring and care: Virtual medicine. Trends in cardiovascular medicine. 2016;26(8):722-30
5. Centre for Connected Health Policy. Remote Patient Monitoring 2017 [Available from: <https://www.cchpca.org/remote-patient-monitoring>. 2017
6. Edwards C. Remote health monitoring: what you need to know about the tech. 2018
7. Center for Technology and Aging. Technologies for remote patient monitoring in older adults discussion paper. April 2010
8. Grand View Research. Remote Patient Monitoring Devices Market Size | Industry Report, 2025: Grand-ViewInc; Available from: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/remote-patient-monitoring-devices-market>. November 2018
9. Davis C, Bender M, Smith T, Broad J. Feasibility and Acute Care Utilization Outcomes of a Post-Acute Transitional Telemonitoring Program for Underserved Chronic Disease Patients. Telemedicine journal and e-health: the official journal of the American Telemedicine Association. 2015;21(9):705-13
10. Future Markets Insights. Orthopaedic Prosthetics Market - Global Industry Analysis, Size and Forecast, 2018 to 2028 2018 Available from: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/orthopaedic-prosthetics-marke>. Retrieved on 12-11-18
11. Varma N, Piccini JP, Snell J, Fischer A, Dalal N, Mittal S. The Relationship Between Level of Adherence to Automatic Wireless Remote Monitoring and Survival in Pacemaker and Defibrillator Patients. Journal of the American College of Cardiology. 2015;65(24):2601-10
12. Comstock J. Remote patient monitoring to save \$36B by 2018. July 2013
13. Research and Markets. Remote Patient Monitoring Market - Forecasts from 2018 to 2023. 2019
14. Berg insight. mHealth and Home Monitoring. March 2018
15. Hajat C, Kishore SP. The case for a global focus on multiple chronic conditions. BMJ Global Health. 2018;3(3):e000874
16. Giiresearch. Global Market Study on Remote Patient Monitoring Devices: Cardiac Monitors Product Type Segment to Account for 50.9% Market Revenue Share by 2024: List; 2019 [Available from: <https://www.giiresearch.com/report/pmrs398974-global-market-study-on-remote-patient-monitoring.html>. Retrieved 13-12-18
17. Research TM. Global Remote Patient Monitoring

Devices Market to Fetch US\$0.98 Bn with Increasing Economic Burden of Hospital Readmissions 2019 [Available from: <https://www.transparencymarket-research.com/pressrelease/remote-patient-monitoring-devices-market.htm>. Retrieved on 15-12-18

18. MarketsandMarkets. Patient Monitoring Systems Market by Product & End User - 2023 | MarketsandMarkets 2019 Available from: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/patient-health-care-monitoring-systems-devices-market-678.html>. Retrieved on 15-12-18
19. Hixon T. Will Telemedicine Change Healthcare Or Prove To Be Another Venture Fad? June 2016



Robotic Care

1. Dredge S. Robear: the bear-shaped nursing robot who'll look after you when you get old. February 2015
2. Zorgrobot.nl. Zorgrobot, robot die helpt met zorg verlening of sociaal contact Available from: <https://robots.nu/nl/zorgrobot>. Retrieved on 01-11-2018
3. Zorgmag. De zorgrobot of grandma's little helper. January 2014
4. Abdi J, Al-Hindawi A, Ng T, Vizcaychipi MP. Scoping review on the use of socially assistive robot technology in elderly care. BMJ open. 2018;8(2):e018815
5. Hoorn JF. From Lonely to Resilient through Humanoid Robots: Building a New Framework of Resilience. Journal of Robotics. 2018;2018:1-17
6. Petersen S, Houston S, Qin H, Tague C, Studley J. The Utilization of Robotic Pets in Dementia Care. Journal of Alzheimer's disease : JAD. 2017;55(2):569-74
7. Aronson L. 10 potential benefits of robot caregivers. August 2014
8. Robotics Business Review. Service Archives. December 2018
9. Feuilherade P. Robots pick up the challenge of home care needs. February 2017
10. Jiji. Japan to increase support for firms developing caregiver robots | The Japan Times. August 2018
11. Tractica. Robotics Market Forecasts | Tractica 2018 Available from: <https://www.tractica.com/research/robotics-market-forecasts/>. Retrieved on 16-12-18
12. Mordor Intelligence. Service Robotics Market Size, Growth | Forecasts (2018 - 2023). March 2018
13. BIS research. Global Big Data in Healthcare Market to Reach \$68.75 Billion by 2025, Reports BIS Research 2018 Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-big-data-in-healthcare-market-to-reach-6875-billion-by-2025-reports-bis-research-678151823.html>. Retrieved 13-11-18
14. Global Market Insights I. Healthcare Assistive Robot Market worth over \$950mn by 2024: Global Market Insights Inc. February 2017
15. Zorg voor beter. Cijfers: vergrijzing en toenemende zorg. 2018
16. Stahl BC, Coeckelbergh M. Ethics of healthcare robotics: Towards responsible research and innovation. Robotics and Autonomous Systems. 2016;86:152-61
17. Qureshi M. The Impact of Robotics on Employment and Motivation of Employees in the Service Sector,

with Special Reference to Health Care. December 2014

18. Saez C. Experts Think Through Ethical, Legal, Social Challenges Of The Rise Of Robots June 2017



Cyber Security

1. Lord N. What is Cyber Security? Definition, Best Practices & More. January 2019
2. Workgroup for Electronic Data Interchange. The rampant growth of cybercrime in healthcare.; February 2017
3. Sulleyman A. Why hackers just launched a huge cyber attack on the NHS. May 2017
4. Donnelly L. More than 900 NHS deaths yearly may be caused by IT failings. February 2018
5. Kotz D, Gunter CA, Kumar S, Weiner JP. Privacy and Security in Mobile Health: A Research Agenda. Computer. 2016;49(6):22-30
6. Burns AJ, Johnson ME, Honeyman P. A brief chronology of medical device security. ACM Digital. 2016;59(10):66-72. October 2016
7. Pettey C. Security at the Speed of Digital Business 2016 Available from: <https://www.gartner.com/smarter-withgartner/security-at-the-speed-of-digital-business/>. Retrieved on 17-11-19
8. Ponemon Institute. Synopsys and Ponemon Study Highlights Critical Security Deficiencies in Medical Devices Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/synopsys-and-ponemon-study-highlights-critical-security-deficiencies-in-medical-devices-300463669.html>. Retrieved on 19-01-2018
9. Mello. 2018 Healthcare Cybersecurity Report. 2018
10. Coventry L, Branley D. Cybersecurity in healthcare: A narrative review of trends, threats and ways forward. Maturitas. 2018;113:48-52
11. Zion Market Research. Global Cyber Security In Healthcare Market Will Reach USD 10.7 Billion By 2024: Zion Market Research. November 2018
12. Research and Markets. Global Cybersecurity Market in Healthcare Report 2018-2030 - Close to 400 Stakeholders Currently Offer a Variety of Products / Solutions / Services to Healthcare Organizations: PRNewswire; 2018 Available from: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-cybersecurity-market-in-healthcare-report-2018-2030--close-to-400-stakeholders-currently-offer-a-variety-of-products--solutions--services-to-healthcare-organizations-300695900.html>. Retrieved 16-01-19
13. B.L. Filkins, J.Y. Kim, B. Roberts, W. Armstrong, M.A. Miller, M.L. Hultner, A.P. Castillo, J.-C. Ducom, E.J. Topol, S.R. Steinhubl, Privacy and security in the era of digital health: what should translational researchers know and do about it? Am. J. Transl. Res. 8 (2016) 1560–1580 Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27186282>. Retrieved 19-01-19
14. Coulter A, Roberts S, Dixon A. Delivering better services for people with long-term conditions: building the house of care: King's Fund; October 2013
15. Goldmann J. Healthcare Industry Suffers the Most Cyber Attacks 2019 Available from: <https://www.esecurityplanet.com/network-security/healthcare-industry-hit-most-frequently-by-cyber-attacks.html>. Retrieved 17-10-18
16. Chertoff C. Addressing Cybersecurity Across The Health Care Industry. May 2017
17. Centraal Plan Bureau. Risicorapportage cybeveiligheid economie. 2017
18. Food and Drug Administration. Content of Premarket Submissions for Management of Cybersecurity in Medical Devices—Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff. October 2015
19. HIPAA Journal. Healthcare Industry Scores Poorly on Employee Security Awareness. February 2018
20. ABI research. ABI Research B2B Technology Survey Finds More Than Half of Healthcare Respondents Not Concerned with Cybersecurity. May 2017
21. Sher-Jan M. Data indicates human error prevailing cause of breaches, incidents. 2018
22. UK Government DoHaSC. Securing cyber resilience in health and care: October 2018
23. Martin G, Martin P, Hankin C, Darzi A, Kinross J. Cybersecurity and healthcare: how safe are we? BMJ. 2017;358:j3179
24. Cox L. Security VS Innovation - Disruption Hub. January 2018
25. Nelson N. Trade-offs between digital innovation and cyber-security. March 2017
26. European Commission. 2018 reform of EU data protection rules | European Commission. May 2018
27. Bower, E. How does the General Data Protection Regulation (GDPR) affect GPs? April 2018
28. Globaldata. General Data Protection Regulation (GDPR) in the Healthcare Industry 2018 Available from: <https://www.globaldata.com/store/report/gdchct008--general-data-protection-regulation-gdpr-in-the-healthcare-industry-implications-for-healthcare-h1-2018/>. Retrieved 18-12-19
29. Rumbold JMM, Pierscionek B. The Effect of the General Data Protection Regulation on Medical Research. February 2017
30. Davis J. Europe's GDPR privacy law is coming: Here's what US health orgs need to know. May 2018
31. Finnegan G. New EU rules aim to boost protection of patient data. But is healthcare ready? | Science|Business 2018 Available from: <https://sciencebusiness.net/healthy-measures/news/new-eu-rules-aim-boost-protection-patient-data-healthcare-ready>. Retrieved on 19-01-19
32. Howell D. Five ways the GDPR will change healthcare. March 2018
33. Businesswire. Imperva Survey Reveals Nearly One-third of Organizations Still Not Completely Prepared for GDPR. August 2018
34. Warren M. Still standing, six months after GDPR. December 2018
35. Timmerman, J. Fijn, die AVG. December 2018
36. Gimbel H. Absurde gevolgen privacyregels AVG in de zorg | Onnodige schadelijke rompslomp belemmert medisch handelen | Netkwesties 2018 [Available from: <https://www.netkwesties.nl/1290/absurde-gevolgen-privacyregels-avg-in-het-zorg/>. Retrieved 11-11-2018
37. Emerce. 600 klachten bij Autoriteit Persoonsgegevens sinds AVG. June 2018
38. Libbenga J. Het Jaar van de AVG. December 2018

39. Guida R. Is the US Version of GDPR on the Horizon? October 2018

40. Patrizio A. While no one was looking, California passed its own GDPR | Network World. July 2018

Wat speelt er nog meer?

1. Kong YL, Zou X, McCandler CA, Kirtane AR, Ning S, Zhou J, et al. 3D-Printed Gastric Resident Electronics. Advanced Materials Technologies. 2018, 1800490. December 2018

Waar gaan we heen?

1. Rosen, J. M. et al. Cybercare 2.0: Meeting the challenge of the global burden of disease in 2030. Health Technology, 6, 35-51. 2016
2. Burrus, D. Digital healthcare: what are the opportunities? Available from: <https://www.burrus.com/2015/08/digital-healthcare-what-are-the-opportunities/> Retrieved 11-11-2018
3. Wouters, M. et al. eHealth-monitor 2018: E-health in verschillende snelheden. November 2018
4. Schwab, K. The Fourth Industrial Revolution. New York: Random House. 2016

Zelf aan de slag!

1. Berkhout G. en De Ridder W. Vooruitzien is regeren: leiderschap in innovatie: cyclisch innovatie model. Uitgeverij Prentice Hall. 2008
2. Idenburg, P.J., Van Schaik, M. et al. Diagnose Zorginnovatie. BeBright. 2014
3. Govindarajan V. The three box solution: a strategy of leading innovation. Uitgeverij Harvard Business Review Press. 2016
4. Mootee, I. Design thinking for strategic innovation: what they can't teach you at business or design school. Uitgeverij Wiley. 2013
5. Stomppff, G. Design thinking: Radicaal veranderen in kleine stappen. Uitgeverij Boom. 2018
6. Idenburg P.J., Mogendorff D. Hitchhikers guide to creativity. BeBright. 2014
7. Keeley L. et. al. Ten types of innovation: the discipline of building breakthroughs. Uitgeverij Wiley. 2013
8. Idenburg P.J. et al. Diagnose Transformatie: Een toolbox voor grensverleggers in de zorg. 2018
9. Jansen, S., Pieters, M. The 7 principles of complete co-creation. 2017
10. Boerkamp E., Neureiter di Torroero A. et al. Rollen in innovatienetwerken: de invloed van samenbrengend, onderhoudend, disruptief of verbindend vermogen. BeBright. 2018

E-Estonia: Learning by doing

1. The usage of digital solutions in healthcare, a population survey. August 2018
2. Republic of Estonia, Ministry of Social Affairs. Estonia offers 100,000 residents free genetic testing. Available from: <https://www.sm.ee/en/news/estonia-offers-100000-residents-free-genetic-testing> Retrieved on 26-01-19



Deze publicatie delen met
anderen? Download gratis
de digitale versie op
www.zorgenablers.nl

Geïnitieerd door

bebright
accelerating healthcare

Mede mogelijk gemaakt door

ascom



Jaarbeurs



Rabobank