

ZORG ENABLERS 2017

Technologische ontwikkelingen
in de Westerse gezondheidszorg

Philip J. Idenburg en Vivian Dekkers

Zorg Enablers 2017

Technologische ontwikkelingen in de Westerse gezondheidszorg

Copyright © 2016 BeBright

Auteurs: Philip J. Idenburg en Vivian Dekkers

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

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

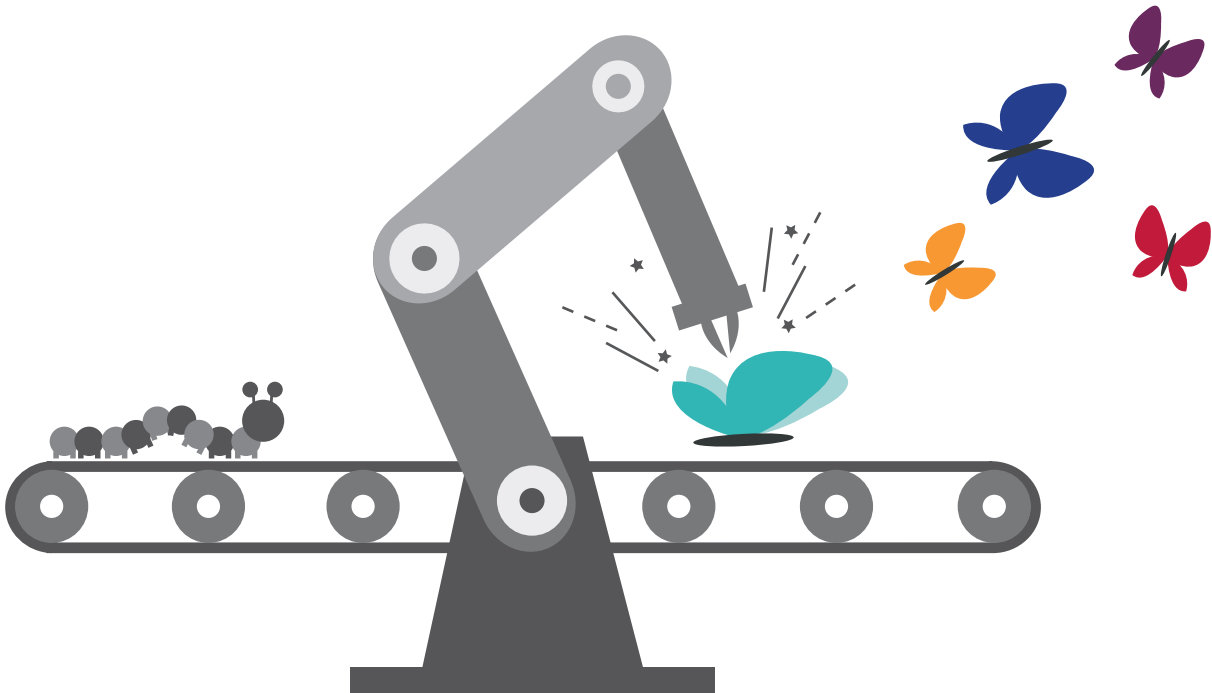
De voorbeelden van technologische innovaties die worden gebruikt in deze publicatie zijn goedgekeurd door de rechthebbenden of er is getracht om de rechthebbende te bereiken. Zij die desondanks menen aanspraak te kunnen maken op deze rechten, kunnen zich tot BeBright wenden.

info@diagnoseprogrammas.nl

www.diagnoseprogrammas.nl/zorgenablers

**“The day before something is
truly a breakthrough,
it’s a crazy idea.”**

(Peter Diamandis)



Voorwoord

Iedereen krijgt op enig moment in het leven te maken met de gezondheidszorg. Is het niet vanwege de zorg voor kinderen of ouders, dan wel voor eigen kwaaltjes en beperkingen. Onze relatie met de gezondheidszorg is wellicht nog wat intensiever. Wij werken iedere dag samen met zorgaanbieders, professionals, verzekeraars en zorgvernieuwers om de internationaal zo

gerespecteerde Nederlandse gezondheidszorg kwalitatief, toegankelijk en betaalbaar te houden. Te houden, omdat de zorgvraagontwikkeling en economische realiteit ons dwingen kwalitatief nog betere zorg te bieden voor dezelfde euro, nu en in de toekomst. De houdbaarheid van ons huidige zorgsysteem staat onder druk en een transformatie is noodzakelijk.

Een transformatie die meer vraagt dan alleen technologie. Technologie is echter wel een belangrijke enabler. Technologische oplossingen helpen bijvoorbeeld professionals op een andere manier te werken en maken meer zelfzorg bij patiënten mogelijk. De mogelijkheden zijn ontelbaar. De geschikte oplossing kiezen ligt in handen van druk bezette zorgprofessionals en bestuurders. Verkeerde keuzes leiden tot opstapeling en daarmee tot kostenverhoging, en uitstel van keuzes kan leiden tot stilstand. Dit leidt tot het beeld dat technologie kan resulteren in hoge zorguitgaven in plaats van een instrument te zijn voor vernieuwing.

Wij houden nauwgezet de belangrijkste trends en ontwikkelingen in de zorg bij. Dit begon in 2012 met 'Diagnose Zorginnovatie'. Deze kennis hebben wij sindsdien op verschillende manieren verrijkt. Samen met onze strategische partners KPN, Noaber, PinkRocade en Promedico nemen wij in ons huidige programma 'Diagnose Transformatie' deze technologische ontwikkelingen op als *enablers of change*. In de loop van de jaren is er een grote database ontstaan met meer en minder futuristische technologische voorbeelden, verspreid over vele disciplines.

Wij hebben deze kennis en praktische voorbeelden tot nu toe gebruikt voor onze klanten, marktonderzoeken en nieuwe productontwikkeling. Met Zorg Enablers 2017 maken wij de technologische ontwikkelingen voor iedereen inzichtelijk. Ter inspiratie, maar ook om samenwerking met alle belanghebbenden doelmatiger te maken en zo de kwaliteit van dagelijkse zorg, zowel in medische uitkomst als in ervaren kwaliteit door de patiënt, verder te verbeteren.

Wij beschrijven veelbelovende technologieën die nu op onze stoep staan en de komende jaren onze gezondheidszorg zullen

veranderen. Sommigen staan op het punt breed geïmplementeerd te worden; anderen zijn nog in ontwikkeling. Wij denken dat een goed beeld van alle ontwikkelingen in technologie een essentieel ingrediënt is voor een innovatieve zorgorganisatie en zorgsector.

Met dit overzicht hopen wij u te inspireren en te helpen kaf van koren te scheiden. Omdat de ontwikkelingen snel gaan, zullen wij een jaarlijkse update maken. Dit is een van onze bijdragen aan het versterken van het innovatievermogen en daarmee de transformatie van de gezondheidszorg.

De inhoud hebben wij niet alleen samengesteld. In het bijzonder willen wij Sjoerd Emonts danken, die een groot deel van het verzamel- en onderzoekswerk heeft verricht en de basis heeft gelegd voor het eindresultaat. Daarnaast heeft Monique Philippens, programmamanager van 'Diagnose Transformatie', een waardevolle bijdrage geleverd met haar kennis op het gebied van zorgtechnologie en innovatie. Ook onze collega's Michèle, Arjo, Daniël, Karin, Catja, Lisa, Bo en Romy hebben ons geïnspireerd door hun inhoudelijke, tekstuele en visuele bijdragen.

Wij hopen dat Zorg Enablers 2017 u handvatten biedt om het innovatievermogen van uw organisatie te versterken. Pas dan kunnen wij samen de vruchten plukken van nieuwe technologische mogelijkheden én werken aan een duurzame zorgsysteem waar kwaliteit en doelmatigheid hand in hand gaan. Wij verheugen ons op de discussies over hoe nieuwe innovaties de toekomst zullen vormen en nodigen u van harte uit uw inspiratie, voorbeelden en ervaringen met ons te delen via www.diagnoseprogrammas.nl/zorgenablers.

Philip J. Idenburg en Vivian Dekkers

ZORG ENABLERS 2017

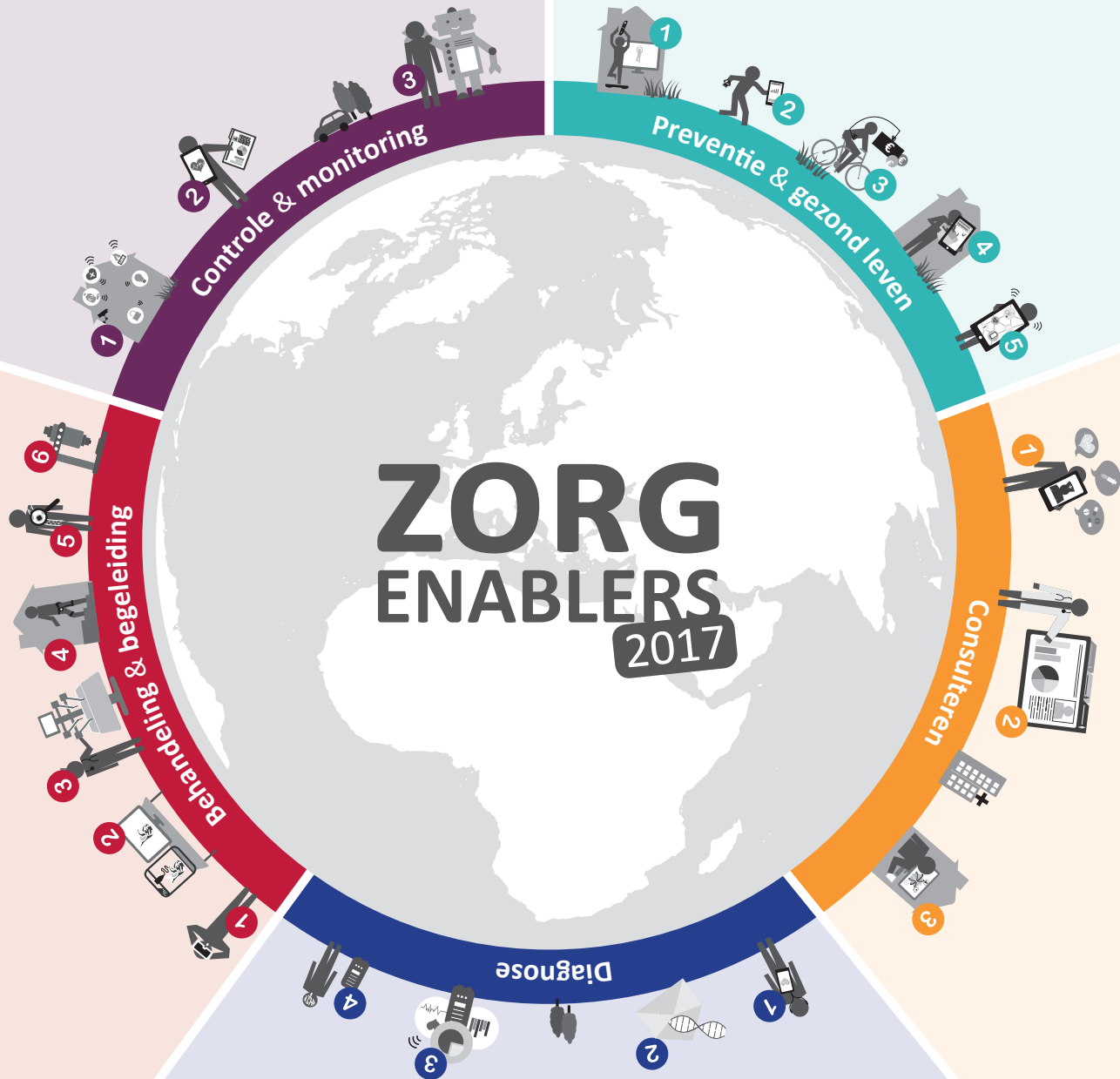
Preventie & gezond leven

Controle & monitoring

Behandeling & begeleiding

Consulteren

Diagnose





Inhoudsopgave

Voorwoord 03

Inleiding 06

ZORGFASE 1

Preventie & gezond leven

1 Serious gaming 09

2 Holistic tracking 11

3 Incentivized wellness ... 13

4 Smartfood 15

5 Internet of things 17

ZORGFASE 2

Consulteren

1 Remote consulting 20

2 Health information systems 22

3 Online social networking 24

ZORGFASE 3

Diagnose

1 DIY Diagnostics 27

2 Consumer-omics 29

3 Big Data 31

4 Artificial Intelligence 33

ZORGFASE 4

Behandeling & begeleiding

1 Digital reality 36

2 Printing procedures 38

3 Robotical operations ... 40

4 Exoskeletons & prosthetics 42

5 Nanotech 44

6 Advanced labs 46

ZORGFASE 5

Controle & monitoring

1 Domotics 49

2 Remote monitoring 51

3 Robotic care 53

Waar gaan wij heen? 55

Diagnose Transformatie: een toolbox voor grensverleggers in de zorg 58

Ons team 59

Over de auteurs 60

Noten 61

Verklarende woordenlijst 73

Inleiding

Technologie als enabler voor zorgtransformatie

Onze samenleving verandert. Trends en ontwikkelingen, zoals vergrijzing en ontgroening, toename van chronische aandoeningen, zorg op maat, de *empowered* patiënt en digitalisering, veranderen en vergroten de zorgvraag. Hierdoor nemen de zorgkosten in Nederland en andere Westerse landen toe.

De kwaliteit, toegankelijkheid en betaalbaarheid van de gezondheidszorg staan onder druk. Dit vraagt een andere manier van kijken naar gezondheid en het inrichten van zorg. Kleine aanpassingen zijn niet meer genoeg: een transformatie is noodzakelijk. Technologische innovaties kunnen hieraan bijdragen.

De Westerse gezondheidszorg is zeer succesvol gebleken. De technologische mogelijkheden voor het genezen, behandelen en het voorkómen van ziekten zijn de afgelopen decennia enorm uitgebreid. Voorheen terminale ziekten zijn nu te genezen of een chronische aandoening geworden. Door de digitalisering, de toegankelijkheid van onderzoeksgegevens en versnelling en inzet van onderzoek zijn er dagelijks nieuwe producten, diensten en behandelmethoden mogelijk. Veel van de technologische oplossingen bieden handvatten om de transformatie van zorg te realiseren. De oplossingen zetten in op zorg die persoonlijk, participatief, preventief en predictief is.

De grote vraag waar zorgprofessionals en bestuurders vaak mee worstelen is welke technologie te adopteren en wanneer. Het aanbod is overweldigend en biedt een breed spectrum aan technologische disciplines met verschillende toepassingen. Welke technologieën dragen werkelijk bij aan de kwaliteit, toegankelijkheid en betaalbaarheid van de zorg? En hoe wegen we kwaliteitswinst af tegen de investerings- en zorgkosten van een nieuwe technologie?

In *Zorg Enablers 2017* zetten wij de belangrijke technologische trends en ontwikkelingen op een rij. Technologieën die in verschillende fasen van het zorgproces een plek krijgen. Van voorzorg en diagnostiek tot behandeling en nazorg, in de preventieve, curatieve en langdurige zorg. Wij delen de technologieën in op basis van de zorgfasen uit de *ZorgwaardeCyclus*, zoals in 2013 gepubliceerd in *Diagnose Zorginnovatie*¹.

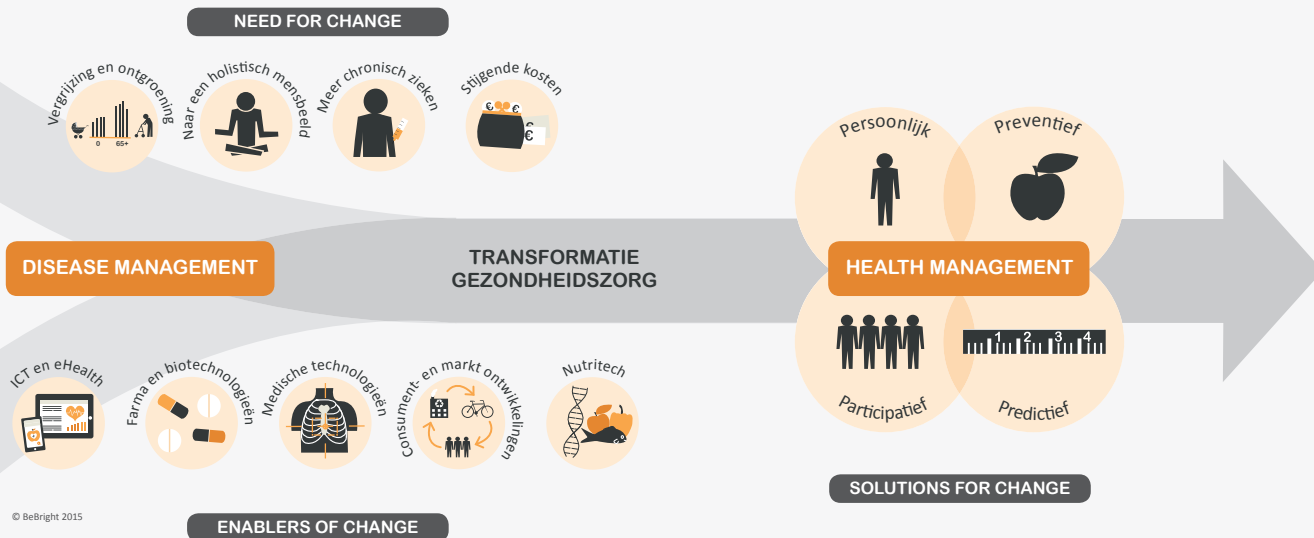
In de *ZorgwaardeCyclus* staat het individu centraal en heeft het zorgproces een cyclisch karakter. Het uitgangspunt is de kwaliteit van leven van het individu, waarbinnen vitaliteit en welbevinden de twee belangrijkste kernbegrippen zijn. ‘Gezond zijn’ is niet meer de afwezigheid van ziekte, maar “het vermogen om je aan te passen en je eigen regie te voeren, in het licht van sociale, fysieke en emotionele uitdagingen van het leven”².

De vijf zorgfasen zijn:

- 1 Preventie & Gezond leven
- 2 Consulteren
- 3 Diagnose
- 4 Behandelingen & Begeleiding
- 5 Controle & Monitoring

Per fase beschrijven we een aantal belangrijke technologische ontwikkelingen en geven we praktische voorbeelden. De meeste technologieën vinden toepassing in meerdere zorgfasen en zullen op iedereen in de zorg een impact hebben.

Het overzicht is niet uitputtend. Wij verwachten wel dat juist deze technologieën de toekomst van de zorg beïnvloeden en een bijdrage leveren aan de kwaliteit van zorg, zowel in medische uitkomst als in ervaren kwaliteit door de patiënt. In co-creatie met die patiënten/cliënten en zorgprofessionals moeten organisaties komen tot de juiste keuzes en prioriteiten, zonder het kostenaspect uit het oog te verliezen.



© BeBright 2015

10 needs for change



VERANDERENDE SAMENLEVING.

Vergrijzing, ontgroening, een stijgende groep chronisch ziekten en meer etniciteiten veranderen de samenleving.



MEER ZORG, MEER KOSTEN.

De jaarlijkse kosten voor de zorg nemen toe; dit geldt voor de totale kosten en de kosten per persoon naarmate de leeftijd vordert.



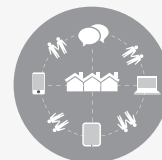
MINDER ZORGPROFESSIONALS.

Er ontstaan tekorten aan arbeidskrachten in de gezondheidszorg.



POWER-TO-THE-PATIENT.

De patiënt bepaalt steeds vaker zelf; zelfmanagement en eigen regie worden steeds belangrijker.



CONNECTIVITEIT.

De zorg digitaliseert en de connectiviteit van patiënt en zorgprofessional neemt toe.



WERELDWIJDE KENNIS.

De samenleving globaliseert en (medische) informatie wordt sneller en eenvoudiger gedeeld.



PERSOONLIJKE ZORG.

Iedereen is anders en zorg en behandelingen worden steeds meer persoonlijk afgestemd.



KWALITEIT EN TRANSPARANTIE.

Men eist kwaliteit en transparantie; er is meer aandacht voor zorg in de media en de kwaliteit van zorgorganisaties wordt vaker getoetst.



DECENTRALISATIE.

Niet-specialistische zorg verschuift naar dichtbij huis en wordt vaker integraal aangeboden.



PREVENTIE.

De focus verschuift van 'ziekte en zorg' naar 'gezondheid en gedrag'.

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 zien wij vijf grote technologische bewegingen die in meer of mindere mate een bijdrage leveren aan preventie en gezond leven:

- 1 Serious Gaming
- 2 Holistic Tracking
- 3 Incentivized Wellness
- 4 Smartfood
- 5 Internet of Things



Serious gaming

“Playing a game is the voluntary effort to overcome unnecessary obstacles.”

(Bernard Suits)

- ★ *Serious games* zijn spellen waarbij vermaak niet het hoofddoel is, maar educatie, training of het veranderen van gedrag. Een serious game kan gebruik maken van meerdere media: het kan een ‘paper-based’ bordspel 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 in de zorg bijvoorbeeld ingezet om de algemene gezondheid te verbeteren. Ze motiveren het aanpassen van leefstijlgewoonten en stimuleren positieve gedragsverandering. Verder behoren zelfmanagement en het motiveren en ondersteunen van fysieke activiteit ook tot de mogelijkheden². Variërende spel-elementen zorgen dat spelers intrinsiek gemotiveerd raken en blijven om uitdagingen en hordes te overstijgen. Het visualiseren van verandering en voortgang helpt bij het verhogen van de zelf-effectiviteit. 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 overstijgen³. Onder meer in de geestelijke gezondheidszorg (ggz) zijn al bewezen resultaten bereikt met de inzet van serious games⁴.

De volgende vier doelen worden onderscheiden:

- **EDUCATIE** ‘E-learning: het gebruik van elektronische media en ICT in het onderwijs’. Door het gebruik van games kunnen zorgprofessionals operaties en situaties oefenen en patiënten meer te weten komen over hun ziekte en hoe ermee om te gaan in het dagelijks leven.
- **OEFENING** Spellens die games en fysieke activiteit combineren in de categorie ‘exergaming’. Deze spellen bevorderen een actieve levensstijl.
- **INTERACTIE** Sommige games zijn ontwikkeld om de interactie tussen spelers te stimuleren, bijvoorbeeld ouderen en kinderen.
- **BEHANDELING** Geïntegreerde games in de behandeling en nazorg helpen patiënten met hun motivatie en therapietrouw.

Re-Mission 2

Re-Mission 2 is een verzameling van 6 gratis online games waarin kankerpatiënten het opnemen tegen verschillende virtuele kankercellen met een arsenaal aan wapens en superkrachten zoals chemotherapie, antibiotica en het natuurlijk afweersysteem van het lichaam. Re-Mission 2 is al enige tijd op de markt. Onderzoek bevestigde dat de beloningen die spelers krijgen voor het uitroeien van de kankercellen zorgde voor positieve associaties en emoties met chemotherapie en antibioticabehandelingen, waarnaast ook de therapietrouwheid toenam.



www.re-mission2.org

Qwiek®

Zorginnovaties met beleving

De Qwiek.up kan cliënten op verschillende niveaus prik-kels geven door middel van een audiovisuele beleving in hun eigen omgeving. Door middel van belevingsmodules haalt het een diversiteit van verschillende belevingen het zorghuis in. Met de speciale Fit & Vitaal modules worden cliënten geactiveerd tot beweging. Van dansen op muziek tot uitdagende spelvormen. De modules zijn zo ontwikkeld dat cliënten zich conformeren met hetgeen groot op de muur wordt geprojecteerd in combinatie met de juiste begeleiding en muziek.



www.qwiek.eu

Mondiale marktwaarde serious gaming industrie 2015-2020



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van de serious gaming industrie ruim 5,4 miljard USD zijn in 2020, waarbij de marktwaarde vanaf 2015 jaarlijks zal stijgen met 16,4%⁵.

TOUCHSURGERY

Touch Surgery is een gratis mobiele applicatie die operatieve procedures simuleert in 3D op virtuele patiënten. Op een interactieve manier moet de gebruiker in iedere procedure verschillende stappen uitvoeren. Chirurgen worden zo op een laagdrempelige manier getraind in het uitvoeren en begrijpen van operatieve handelingen. Daarbij worden scores berekend die kunnen worden vergeleken met topscores en gemiddelden. Jaarlijks worden er nog meer operationele simulaties toegevoegd aan de applicatie, waarbij de teller in augustus 2016 al boven de 70 stond.



www.touchsurgery.com

- ⚡ De serious gaming industrie is inmiddels een multi-miljarden industrie en nog steeds *booming*⁵.
- + De totale marktwaarde blijft tot 2020 zeker toenemen⁵. De opkomst wordt gedreven door verscheidene factoren^{2,3,5,7}:
 - Steeds goedkopere technologie vergroot de toegankelijkheid tot serious games. Verder beschikken steeds meer mensen over een smartphone of een ander high-end apparaat. Samen met een toegenomen netwerkconnectiviteit kunnen producenten serious games voor een steeds groter publiek ontwikkelen.
 - Serious games vervullen een steeds belangrijkere rol in het bevorderen van gedragsverandering, doordat ze het aangaan van uitdagingen leuk en gemakkelijk maken voor alle leeftijden. Verder tonen serious games de belofte om scenario's na te bootsen die iedereen, van zorgprofessional tot patiënt, kunnen helpen. In de vorm van sociale games creëren ze zelfs collectieve inspanningen ter bevordering van de gezondheid.
 - Steeds meer bedrijven houden zich bezig met de ontwikkeling van games, waarbij er meer specifieke hardware en software beschikbaar komt. Dit biedt verscheidene conditionele, sensorische, motorische en cognitieve mogelijkheden.
 - Serious games bieden mogelijkheden voor individuen om mee te werken aan een onderzoek.

- ## Ondanks de sterk groeiende gaming industrie worden serious games nog beperkt ingezet in de gezondheidszorg. Serious gaming komt namelijk ook met uitdagingen. De grootste uitdaging is de meetbaarheid van het resultaat. De zorg werkt *evidence-based* en de impact van een serious game is niet altijd eenvoudig aan te tonen^{1,2,8}. Ongeschikt game design, imago en onwetendheid van potentiële gebruikers belemmeren de toepassing^{1,6}. Zorgprofessionals en gedragswetenschappers kunnen samen met gamedesigners en ontwikkelaars de ontwikkeling en toepassing van serious games in zorg voorspoedigen². Dan kan serious gaming gezond leven leuk maken en bijdragen aan een betere gezondheidszorg.



Holistic tracking

“I am prescribing a lot more applications than medications these days.”

(Dr. Eric Topol)

- ★ *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 en *wearables* kunnen gebruikers alles meten wat ze doen en wat daarvan het effect is op hun gezondheid. Het meten van de gezondheidstoestand stimuleert een gezonde leefstijl door het creëren van bewustzijn en het kunnen maken van weloverwogen keuzes. Het biedt individuen de mogelijkheid om hun eigen gezondheid te ‘managen’¹. Holistic tracking is een vorm van *self-tracking*, een vorm die leidt tot *the quantified self*, een term bedacht in 2007 door Garry Wolf en Kevin Kelly². *The Quantified Self* is een beweging die zich bezighoudt met het fenomeen dat de mens in toenemende mate technologie integreert in zijn leven, met het doel data te verzamelen over zichzelf en hiervan te leren².
- ↗ De holistic tracking industrie is aan een explosieve opmars bezig. IDC verwacht een groei van 18% in 2016 ten opzichte van 2015 tot een totaal van 110 miljoen verzendingen van wearables in 2016. Eind 2020 wordt dit totaal op ruim 237 miljoen geschat³. In 2020 zal een derde hiervan worden uitgemaakt door *smartwatches* ten opzichte van een kwart in 2016³. Vooral het aandeel *smartclothing*, *eyewear* en *hearables* zal stijgen³. Daarnaast is er een toekomst aanstaande van de *wearables* onderhuids: *implantables*⁴. Opvallend is dat van de 10 consumenten uit West-Europa die een smartphone kopen, er één is die ook een wearable koopt⁵. Een recent onderzoek onder Amerikanen liet zien dat 31% van de ondervraagden welwillend tegenover het gebruik *wearables* als monitor voor vitale parameters staat. Maar liefst 85% van de zorgprofessionals ziet een toekomst voor zich waarin de zorgprofessional meer vertrouwt op gezondheidsapps en *wearables*⁶.



Fitbit is een van de bekendste wearables leveranciers ter wereld. De Fitbit Charge 2 is een combinatie van een *smartwatch* en *activity tracker*, uitgerust met sensoren om onder andere het aantal stappen te meten en je slaap bij te houden. Daarnaast bevat de armband software die in staat is om 24/7 een schatting te maken van je hartslag en VO2-max en automatisch bepaalde activiteiten herkent. Alle data wordt gesynchroniseerd met de Fitbit app, waardoor je deze eenvoudig kunt aflezen. Dit stelt de gebruiker in staat om zijn eigen gezondheid te monitoren en zijn leefstijl eventueel aan te passen.



www.fitbit.com

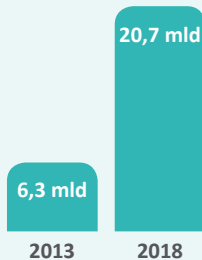
My UV Patch

My UV Patch is een transparante pleister die door rekbare elektronica direct op iedere plek van de huid kan worden geplakt. De pleister bevat fotogevoelige kleurstoffen die van kleur veranderen bij blootstelling aan UV-stralen en zo de mate van blootstelling aan de zon indiceren. De UV Patch kan worden gescand door een app die hierna jouw persoonlijke UV blootstelling rapporteert. De patch neemt daarbij huidtype, gebruik van zonnebrand en UV-index op je locatie in overweging. Dit biedt gebruikers een manier voor het maken van veilige keuzes in de zon.



www.laroche-posay.us

Mondiale marktwaarde gezondheidsapp industrie 2013-2018



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van de gezondheidsapp industrie bijna 21 miljard USD zijn in 2018, waarbij de marktwaarde vanaf 2013 jaarlijks zal stijgen met 26,7%³.

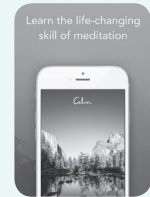
In 2015 waren er meer dan 165.000 gezondheidsapps beschikbaar binnen iOS en Android, waarvan er alleen al voor iOS een stijging van 106% zichtbaar was ten opzichte van 2013⁷. De mondiale marktwaarde zal blijven groeien tussen 2013 en 2018³. Recent onderzoek van PwC toonde aan dat in 2015, 32% van de Amerikanen minimaal één gezondheidsapp op hun smartphone had, ten opzichte van 16% in 2013⁸. Bijna 90% van de wearables synchroniseren draadloos met een app, waarvan meer dan de helft ontworpen is voor gebruik om de pols⁷. Fitnessapps vervullen met 36% van het totaal het grootste aandeel binnen de gezondheidsapps, waarna leefstijl en stress met 17% plek 2 innemen en dieet en voeding met 12% plek 3⁷. De Future Health Index (FHI) liet zien dat er een duidelijke generatiekloof aanwezig is onder de holistic tracking gebruikers⁸.

+ De opmars van de health apps kan worden toegeschreven worden aan de volgende factoren^{3,9}:

- Steeds meer mensen beschikken over een smartphone of een ander high-end apparaat, samen met een toegenomen netwerkconnectiviteit (denk aan Bluetooth, Wi-Fi, en de intrede van 3G en 4G netwerken), waarnaast stijgende zorgkosten vragen om betaalbare oplossingen.
- Er is een toegenomen bewustwording in het managen van de eigen leefstijl. Verder hecht de samenleving meer belang aan gezondheid en een gezonde leefstijl. Met een toegenomen focus op *personalized medicine* is de samenleving op zoek naar nieuwe technologische innovaties om dit te bereiken.
- Vorderingen in de technologie stuwden de markt. Zo is het veel eenvoudiger geworden om bijvoorbeeld een mobiele applicatie te ontwikkelen.

Calm

Calm is een gezondheidsapp die meditatieoefeningen aanbiedt aan gebruikers. Hiermee probeert het de gezondheid, prestaties en algemene kwaliteit van het leven te verbeteren. De app houdt vooruitgang en persoonlijke sessies bij en speelt in op je innerlijke rust. Zo worden stresslevels verlaagd, kun je beter slapen en biedt Calm gebruikers een gezonder en gelukkiger leven.



www.calm.com

Ondanks de opmars van holistic tracking, schuilen er nog enkele grote uitdagingen die brede toepassing in de weg staan. Veel mensen waken voor hun privacy, uit angst dat persoonlijke data in verkeerde handen kan vallen^{7,10}. Verder hebben nog veel zorgprofessionals niet de beschikking over de IT-infrastructuur om de door de patiënt gegenereerde data aan de eigen informatie te koppelen en deze op de werkplek te ontsluiten^{7,11}. Wanneer persoonlijke data niet digitaal kan worden gedeeld met de zorgprofessionals, ervaren veel gebruikers de technologie als minder waardevol¹². Daarnaast ligt er een risico bij de overvloedige hoeveelheid data die al het meten oplevert. Te veel en tegenstrijdige data kan resulteren in verwarring bij de consument, in plaats van inzicht in de eigen gezondheid te vergroten^{12,13}. Ook kan de nieuw verkregen data leiden tot meer zorgconsumptie, waardoor de belasting op het zorgsysteem toeneemt¹⁴. Tot slot beperken strenge regulering en wetgeving, conservatieve zorgprofessionals en vindbaarheid van de technologie verdere toepassing van holistic tracking in de gezondheidszorg^{3,7,12}.

Naar de toekomst toe zullen we echter steeds beter zelf in staat zijn onze gezondheid te meten en monitoren. Ten eerste omdat technologieën ons de mogelijkheid geven en ten tweede omdat het steeds meer geïntegreerd wordt in alledaagse gebruiksvoorwerpen zoals de mobiele telefoon en horloges. Met de groei van het aantal patiënten met een chronische aandoening en de focus op gezondheidsbevordering, zullen we als gezondheidszorg steeds meer in staat moeten zijn om deze data te verzamelen en te ontsluiten voor zowel patiënt als zorgprofessional zodat deze gegevens betrokken kunnen worden in het zorgproces.



Incentivized wellness

“ Sooner or later,
we sell out for money ”

(Tony Randall)

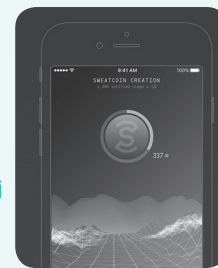
★ *Incentivized wellness*, ook wel het stimuleren van de gezondheid met belonen, is een techniek die wordt ingezet om met emotionele of financiële beloningen personen te motiveren gezondere leefstijl keuzes te maken en gedrag te verbeteren. Het is een vorm van preventie, waarbij wordt getracht om te voorkomen dat mensen ziek worden. Hierbij kan worden gedacht aan gezondere voeding, meer beweging of stoppen met roken.

▣ Dat het belonen van mensen werkt beschreef Victor Vroom al in 1964 in zijn verwachtingstheorie, later geherdefinieerd door Porter en Lawler in 1968¹. Zijn theorie legde een verband tussen motivatie, prestatie en beloning. Beloningsstrategieën worden vaak in andere industrieën gebruikt zoals in de mobiele applicaties industrie². Gebruikers ontvangen hierbij een beloning voor bijvoorbeeld het downloaden van een andere app, het bekijken van een video of het herhaaldelijk gebruiken van de app. De beloning hierbij is dan vaak in de vorm van virtuele valuta, game-items, een upgrade of korting op een bepaald product of dienst.

Daar waar een gezonde leefstijl wordt geassocieerd met een betere gezondheid³, mogen de voordelen van incentivized wellness duidelijk zijn. Naast een gezondere leefstijl ontvangt de uitvoerder een beloning (emotioneel of financieel). Uiteindelijk kan incentivized wellness zelfs resulteren in de verlaging van zorgkosten⁴.

Sweatcoin

Sweatcoin is een applicatie die beweging omzet in geld. Middels GPS locatie en accelerometers meet je smartphone het aantal stappen dat je zet. Duizend stappen worden geconverteerd naar ongeveer één Sweatcoin. Deze kunnen door de gebruiker in de app worden gependend aan echte producten, diensten en ervaringen. Hierbij kan gedacht worden aan goede doelen, yogalessen en sportkleden. Door op deze manier prestaties te belonen, probeert Sweatcoin de maatschappij in beweging te krijgen.



www.sweatcoin.in

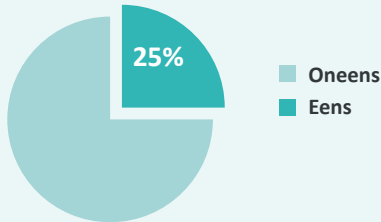


Fitbit Adventures biedt een applicatie die gebruikers stimuleert op een persoonlijke en non-competitieve manier uitdagingen aan te gaan. De app biedt gebruikers twee virtuele avonturen aan, waarin ze onder meer bezienwaardigheden, schatten en badges kunnen verdienen door het zetten van een bepaald aantal stappen per dag. Dagelijks worden hiervoor nieuwe doelen gesteld, berekend op basis van historische en gepersonaliseerde data in de app. Wanneer doelen behaald zijn, stijgt het aantal te zetten stappen voor de volgende dag. Fitbit Adventures inspireert en motiveert gebruikers steeds meer te bewegen, gezondheids- en fitnessdoelen te bereiken en neemt je mee naar plekken die je anders nooit zou bezoeken.



www.fitbit.com

Stelling: 'Mobiële stimuli leiden bij mij tot actie'



Uit recent onderzoek bleek dat 25% van de 25 tot 44-jarigen het eens was met de stelling dat mobiele stimuli leidt tot actie. Ze zien de voordelen van persoonlijke, transparante en directe data¹².

DietBet

DietBet biedt gebruikers een incentive om af te vallen. Gebruikers kunnen hierbij een bedrag via DietBet inzetten om over een tijdstraject een x aantal % van hun lichaamsgewicht af te vallen. Dit bedrag komt in een gezamenlijke pot. Nadat het tijdstraject is verlopen, wordt het bedrag in de pot verdeeld onder alle deelnemers die hun doel hebben behaald. Gebruikers kunnen op een interactieve manier hun voortgang delen met andere deelnemers. DietBet stimuleert zo gebruikers om met concrete toewijding een gezonde leefstijl op te bouwen.

www.dietbet.com

⊕ Ontwikkelingen binnen incentivized wellness strekken zich uit over verschillende niveaus. Zorgverzekeraars belonen klanten met kortingen op de zorgpremie wanneer ze een gezonde levensstijl aanhouden⁵⁻⁷. In het belang van de continuïteit van het bedrijf hechten werkgevers steeds meer waarde aan het belang van 'gezonde werknemers'. Ze richten hiervoor gezondheidsprogramma's in, waarin werknemers worden beloond voor het hanteren van een gezonde leefstijl^{4,8}. In de VS worden werkgevers gestimuleerd via de Affordable Care Act (ACA) om hier een slag in te slaan⁹. Een manier waarop ze dit doen is o.a. door het investeren in *wearables* en apps om werknemers te volgen. Wanneer er (financiële) beloningen tegenover een gezonde leefstijl staan, neemt de participatie in gezondheidsprogramma's met wel 60% toe¹⁰. Investerings worden terugverdiend door gezondere werkkrachten, die weer leiden tot minder bezoeken aan de bedrijfsarts en lagere medische kosten ten gevolge van ziekte¹⁰.

Daarnaast drijft de opkomst van mobiele gezondheidsapplicaties die gebruikers informeren, onderwijzen en motiveren, de groeiende impact van incentivized wellness¹¹. Steeds meer personen beschikken over een smartphone en er is een groeiend bewustzijn over het belang van een gezonde leefstijl. Door verbeterde en vernieuwde ontwerpen passen steeds meer mensen dit toe in hun dagelijks leven.

Alhoewel veel mensen zich bewust zijn dat hun leefstijl moet veranderen, liet onderzoek zien dat er verscheidene barrières bestaan die een blijvende leefstijl verandering tegenhouden.

⊘ Dit zijn zowel een afkeer tegen het 'moeten', als het opzien tegen de veranderingen die nodig zijn¹². Incentivized wellness kan juist zulke barrières helpen doorbreken. Het is echter de vraag of je mensen moet belonen voor een gezonde leefstijl of juist ongezond gedrag moet bestraffen? Bij een 'straf' kan worden gedacht aan het inhouden van een beloning of bijvoorbeeld door het inzetten van een financiële incentive zoals sommige Amerikaanse werkgevers dat doen^{9,13}. Uit onderzoek blijkt dat met betrekking tot gedragsverandering mensen over het algemeen gevoeliger zijn voor een negatieve dan een positieve incentive, waardoor straffen een effectiever middel is bij het bevorderen van een gezonde leefstijl.

Over de effectiviteit van incentivized wellness bestaat er nog veel onduidelijkheid⁹. Veel van deze onduidelijkheid is toe te schrijven aan het ontwerp van de interventies en experimenten met dit instrument. Het is van belang dat de beloning én de activiteit die bijdragen aan een gedragsverandering, aansluiten bij de gebruiker^{9,11}. Op welk gedrag wordt gericht? Welke beloning of straf wordt hiervoor gebruikt? En wanneer wordt deze beloning verdiend danwel straf opgelegd?

De gezondheidszorg maakt een transitie door van 'ziekte en zorg' naar 'gezondheid en gedrag'. Toepassingen van incentivized wellness passen in deze transformatie en zullen naar alle waarschijnlijkheid hier een versnelling aan geven en een positieve bijdrage aan leveren.



Smartfood

“Everything in food is science.
The only subjective part is
when you eat it”

(Alton Brown)

- ★ Gezonde voeding en welke invloed het heeft op je gezondheid houdt steeds meer mensen bezig. Men gaat steeds bewuster eten en onderzoek naar de relatie tussen voeding en gezondheid wordt uitgebreid. Wij weten steeds beter welke voedingsmiddelen een negatief effect hebben op de gezondheid. In 2015 bracht de Gezondheidsraad nog nieuwe richtlijnen uit omtrent voedselconsumptie¹. Het wordt ook steeds belangrijker, want mondiaal is er een groeiende trend van voedselgerelateerde gezondheidsproblemen.

Mondiaal is er een groeiende trend van voedsel-gerelateerde gezondheidsproblemen.



Wereldwijd lijden 220-250 miljoen mensen aan een voedselallergie, waarbij de incidentie groter is onder kinderen (5-8%) dan onder volwassenen (1-2%)¹ en de cijfers groeiende zijn³. In de VS wordt er bijna elke 3 minuten iemand opgenomen op de spoedeisende hulp als gevolg van een voedselallergie. Dit zijn meer dan 200.000 spoedgevallen per jaar: een enorme kostenpost voor de zorg⁴.



Wereldwijd nam de prevalentie van obesitas met bijna 4% toe over de periode 2010-2013 en is het meer dan verdubbeld sinds 1980⁵. In 2014 had 39% van de volwassenen overgewicht, waarvan 13% zelfs een BMI boven de 30⁶.



De verwachting is dat er in 2040 wereldwijd meer dan 600 miljoen mensen met diabetes zijn. Een verwachte toename van maar liefst 54% ten opzichte van 2015⁷.

tellspec
beam your health up

De Tellspec Food scanner is een scanner die door middel van spectroscopie voedingsmiddelen kan scannen en op moleculair niveau kan identificeren wat er in zit. De data hiervan wordt automatisch gekoppeld aan de Tellspec app die snel de ingrediënten weergeeft op je smartphone. De Tellspecopeia, een online database, voorziet de gebruiker van extra informatie over deze voedingsstoffen. Zo kan Tellspecopedia de gebruikers informeren over specifieke ingrediënten, allergenen, calorieën en macronutriënten die het voedingsproduct bevat en of het eventueel schadelijk is voor de gezondheid.



www.tellspec.com

HAPIfork

De HAPIfork is een elektronische vork die gebruikers helpt om eetgewoonten in kaart te brengen. Hiervoor meet de vork het aantal *fork servings*, oftewel het brengen van de vork vanaf het bord naar de mond. Zo is de HAPIfork in staat om te bepalen hoelang het duurt voordat je de maaltijd op hebt, het aantal *fork servings* per minuut en de intervallen tussen *fork servings*. Dit alles wordt teruggekoppeld naar de HAPI app op je smartphone. Op deze manier brengt HAPIfork het eetgedrag van een gebruiker in kaart en kan het aanbevelingen geven om eventueel langzamer te eten.

www.hapi.com

█ Een gezond voedingspatroon draagt bij aan iemands welbevinden. Kennis over zowel de producten die men eet als kennis over associaties tussen voeding en ziekte, ondersteunen keuzes in de zoektocht naar een gezond voedingspatroon. Dit is een speelveld waarop veel technologische innovaties hun intrede doen. Zo kan worden gedacht aan *foodscanners*, *nutriceuticals*, voedselbiotechnologie en het 3D-printen van gepersonaliseerd voedsel (dit laatste komt aan bod in het thema 'Printing procedures'). Zo startte begin 2016 de Europese Commissie de Horizon Food Scanner prijs. In deze wedstrijd ontwikkelen deelnemers een prototype dat op een betaalbare en niet-invasieve manier gebruikers in staat stelt om hun voedselinname te meten en te analyseren⁸. Dankzij smartfood krijgen consumenten meer inzicht over welke ingrediënten en hoeveel calorieën hun voedingsmiddelen bevatten en de aanwezigheid van allergene of toxische stoffen. Maaltijden of specifieke voedingsmiddelen kunnen (op een gepersonaliseerde manier) worden verrijkt met gezondheidsbevorderende componenten, om zo onder meer de strijd aan te gaan tegen chronische ziekten als kanker en diabetes.

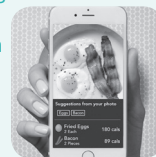
⚡ Concrete schattingen voor de toekomst van smartfood toepassingen zijn lastig te maken, omdat de ontwikkelingen nog veelal in hun kinderschoenen staan. Toch zijn er enkelen die met cijfers komen. Zo wordt verwacht dat de mondiale marktwaarde van de voedselbiotechnologie zal groeien tot \$2,17 miljard in 2022, met een jaarlijkse groei van 8,1% over de periode 2015-2022⁹. Voor de mondiale *nutraceuticals* markt verwacht men een marktwaarde van bijna \$279 miljard in 2021 ten opzichte van ruim \$165 miljard in 2014¹⁰.

⊕ Naast een vergrijzende populatie en een toename in het aantal chronisch zieken¹¹, drijven verschillende andere factoren de groei van de smartfood markt:

- Er is een toegenomen bewustwording onder de consument van wat het menselijke lichaam nodig heeft en de negatieve effecten van bepaalde voedingsstoffen. Voedsel moet niet meer alleen de maag voeden, maar ook gezond en lekker zijn en (fysieke) prestaties bevorderen^{10,12-14}. De opkomst van *holistic tracking* ondersteunt deze beweging en maakt het voor consumenten eenvoudiger hun gezondheid in kaart te brengen en de verdere gewenste voedingsinterventies.
- Een strenger wordende regulering omtrent ingrediënten als zout, suiker, vet en toegevoegde kleurstoffen en conserveringsmiddelen in producten, als een groeiende beweging van voeding gerelateerde ziekten vraagt om innovatieve en technologische oplossingen^{11,13}.

Lose It!

Lose It! is een gratis applicatie voor op de smartphone die gebruikers helpt om gezond af te vallen en een gezond gewicht te behouden. Onlangs introduceerde Lose It! een nieuwe functie in deze app, namelijk Snap It!. Met deze functie maken gebruikers eenvoudig een foto van de maaltijd, waarna Snap It! de maaltijd analyseert en aangeeft hoeveel calorieën erin zitten. Gebruikers kunnen zo ook een voedseldagboek bijhouden.



www.loseit.com

- *Nutritional genomics* revolutioneert het veld van voeding en gezondheid^{15,16} en valt uiteen in *nutrigenomics* en *nutrigenetics*¹⁷. *Nutrigenomics* is een onderzoeksgebied dat zich toespitst op hoe nutriënten en dieet genexpressie beïnvloeden en daarmee het risico op een ziekte binnen een individu. *Nutrigenetics* richt zich op wat de rol is van genetische variaties op de interactie tussen dieet en ziekte¹⁷. Deze onderzoeksgebieden zullen aansturen op *personalized nutrition*.

Met onder meer de groei van de welvaartsziekten in de samenleving, is voor smartfood een sterke groei voorzien. Er zijn echter barrières voor smartfood die overwonnen zullen moeten worden. De toepassing van de technologie staat nog aan de start en zo zal de sensitiviteit en specificiteit van smartfood technologieën nog moeten verbeteren¹⁵. De prijs en missende kennis onder de consument van de mogelijkheden van smartfood technologieën spelen verder een belemmerende factor in de groei¹⁰. Daarnaast maken wet- en regelgeving het lastig voor smartfood om een intrede te doen op iedere markt¹¹. De maatschappij kijkt nog verdeeld aan tegen voedselbiotechnologie en genetisch gemodificeerd voedsel vanwege veiligheid, regulering en impact op het milieu. Verschillende landen hanteren zelfs een verbod op zowel de import als het verbouwen van genetisch gemodificeerd voedsel^{18,19}.

De technologie van smartfood staat nog aan het begin van een nieuw tijdperk, al kunnen concrete verwachtingen nog niet hard worden gemaakt. Dat het in de toekomst een grote rol gaat spelen in de leefstijl van consumenten moge duidelijk zijn.



Internet of Things

Everything that can be automated will be automated

(Robert Cannon)

- ★ Alle 'dingen' die met elkaar gegevens uitwisselen worden samen het *Internet of Things* (IoT) genoemd¹. Het is niet een technologie op zichzelf, maar een verzamelnaam voor een netwerk van 'slimme' apparaten. Denk hierbij aan sieraden, machines, de thermostaat, lampen en nog veel meer. Het IoT faciliteert *machine-to-human* en *machine-to-machine* communicatie en biedt zo een breed spectrum aan mogelijkheden om op afstand te communiceren. IoT biedt mogelijkheden voor de zorg door bijvoorbeeld identificatie en detectie². Van simpele *activity trackers*, slimme weegschalen, bloeddruk sensoren, pacemakers, binnenshuis apparatuur tot sociale netwerken: ze zullen deel uitmaken van de toekomstige gezondheidszorg. IoT infrastructuur ondersteunt op deze manier monitoring, coaching, therapietrouwheid en tal van andere zorgprocessen³.
- ▣ IoT zal het mogelijk maken sneller en nauwkeuriger gezondheidsdata te verzamelen en te analyseren. Hierdoor ontstaan nieuwe inzichten, maar kunnen ook patiëntuitkomsten worden verbeterd. Daarnaast biedt het mogelijkheden voor ouderen om langer thuis te wonen en zal het helpen om de snel groeiende kosten van de gezondheidszorg terug te dringen door het bieden van real-time data en tekorten in zorgpersoneel op te vangen^{4,5}. De algemene ervaring van de patiënt met de zorg kan worden geoptimaliseerd en fouten kunnen worden geminimaliseerd⁵.
- ⚡ De markt van het IoT is groeiende. IDC voorspelt dat de mondiale marktwaarde van het IoT blijft groeien tot 2020⁶. Waar er in 2012 'slechts' 8,7 miljard verbonden apparaten waren wereldwijd, is de verwachting dat er in 2020 meer dan 50 miljard zullen zijn⁷. Het grootste gedeelte van de verbonden apparaten is in het bezit van de consument⁸. Voor de gezondheidszorg alleen wordt een jaarlijkse groei van ruim 38% verwacht tot 2020⁹.

oticon
PEOPLE FIRST

Oticon OpnTM is het eerste gehoorapparaat dat gekoppeld is aan het Internet of Things. Oticon OpnTM doet dit via het *If This Then That (IFTTT) platform*. Zo kunnen gebruikers hun gehoorapparaat verbinden met andere IFTTT-gekoppelde apparatuur. Oticon OpnTM kan verbonden zijn met de deurbel, een tv of een baby-monitor. De mogelijkheden zullen alleen maar toenemen naarmate er meer IFTTT-gekoppelde producten beschikbaar komen



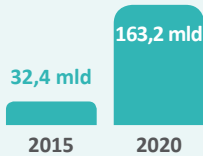
www.oticon.com

amazon echo

De Amazon Echo is een slimme interactieve speaker die een gebruiker bediend met zijn stem. De speaker is in staat te verbinden met andere apparaten in huis, waardoor een gebruiker eenvoudig met zijn stem bijvoorbeeld het licht, de tv en het alarm in huis kan bedienen. Daarnaast kan het onder meer vragen beantwoorden, audioboeken voorlezen en informatie over het weer geven. De Amazon Echo biedt zo gebruikers full comfort en bijvoorbeeld ouderen de mogelijkheid om langer thuis te wonen.

www.amazon.com

Mondiale marktwaarde Internet of Things industrie in de gezondheidszorg 2015-2020



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van het Internet of Things ruim 163 miljard USD zijn in 2020, waarbij de marktwaarde vanaf 2015 jaarlijks zal stijgen met 38,1%⁹.

+ Drijvende factoren van de groei van het IoT binnen de gezondheidszorg zijn:

- Er is een toenemende connectiviteit door de ontwikkeling van steeds meer 'smart' apparatuur als een verbeterde connectiviteit door Bluetooth, Wi-Fi en de intrede van 3G en 4G netwerken die stabiele services kunnen bieden. Het internet is toegankelijker geworden¹⁰. Ook zijn steeds meer consumenten in het bezit van (draadloze) 'smart' apparatuur, mede doordat de technologie steeds goedkoper wordt^{11,12}.
- Er is een toenemend tekort in zorgpersoneel dat de druk verhoogt op zowel het personeel als de kwaliteit, betaalbaarheid en toegankelijk van de zorg^{10,12,13}. Een vergrijzende populatie en een toename in het aantal chronisch zieken zal de zorgvraag en druk alleen maar verder doen verhogen¹⁴⁻¹⁶.
- Technologische ontwikkelingen als *big data* en *cloud computing* stuwen de markt voor het IoT^{11,12,16}. Verder worden de sensoren steeds kleiner en de grootte verschuift van millimeters naar nanometers. Binnenkort is er wellicht geen IoT maar een Internet of Nano Things (IoNT). Een netwerk dat onder meer de gezondheidszorg naar een ander niveau zal stuwen¹⁷.

De potentie van het IoT is groot. Echter, voor optimaal gebruik van het IoT zijn ook nog enkele horden te nemen. De grootste uitdaging ligt in het kunnen bieden van veiligheid en privacy voor gebruikers^{2,16,18-20}. Het IoT werkt in een complex netwerk, waarin meer en meer apparaten, processen en mensen met elkaar communiceren. Dit maakt de beveiliging lastig, aangezien de gehele keten dient te voldoen aan dezelfde eisen rondom vertrouwelijkheid, integriteit en beschikbaarheid. Een recent rapport van McAfee liet zien dat ziekenhuizen steeds vaker het slachtoffer worden van cyberaanvallen door de stijgende waarde van medische gegevens²¹. Daarnaast ontbreekt brede standaardisatie en wet- en regelgeving beperkt de groei en inzet van het IoT^{9,18,20}.

nest

De Nest Learning Thermostat is een slimme thermostaat die zich automatisch aanpast aan de leefruimte van de gebruiker. Na slechts één week tijd kent hij de vaste patronen van de gebruiker en programmeert hij zichzelf om de optimale leefomstandigheden te creëren. Naast dat hiermee het welbevinden van de gebruiker wordt bevordert, wordt ook nog eens energie bespaard.



www.nest.com

Een gebrekkige digitale infrastructuur kan daarnaast een belemmering vormen voor de inzet van het IoT in de gezondheidszorg. Aangezien de hoeveelheid beschikbare gezondheidsdata alleen maar exponentieel toeneemt, zullen de uitgaven in de zorg aan IT-infrastructureur naderhand ook moeten stijgen en investeringen hierin gevraagd zijn^{5,9,20}.

Naast technologische obstakels zullen ook sociale factoren een mogelijke uitdaging vormen voor de implementatie. Zo kan het zijn dat consumenten niet gediend zijn van sensoren en dat data hen vertelt welke leefstijl zij moeten aanhouden. Er zijn consumenten die op de korte termijn graag gezond blijven door gebruik te maken van bijvoorbeeld sensoren in huis, maar moeite hebben met het veranderen van leefstijlpatronen op de lange termijn, ondanks dat het IoT hiertoe aandraagt. Het IoT integreren met serious gaming biedt wellicht een uitkomst²².

Het is overduidelijk dat het IoT de gezondheidszorg zoals wij hem nu kennen zal veranderen door de interactie tussen mensen en machines. Het analyseren van medische uitkomsten en realiseren van oplossingen zal volledig geherdefinieerd moeten worden. Het IoT biedt een mogelijkheid om de kwaliteit, betaalbaarheid en toegankelijkheid van de gezondheidszorg te waarborgen en zal helpen om langer, gezonder en langer zelfstandig te leven ondanks gezondheidsbeperkingen.

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 consulting
- 2 Health information systems
- 3 Online social networking



Remote Consulting

The innovation that telemedicine promises is not just doing the same thing remotely, but awakening us to the many things that we thought required face-to-face contact but actually do not

(Dr. David Asch)

★ *Remote consulting*, ook wel bekend als videocommunicatie, beeldcommunicatie, telecommunicatie of ‘beeldbellen’, is het toevoegen van een extra (visuele) dimensie aan de gebruikelijke vormen van communicatie. Het biedt zowel zorgprofessionals als patiënten mogelijkheden voor zorg op afstand. De communicatiemogelijkheden worden vergroot, het contact tussen zorgverlener-patiënt, patiënt-patiënt en intercollegiaal tussen zorgprofessionals kan worden versterkt en remote consulting zal in specifieke gevallen een vervanging zijn voor direct en persoonlijk contact¹.

▣ Remote consulting biedt voordelen dat het kosten en (reis)tijd bespaart en gesprekken meer *to-the-point* zijn^{2,3}. Een consult is niet langer meer plaats- en tijdsgebonden en biedt flexibiliteit^{2,3}. Doordat het afstanden overbrugt, biedt het ook mogelijkheden voor de zorg in afgelegen of moeilijk bereikbare gebieden en ouderen die langer thuis kunnen blijven wonen. Ook vult het kennisgaten op door zorgprofessionals met elkaar in contact te brengen^{3,4}. Remote consulting biedt mogelijkheden in de nulde-, eerste-, tweede- en derdelijnszorg. Denk hierbij aan de informele zorg, paramedische zorg, bezoek aan huisarts of medisch specialist, zorg aan huis, tele-IC en ketenzorg². Er worden verschillende vormen binnen remote consulting onderscheiden⁵, namelijk:

- Video
- Telefoon
- E-mail
- Tekstberichten
- Mobiele applicaties

BeterDichtbij ✕

Met de gratis dienst BeterDichtbij kunnen patiënten van meerdere ziekenhuizen in een veilige en gebruiksvriendelijke app persoonlijke vragen stellen aan hun eigen ziekenhuis of arts en uitslagen en meer uitleg ontvangen op hun telefoon. Er komen in 2017 meer regionale ziekenhuizen bij en het aantal functies wordt uitgebreid waarbij wordt samengewerkt met diverse partijen. Op deze manier kunnen gebruikers op ieder moment van de dag actief de informatie vinden die zij nodig hebben. “



www.beterdichtbij.nl

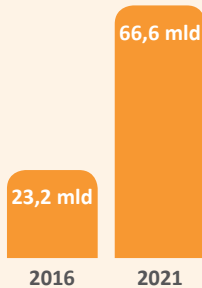
GPDQ

GPDQ stelt gebruikers in staat met een huisarts af te spreken op de gewenste locatie van de gebruiker. Door middel van een app kunnen gebruikers een arts oproepen voor een consult van 25 minuten, thuis, op het werk of een andere specifieke locatie. Gebruikers kunnen hierbij via de app precies volgen waar de arts zich bevindt en hoe laat hij of zij zal arriveren. GPDQ biedt gebruikers de volledige controle over hun eigen zorgvraag en ontlast ze van eventuele reis- en wachttijden.



www.gpdq.co.uk

Mondiale marktwaarde remote consulting industrie 2016-2021



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van remote consulting ruim 66 miljard USD zijn in 2021, waarbij de marktwaarde vanaf 2016 jaarlijks zal stijgen met 18,8%⁸.

MDLIVE[®]

MDLive biedt gebruikers de service van een consult met een arts naar keuze die hen ondersteunt in niet-spoedeisende medische aandoeningen of diverse gedragsproblemen. Dit kan of via de telefoon of een beeldverbinding op ieder moment van de dag, op iedere plek. Daarnaast stelt MDLive gebruikers in staat klinische data van patiëntendossiers met de arts te delen en wanneer nodig kan de arts voorschriften uitschrijven of een doorverwijzing geven.

welcome.mdlive.com

Remote consulting wordt steeds meer toegepast in de gezondheidszorg en de markt is groeiende^{6,7}. Verwacht wordt dat de markt zal blijven groeien tot 2021⁸. Minister Schippers stelde eerder al eens dat iedereen die thuis zorg en ondersteuning ontvangt vanaf 2019 de mogelijkheid moet hebben om desgewenst via een beeldscherm 24 uur per dag met een zorgverlener te communiceren⁷. Recent onderzoek liet zien dat ruim de helft van de zorgvragers open staat voor een virtueel doktersbezoek^{4,9}. Ander onderzoek toonde aan dat bijna 60% van de zorgprofessionals positief ten opzichte van remote consulting staan^{9,10}. Zorgprofessionals denken dat remote consulting de 'workflow' verbeteren en het inkomen een boost zullen geven¹⁰. 70% kiest videocommunicatie als vorm met de meeste potentie, gevolgd door telefoon, e-mail en tekstberichten op respectievelijk plek 2, 3 en 4¹⁰. Daarbij toonden onderzoekers aan dat het remote consult leidt tot gelijke dan wel betere patiëntuitkomsten ten opzichte van een fysiek *face-to-face* gesprek^{11,12}.

Drijvende factoren voor de groei van de remote consult markt zijn^{2,5,8}:

- Steeds meer mensen beschikken over een smartphone of ander high-end apparatuur (tablet, pc, etc.). Er is een verbeterde connectiviteit door Bluetooth, Wi-Fi en de intrede van 3G en 4G netwerken die stabiele services kunnen bieden. Vorderingen in de technologie stuwden de markt alleen maar verder.
- Onder de samenleving is een groeiende vraag naar comfort en innovatie en treedt een verschuiving op naar *personalized medicine*. Door stijgende zorgkosten is het van belang om kosteneffectieve zorg te leveren die evenveel nog steeds van hoge kwaliteit is.

- De ontwikkeling van wet- en regelgeving over het gebruik van remote consulting en de mogelijkheid voor zorgprofessionals om vergoeding ervoor te ontvangen, doen het gebruik stijgen.

Remote consulting wordt meer en meer geïmplementeerd in de Westerse gezondheidszorg, al is de inzet van remote consulting niet vanzelfsprekend. Niet alleen komt er allerlei wet- en regelgeving bij kijken, ook vraagt het implementeren van deze communicatievorm in een zorgorganisatie de nodige aandacht. Remote consulting in de zorg kan alleen slagen als deze communicatievorm aansluit bij de behoefte van gebruikers (zowel zorgvragers als zorgprofessionals) en deze ook gemotiveerd zijn om ermee te starten^{2,13}. Zorgvragers eisen van remote consulting dat de privacy wordt gewaarborgd, er een balans is tussen indirect en face-to-face contact en de digitale zorg de behandeling niet vervangt². Daarnaast blijven investeringen in de IT-infrastructuur vereist in dit marktsegment om aan de groeiende vraag en comforteisen te voldoen, al wordt de technologie steeds meer versimpeld. Tot slot zijn er meningsverschillen over het idee dat remote consulting wellicht depersonalized care creëert in plaats van personalized care¹⁴.

Kortom, de markt voor remote consulting is divers en volop in ontwikkeling. Er komen nieuwe producten en aanbieders op de markt en bestaande producten worden verbeterd. Een vaste rol voor remote consulting in de toekomst van de Westerse gezondheidszorg ligt in het verschiet.



Health information systems

Information is the lifeblood of medicine and health information technology is destined to be the circulatory system for that information

(David Blumenthal)

★ *Onder health information systems* vallen verschillende informatiesystemen.

- 1 Het elektronische patiëntendossier (EPD) is een systeem van veelal medisch administratieve aard waarin zorgprofessionals medische patiëntengegevens registreren¹.
- 2 Het persoonlijk gezondheidsdossier (PGD) is een vorm van het EPD waarbij de patiënt zelf ook gegevens kan beheren en/of toevoegen. De patiënt kan de primaire gebruiker of zelfs de enige gebruiker zijn, waarbij het mogelijk is dat hij of zij specifieke toegang verleent aan de zorgprofessional wanneer nodig¹⁻³.
- 3 *Cloud-powered* medische dossiers of patiënten portalen zijn een systemische collectie van elektronische gezondheidsinformatie van een individuele patiënt. Het is een digitaal dossier dat kan worden gedeeld onder patiënten, zorgprofessionals, familie, etc^{3,4}.

▣ *Health information systems* zorgen voor een verminderde kans op fouten in management en distributie van patiëntgegevens. Daarnaast kunnen (onvolledige) gegevens makkelijker worden aangevuld. Tot slot zorgt een snelle beschikking van patiëntgegevens voor meer kennis bij de zorgprofessionals over hoe het met iemand gaat en ondersteunt het een betere afstemming van medicatie^{5,6}. In 2015 stelde Minister Schippers in de jaarlijkse eHealth-Monitor dat vanaf 2019 ten minste 80% van de chronisch zieken en 40% van de overige Nederlanders directe toegang heeft tot bepaalde medische gegevens, waaronder medische informatie, vitale functies en testuitslagen⁷. Dat er al enige tijd vraag is naar de mogelijkheid tot het inzien van eigen medische gegevens blijkt uit een meldactie van Patiëntenfederatie Nederland, waarin 83% van de deelnemers aangaf interesse hierin te hebben⁸.

dr chrono

DrChrono is een health information system die zorgprofessionals toegang geeft tot elektronische gezondheidsdata van patiënten via zowel een web-platform als verschillende high-end apparatuur dankzij mobiele applicaties. DrChrono integreert verschillende planning- en agendatools, een administratieve module voor facturatie en elektronische voorschriften en de mogelijkheid om klinische testen aan te vragen. Ook voor patiënten is het mogelijk om hun eigen gezondheidsdata in te zien en te beheren dankzij de app OnPatient. DrChrono voldoet daarbij aan strenge privacy en beveiligingseisen en beoogt de efficiëntie en kwaliteit van zorg te verhogen.

www.drchrono.com

Quli

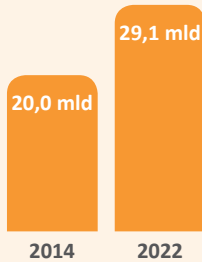
Zorg voor jezelf

Quli is een health information system waarin de patiënt op een veilige manier de regie heeft over zijn medische gegevens en deze als ervaringen kan delen met familie, vrienden en zorgprofessionals. Hij bepaalt wie er inzage heeft in welke gegevens. Patiënten kunnen hun behoeften delen met zorgverleners, waarna zorgverleners alleen in actie komen wanneer het nodig is. Het ondersteunt de zelfredzaamheid van de patiënt en leidt tot minder tijdverspilling en meer tijd voor persoonlijke aandacht en kwaliteit van de zorgverlener.

mijn.quli.nl



Mondiale marktwaarde health information systems industrie 2014-2022



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde voor health information systems bijna 30 miljard USD zijn in 2022, waarbij de marktwaarde vanaf 2014 jaarlijks zal stijgen met 5,0%⁹.



Hereismydata™ biedt gebruikers een health information system waarmee gebruikers inzicht krijgen over hun complete gezondheid door verschillende zorgsystemen te koppelen en data van *holistic tracking* apparatuur. De gebruiker bepaalt zelf wie de data kan inzien. Zo kan de data worden gedeeld met vrienden, familie en zorgprofessionals. De gebruiker heeft de regie over zijn eigen gezondheid en de data kan gebruikt worden om onder meer op gelijk niveau met de zorgprofessional te praten over zijn of haar zorg.

www.hereismydata.com

De mondiale EPD markt is groeiende en de marktwaarde blijft groeien tot 2022⁹. Geschat wordt dat op dit moment bijna 10% van de Nederlandse volwassenen PGD's gebruiken of hebben gebruikt⁵, een aantal dat nauwelijks is toegenomen sinds 2013⁸. Een rapport van Nictiz bevestigt deze 10%¹⁰. Echter, een prospectieve studie beschreef dat in 2015 ruim 20% van de Amerikaanse volwassenen PGD's gebruikten, met naar verwachting meer dan 50% in 2025¹¹. Opvallend, in Estland is de gehele populatie al gekoppeld aan een EPD¹².

Drijvende factoren achter de groei van de health information systems markt zijn^{9,13,14}:

- Steeds meer mensen beschikken over een smartphone of ander high-end apparatuur (tablet, pc, etc.). Daarnaast zullen gezondheidsdossiers ook steeds 'mobiel vriendelijker' worden.
- De patiënt houdt steeds liever de zorg in eigen hand. Daarnaast is er een toegenomen bewustwording om patiënten toegang te geven tot kritieke medische informatie, en ze te laten participeren in hun eigen gezondheid waardoor patiënten meer bezig met hun eigen gezondheid zijn. Met de stijgende kosten van de gezondheidszorg wordt de zoektocht ingezet naar kosteneffectieve oplossingen.
- Er zijn nieuwe technologieën die de kwaliteit (up-to-date & accuraat) van *health information systems* als de implementatie ervan zullen verbeteren. De mogelijkheid om medische fouten te verminderen die deze technologie biedt, zal de markt verder stuwten.
- Politieke factoren, zoals de Health Information Technology for Economic and Clinical Health Act (HITECH) in de VS¹¹, leiden tot grootschaliger gebruik van *health information systems*.

De opmars van health information systems is aanstaande in de Westerse gezondheidszorg. Toch schuilen er ook gevaren en uitdagingen aan deze technologische ontwikkeling. Allereerst is er het gevaar van privacy schending of cybercrime^{6,15-17}. Geavanceerde software, strikte regulering en wetgeving zullen dit gevaar weg moeten nemen. Ten tweede komt door PGD's en patiënt portalen de verantwoordelijkheid van de inhoud voornamelijk bij de patiënt te liggen. Het is maar de vraag of alle patiënten in gelijke mate in staat en gemotiveerd zijn deze nieuwe verantwoordelijkheden op zich te nemen^{6,15}. Uiteindelijk is niemand verplicht om een dossier aan te maken of bij te houden¹⁸.

Verder is het van belang dat health information systems worden afgestemd op de informatiebehoefte en functionaliteit van patiënten en zorgprofessionals. Zo wordt de implementatie van deze systemen makkelijker en kan weerstand worden vermeden^{4,19}. Tot slot schuilt er het gevaar van het ontbreken van standaardisatie van systemen en de veelheid aan losstaande lokale systemen. Dit blemmert mogelijk de uitwisseling van informatie en kan resulteren in additionele follow-up, tijdsverspilling en kosten^{4,6,17}.

Health information systems bieden verscheidene mogelijkheden voor de gezondheidszorg. Al meerdere jaren werken mensen in de gezondheidszorg aan een centraal systeem waar informatie eenvoudig, maar veilig uitgewisseld kan worden. Het is geen kwestie of health information systems een plek gaan krijgen. De vraag is wanneer en hoe dit vorm gegeven wordt.



Online social networking

“ Think of social media as a live,
24/7/365 focus group ”

(Katie D'Arcy)

★ *Online social networking*, kortweg social media genoemd, is een platform dat zich constant ontwikkelt¹. De term refereert naar een internet-georiënteerde tool die zowel individuen als *communities* de mogelijkheid biedt voor het creëren en delen van inhoud, sociale interacties en real-time samenwerkingen. Het omvat vormen als sociale netwerk sites, collaboratieve diensten, blogs, wiki's en virtuele *communities*. Facebook, Twitter, LinkedIn, YouTube, Wikipedia, maar ook Whatsapp zijn enkele bekende voorbeelden²⁻⁶.

▣ Social media heeft grote mondiale netwerken gecreëerd met de kracht om snel informatie te verspreiden, grote aantallen mensen te mobiliseren of zelfs politieke veranderingen teweeg te brengen. Online social networking biedt een handvat voor zowel zorggebruikers als zorgprofessionals om informatie te delen en op te zoeken. Gebruikers hebben de mogelijkheid om gezondheidsbeleid en praktische zaken te bediscussiëren, gezondheidsgedrag te promoten, gegevens uit te wisselen, elkaar te voorzien van accurate informatie, snel informatie te verspreiden, netwerken te vormen en de interactie aan te gaan met anderen³. Gebruikers zijn onder meer patiënten, zorgprofessionals, collega's en studenten². Het is een snelle gemeenschap waarin de gebruiker zelf inhoud genereert en de mogelijkheid heeft tot een open tweezijdige dialoog⁷.



> 1,5 miljard gebruikers;
jaarlijkse groei van 15% in gebruikers-
aantallen⁸⁻¹⁰



> 300 miljoen tweets per dag¹¹



> 4 miljard views per dag¹²



> 40 miljoen artikelen;
> 20.000 artikelen per maand^{13,14}



Het Cystic Fibrosis (CF) café is een initiatief van de Nederlandse Cystic Fibrosis stichting en maakt lotgenotencontact mogelijk. Het is een online *community* waar (ouders van) patiënten met CF elkaar kunnen vinden, ervaringen kunnen delen en informatie kunnen uitwisselen. Leden kunnen een eigen profiel aanmaken, een weblog starten of aanhaken op geschreven weblogs van anderen en discussies starten op een forum. Binnenkort zal dit 'café' worden overgeheveld naar de site www.ncfs.nl.

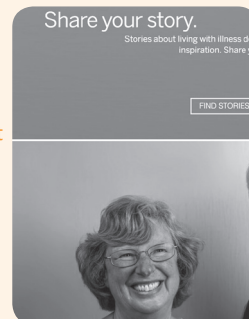
www.cfcafe.nl



Smart Patients

Smart Patients is een online *community* voor patiënten en zorgprofessionals waarin ze van elkaar kunnen leren om zo de zorg te verbeteren. De site omvat een verscheidenheid aan communities voor verschillende aandoeningen waarin leden ervaringen en kennis kunnen delen en de laatste klinische trials en medische doorbraken kunnen opzoeken en bediscussiëren. Door berichten te 'taggen' met steekwoorden kunnen leden van andere communities specifieke conversaties eenvoudig achterhalen dankzij de steekwoorden die zij volgen.

www.smartpatients.com



➤ Dat online social networking floreert, blijkt wel uit de statistieken. Ruim 80% van de Amerikaanse volwassenen maakt gebruik van het internet¹⁵. In 2015 had 65% van de Amerikaanse volwassenen gebruik gemaakt van social media in het afgelopen jaar ten opzichte van 7% in 2005. Daarbij zijn ouderen ook steeds meer online te vinden¹⁶. Ongeveer 75% van de Amerikaanse internetgebruikers zoekt online gezondheidsinformatie^{4,15}. 42% van de gebruikers gebruikt social media voor gezondheid gerelateerde kwesties. Facebook en YouTube zijn de populairste social media platforms hiervoor¹⁷. Toch start 77% van de 'online health seekers' zijn zoektocht bij een zoekmachine als Google, Bing of Yahoo. Slechts 1% begon zijn zoektocht bij een sociale netwerksite als Facebook¹⁵. Ook in Nederland gebruiken zorggebruikers regelmatig het internet voor het zoeken van informatie over ziekte of behandeling (66%) of voeding en bewegen (49%)¹⁸. Daarnaast vinden zorgprofessionals op professioneel gebied steeds meer de weg naar social media, al zijn niet alle zorgprofessionals voorstander hiervan^{15,19}. Ongeveer 60-65% van de zorgprofessionals geeft aan een vorm van social media te gebruiken op professioneel gebied, waarbij er een groeiende trend zichtbaar is^{2,20,21}.

✚ Dat social media in de gezondheidszorg floreert, is toe te schrijven aan verschillende factoren:

- Steeds meer mensen beschikken over een smartphone of ander high-end apparaat (tablet, pc, etc.). Een recent rapport toonde zelfs aan dat van de tijd dat Amerikanen 'online' zijn, 50% wordt toegeschreven aan smartphone applicaties²². Er is een verbeterde connectiviteit door Bluetooth, Wi-Fi en de intrede van 3G en 4G netwerken die stabiele services kunnen bieden.
- Onder de samenleving treedt een verschuiving op naar *personalized medicine*. De *empowered* patiënt houdt steeds liever zijn gezondheid in eigen hand.

De florierende markt van online social networking brengt ook risico's en uitdagingen met zich mee. Doordat wij steeds meer applicaties ontwikkelen voor het delen van persoonlijke gezondheidsinformatie en mensen ook vragen om gezondheidsinformatie te delen, is het een uitdaging om de privacy van persoonlijke gegevens en patiënten te waarborgen. Er zal ook gewaakt moeten worden voor het schenden van de patiënt-arts relatie^{2,3,17,21,23}. Het aantasten van het professioneel imago is een gevaar dat op de loer ligt. Het posten van onprofessionele inhoud kan een negatief effect op je imago teweegbrengen en een jarenlange nasleep hebben^{21,23}. Daarnaast wordt door social media informatie sneller



Sermo is een online community voor zorgprofessionals van over de hele wereld. Sermo biedt zorgprofessionals een manier om anoniem met elkaar te discussiëren over onder meer het zorgsysteem als de praktische aspecten van het vak. Ze 'crowdsourcen' de laatste medische kennis en ondersteunen elkaar als collega's, wanneer nodig, in het maken van diagnoses. Sermo biedt de zorgprofessionals een veilige en open plek om met andere collega's in contact te komen.



www.sermo.com

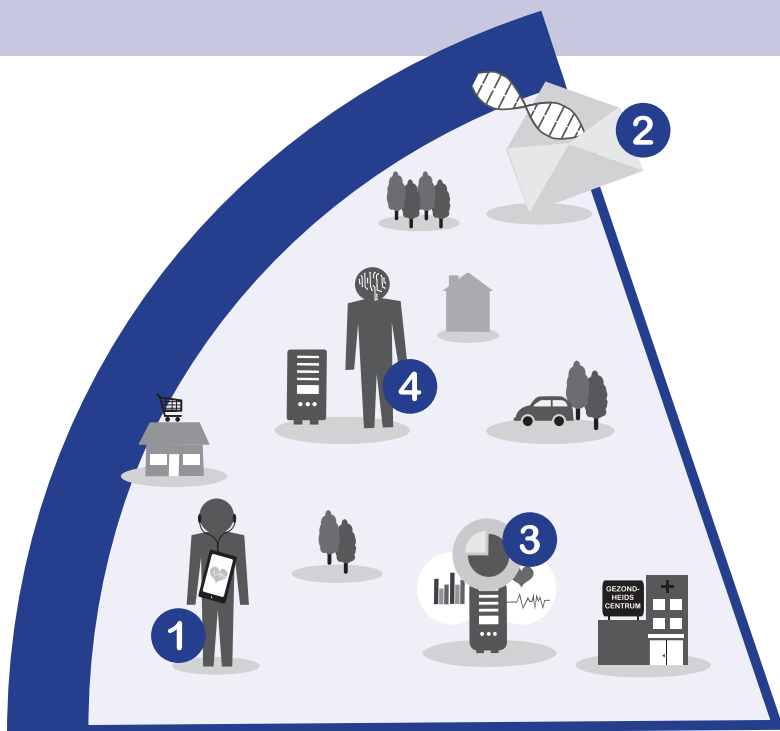
verspreid dan ooit tevoren. Verificatie van informatie voor het posten is daarom van belang om je publiek accuraat te informeren en misinformatie te vermijden^{2,23}. De kwaliteit en betrouwbaarheid van informatie op social media platforms is namelijk soms in twijfel te trekken^{2,21,24}. Als laatste schuilt het gevaar dat de verwachtingen van zorgvragers stijgen door toenemende transparantie. 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 gezondheidsorganisaties¹⁷.

Het gebruik van online social networking neemt alleen maar toe de komende jaren en zal ook een stijging kennen in de gezondheidszorg. De patiënten van de toekomst zullen nog meer verwachten dat zij hun informatie en communicatie via deze weg kunnen doen. De gezondheidszorg zal hier op de juiste manier op in moeten spelen.

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 vier technologische bewegingen herkend:

- 1** DIY Diagnostics
- 2** Consumer-omics
- 3** Big Data
- 4** Artificial Intelligence



DIAGNOSE

DIY Diagnostics

“ Listen to your patient,
he is telling you the diagnosis ”

(Dr. David Asch)

- ★ *Do-it-yourself (DIY) diagnostics* biedt consumenten via technologische innovaties de mogelijkheid hun eigen symptomen of condities te analyseren en zo een diagnose vast te stellen. Ze kunnen worden gebruikt om de beste behandeling vast te stellen of het feit dat verder onderzoek vereist is. Sommigen kunnen worden gebruikt om de diagnose vast te stellen zonder de zorgprofessional te bezoeken, andere juist om na te gaan of een bezoek nodig is¹.
- ▣ DIY diagnostics kunnen voor verschillende doeleinden worden gebruikt. Zo kan iemand zijn eigen bloeddruk meten, het hemoglobine gehalte in het bloed bepalen en diabetes, nierfalen of HIV vaststellen¹. Vaak is slechts een druppel bloed, een uitstrijkje met slijm, een urine- of ontlastingsmonster of een smartphone nodig². DIY diagnostics kunnen effectief en kostenbesparend zijn en actieve participatie in je eigen gezondheid wordt geassocieerd met verbeterde cognitieve, gedrags-, fysische en affectieve uitkomsten¹.
- ↗ De opkomst van DIY diagnostics is langzamerhand door aan het zetten. Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van DIY diagnostics blijven stijgen tot 2021³. De opmerking die hierbij gemaakt moet worden, is dat deze schatting naast de patiënten/consumenten ook het gebruik onder zorgprofessionals en laboratoria omvat. Uit recent onderzoek van PwC bleek dat 83% van de mensen open staat voor het delen van data om zo zelf de diagnose te stellen. 73% stond positief tegenover het delen van data om ook bij anderen diagnoses te kunnen stellen⁴. Van de ondervraagde personen gaf 50% aan een DIY diagnose test te willen gebruiken⁵.



De HemaApp is een smartphone applicatie die gebruikers in staat stelt zelf hun hemoglobine-niveau te meten in het bloed. Het enige wat gebruikers hiervoor moeten doen is hun vinger voor de camera lens van de smartphone houden, waarna de applicatie de hemoglobineconcentratie bepaalt op basis van de kleur van het bloed. Zo worden gebruikers eenvoudig in staat gesteld bloedarmoede vast te stellen.

<http://ubicomplab.cs.washington.edu/>



CliniCloud biedt een compacte set met een contactloze thermometer en een digitale stethoscoop die gekoppeld kan worden aan de smartphone. Gebruikers kunnen beide apparaten eenvoudig zelf thuis gebruiken voor DIY diagnostiek. Beide geven de gegevens door aan de smartphone die ze integreert in één applicatie en helpt gebruikers hun eigen gezondheidswaarden in kaart te brengen, evenals hieraan diagnoses te verbinden. De gegevens zijn onder meer te delen met familie en zorgverleners.



www.clinicloud.com

Mondiale marktwaarde DIY diagnostics industrie 2016-2021



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van DIY diagnostics bijna 37 miljard USD zijn in 2021, waarbij de marktwaarde vanaf 2016 jaarlijks zal stijgen met 9,8%⁴.

+ Verschillende factoren drijven de opkomst van de DIY diagnostics, namelijk:

- DIY diagnostische apparaten worden kleiner, makkelijker te dragen en toegankelijker voor het grote publiek⁶. Daarnaast beschikken steeds meer mensen over een smartphone of ander high-end apparaat (tablet, pc, etc.), ontwikkelt de techniek zich in sneltreinvaart en wordt deze ook goedkoper.
- (Zorg)consumenten vragen om steeds meer gezondheidsinformatie en ook een grotere controle over hun gezondheidservaring. Ze zetten steeds meer zelf de zoektocht in naar informatie over hun gezondheid¹. Daarbij willen patiënten op verzoek toegang tot zorg en de reis- of wachttijd is het vaak niet meer waard voor de best mogelijke zorg⁴. Velen willen ook niet meer een grotere afstand overbruggen voor de beste zorg^{4,5}.

DIY diagnostics zijn sterk in opkomst, al kleven er ook risico's en uitdagingen aan het gebruik. Allereerst kunnen testen onbetrouwbare of inadequate informatie opleveren. Ten tweede kunnen individuen de test verkeerd uitvoeren, resultaten fout interpreteren of wellicht niet laten bevestigen door een zorgprofessional^{1,7,8}. Dit kan leiden tot onnodige onzekerheid en ervoor zorgen dat gebruikers een verkeerde diagnose stellen, wat zowel een overschatting als een onderschatting kan zijn⁸. Een patiënt gaat daardoor niet naar de dokter waardoor er geen behandeling plaatsvindt of juist pas te laat. Dit kan leiden tot ernstige gezondheidsproblemen⁸. Ook zorgprofessionals kijken nog wantrouwend aan tegen de

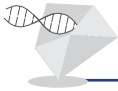
Scanadu vitals

De Scanadu Vitals is een medische tricorder die non-invasief vitale parameters meet en zo gebruikers de mogelijkheid biedt om hun gezondheid zelf te monitoren. Door het apparaat 10 seconden tegen je voorhoofd te houden, worden je bloeddruk, hartslag, temperatuur en zuurstof saturatie bepaald, die af te lezen zijn op je smartphone.

www.scanadu.com

nieuwe techniek. Slechts 43% van de ondervraagde zorgprofessionals gaf aan resultaten van een DIY diagnose test genoeg te vertrouwen om medicatie uit te schrijven⁶. Daarnaast zijn zorgprofessionals bang dat hun relatie met de patiënt wordt aangetast door de bulk aan informatie die de zorgvrager nu bezit¹. Als mensen hun eigen diagnose stellen, is het een kleine stap om ook zelf een behandeling of medicijn online te vinden om het probleem te verhelpen. In zo'n situatie kunnen verkeerd gezette stappen schadelijke gevolgen hebben⁸. Inmiddels worden al de eerste richtlijnen opgesteld voor het gebruik van DIY diagnostics om de veiligheid te waarborgen⁹. Een belangrijke uitdaging die rest is om de tools die worden aangereikt ook *evidence-based* te kunnen onderbouwen¹.

De mogelijkheden voor DIY diagnostics komen aan alle kanten op ons af, van zowel gezondheidszorgaanbieders als andere partijen. De patiënt wil steeds meer de controle in zijn eigen zorg behouden en krijgt hier mede dankzij DIY diagnostics ook de mogelijkheden toe. Hoe zorgorganisaties en professionals met deze diagnoses omgaan, staat nog niet vast. Dat ze er een plek aan moeten geven, is een ding dat zeker is.



Consumer-omics

**Like the early days of the internet,
the dawn of personal genomics
promises benefits and pitfalls that
no one can foresee**

(Steven Pinker)

★ *Consumer-omics* omschrijft een beweging waarin consumenten steeds makkelijker toegang krijgen tot informatie over hun eigen genoom, microbioom of metabool, zonder tussenkomst van zorgprofessionals¹. Het begrip *omics* verwijst hierin naar wetenschapsvelden die zich bezighouden met thema's als het DNA (*genomics*), darmflora (*microbiomics*), stofwisseling (*metabolomics*), eiwitten (*proteomics*) of RNA (*transcriptomics*)². Sinds halverwege de vorige eeuw wordt er veel onderzoek gedaan naar het menselijk genoom en andere verwante onderzoeksvelden. Voorbeelden hiervan zijn het 'Human Genome Project'³, het 100.000 Genomes Project⁴, het 'Human Microbiome Project'⁵ en het 'Human Metabolome Project'⁶. Door de technologische vooruitgang wordt deze kennis en het onderzoek steeds toegankelijker, ook voor 'de gewone burger'. Zo was het 23andMe die als een van de eersten doorbrak met het aanbieden van persoonlijke DNA-profielen in de VS en Europa. Na een ban van de FDA in 2013 voor de verkoop van genetische test-kits, ontvingen ze in 2015 toch goedkeuring⁷.

De technologieën ondersteunen varianten van *personalized medicine*, farmacogenetica en farmacogenomics. Het helpt patiënt en zorgprofessional bij het optimaal doseren van geneesmiddelen⁸ en consumenten kunnen proactief aan de slag met hun eigen zorg en gezondheid. Met kennis over bijvoorbeeld genetische aandoeningen kunnen mensen bewuste keuzes maken. Het biedt hen een kans meer te leren over hun voorouders en het kan worden ingezet in preconceptionele screening^{8,9}. Tot slot biedt het kansen om het verloop en interacties van ziekten te ontrafelen en snellere en betere diagnostiek en behandelingen te ontwikkelen.

↗ Consumer-omics zijn binnen de Westerse gezondheidszorg aan een stormachtige opmars bezig. Consumer genomics zal naar verwachting het grootste aandeel hierin hebben de komende jaren¹⁰ met een mondiale marktwaarde van \$20,0 miljard in 2020 ten opzichte van \$12,4 miljard in 2015. Dit is een jaarlijkse groei van 9,9% over de periode 2015-2020¹¹.



23andMe biedt een DNA collectie kit aan voor gebruikers die met een speekselmonster bepaalt of de gebruiker een erfelijke afwijking of kans op een bepaalde ziekte heeft. Een gezondheidsrapport wordt opgesteld met daarin rapportages over verschillende erfelijke medische aandoeningen, het effect van de genen op bepaalde medicatie en het genetisch risicoprofiel en genetische eigenschappen van de gebruiker. 23andMe is door nationale wetgeving slechts in een beperkt aantal landen beschikbaar.

www.23andme.com



uBiome

uBiome biedt een microbiome explorer kit aan voor gebruikers met een korte vragenlijst over de gezondheid en leefstijl. Vervolgens wordt uit een ontlastingmonster het microbioom van de gebruiker in kaart gebracht. Men ontvangt een rapport waarin het microbioom van de gebruiker wordt uitgelicht en vergeleken met het microbioom van een gezonde populatie, vegetariërs, zware drinkers en personen met overgewicht. Zelf kunnen gebruikers in de online omgeving meer onderzoek en experimenten doen.

www.ubiome.com



Mondiale marktwaarde consumer genomis industrie 2015-2020



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van consumer genomics bijna 20 miljard USD zijn in 2020, waarbij de marktwaarde vanaf 2015 jaarlijks zal stijgen met 9,9%¹¹.

+ Verschillende factoren drijven de groei van de consumer-omics markt:

- De ontwikkeling van nieuwe *high throughput* technieken, waaronder *next generation sequencing* en *whole genome sequencing*, maken het mogelijk om steeds sneller en goedkoper het genoom te sequencen. Men verwacht dat het uiteindelijk goedkoper zal zijn om alle genen te sequencen in plaats van een paar^{8,12,13}. Eerst kostte het nog \$3 miljard om je hele genoom in kaart te brengen, inmiddels nog geen \$1.000^{13,14}.
- De toegenomen kennis in genetica en de invloed van het genoom op chronische ziekten leidt tot nieuwe toepassingen¹⁵. Daarnaast maakt de vooruitgang in ICT technologie (big data) het mogelijk om de hoeveelheid data te kunnen verwerken⁸.
- Strategische allianties tussen grote spelers in de biofarmaci, genetica, laboratoria en academische medische centra stuwden de consumer-omics markt naar grote hoogten. Zo ging 23andMe een samenwerkingsverband aan met Pfizer, Google's Calico Life Sciences met AncestryDNA en Helix werkt al geruime tijd samen met onder meer de Mayo Clinic¹⁶.
- Er is een groeiende acceptatie onder consumenten voor test-kits. Zo stimuleert het project "Socialising the Genome" van Genomics England de conversatie over genomics onder het grote publiek en wordt het onderwerp minder complex¹⁶⁻¹⁸.
- Overheden stimuleren onderzoek, waarbij het Precision Medicine Initiative van Obama een belangrijk voorbeeld is, dat de markt nog verder stimuleert^{15-17,19}.



Veritas Genetics biedt gebruikers de mogelijkheid hun hele genoom in kaart te brengen op basis van een speekselmonster. De resultaten worden uitgezet in een gedetailleerd rapport met inzichten in de gezondheid, leefstijl, het drager zijn van genen voor specifieke erfelijke aandoeningen en afkomst. Het geeft daarnaast tips om de leefstijl te verbeteren en eventuele onderwerpen om te bespreken met de huisarts.



www.veritasgenetics.com

- #### ## De markt voor consumer-omics trekt aan, maar wordt ook door enkele factoren belemmerd. De grootste dreiging zit in de misinterpretatie van data. Dit komt vooral doordat er geen tussenkomst is van een zorgprofessional en niet alle consumenten de resultaten goed begrijpen. Zij kunnen belangrijke beslissingen over hun gezondheid maken op basis van informatie die wellicht onjuist, incompleet of niet goed begrepen is^{9,16,20}. De accuraatheid, reproduceerbaarheid, interpretaties en rapportage van bevindingen van de technologie voldoen niet altijd aan de standaard^{8,20}. Verder bestaat het risico dat consumenten bewust misleid worden vanwege financiële prikkels²⁰. Daarbij bestaat de mogelijkheid dat bedrijven persoonlijke data delen met derden. Er is weinig transparantie of er heerst onduidelijkheid over de beveiliging, privacy en commercialisatie van consumentgegevens²¹. Het is belangrijk dat zorgprofessionals worden meegenomen in de stroomversnelling van de consumer-omics. Zij moeten bewust worden van de mogelijkheden en gevaren om vragen van patiënten te kunnen beantwoorden²².

De rol van consumer-omics in de Westerse gezondheidszorg zal groot zijn in de toekomst en het diagnostisch proces veranderen. Mensen worden meer bewust van hun gezondheid, gezondheidsrisico's en hoe ze hier mee om moeten gaan²³. Uiteindelijk zal het de rol van de gezondheidszorg verschuiven van een grotendeels reactief model naar een proactief model, waarbij de consument de informatie gebruikt om bewuste keuzes te maken in leefstijl en andere interventies om het risico op ziekte of aandoeningen te verkleinen²⁴.



Big Data

“Without big data, you are blind and deaf in the middle of a freeway”

(Geoffrey Moore)

★ *Big data* kent vele definities¹. Het is geen technologie op zichzelf, maar een verzamelnaam voor digitale datasets zo groot en complex dat ze moeilijk (of onmogelijk) te beheren zijn met traditionele software en/of hardware; noch kunnen ze worden beheerd met traditionele of gebruikelijke data management tools en methodes². Big data wordt gekenmerkt door vijf V's³⁻⁵ (zie kader hieronder) en leidt tot nieuwe inzichten door data te genereren, combineren en analyseren. De data is afkomstig uit interne en externe bronnen, verschillende formats en locaties en applicaties worden gebruikt voor andere doeleinden dan waarvoor ze oorspronkelijk verzameld zijn^{2,6}. In de gezondheidszorg onderscheiden wij vijf bronnen van informatie aan de basis van Big data⁷:

- **WEBSITES EN SOCIAL MEDIA**; interactie gegevens uit social media en data uit websites, smartphones apps etcetera.
- **MACHINE-TO-MACHINE-DATA**; data van sensoren, meters en andere apparatuur.
- **TRANSACTIEGEGEVENS**; gezondheidsclaims en andere facturatie gegevens.
- **BIOMETRISCHE GEGEVENS**; vingerafdrukken, genetica, bloedwaarden, scans en andere soortgelijke gegevens.
- **HUMAN-GENERATED-DATA**; data uit (elektronische) medische dossiers, literatuur, notities van artsen, e-mail en andere geschreven documenten.

De vijf V's van Big Data

Volume	Velocity	Veracity	Variety	Value
2,5 mld GB data per dag ^{5,8}	50.000 GB/s internet ⁵	Veel data, weinig kwaliteit ⁵	80% zonder structuur ^{4,5}	Wat is de waarde? ^{4,5}



Universitair
Ziekenhuis
Brussel

Het iKnow Portal is een big data toepassing binnen het klinisch werkstation van het UZ Brussel. Het portal maakt het mogelijk ongestructureerde data van het ziekenhuis te analyseren. Het resultaat helpt bij besluitvorming, creëert automatisch patiëntgroepen waarvoor de zorg verbeterd kan worden, helpt bij het uitvoeren van klinische studies en ondersteunt wetenschappelijk onderzoek. Het iKnow Portal draagt zo bij tot een verbetering van de zorgkwaliteit.

www.uzbrussel.be



Dr. Watson is de supercomputer van IBM die big data technieken gebruikt om inzichten te brengen in enorme hoeveelheden ongestructureerde data. Dr. Watson heeft als doel zorgprofessionals beter geïnformeerd te laten beslissen over de behandeling van hun patiënten. Zo wordt dr. Watson momenteel ingezet bij het MD Anderson Cancer Center ter ondersteuning van de diagnostiek en de keuze voor de meest optimale behandelpladen voor individuele kankerpatiënten.

www.ibm.com

IBM INSPIRE
BEYOND TODAY'S TECHNOLOGY

Big data biedt veel mogelijkheden. Analyses van datasets kunnen associaties, patronen en trends identificeren en ziekten in vroegere stadia ontdekken. Met deze kennis kunnen zorgprofessionals en andere stakeholders in het zorgsysteem de efficiëntie en effectiviteit van diagnoses verbeteren. Preventieve strategieën en/of medische interventies, diensten en beleid sluiten daarmee beter aan op de individuele patiënt^{2,3,9}. Uiteindelijk resulteert dit in kwalitatief hogere zorg, lagere kosten en verbeterde patiënt-uitkomsten. Onderzoekers stellen dat big data de Amerikaanse gezondheidszorgkosten met zo'n 12-17% kan verlagen¹⁰. Big data biedt potentiële voordelen voor translationeel onderzoek op het gebied van zorg en welzijn. Gebrek aan kennis over progressie en ziekteverloop van gebruikelijke én zeldzame ziekten kan worden opgevuld¹¹. Zo kunnen effecten op populatieniveau worden ontdekt, zoals off-target effecten en bijwerkingen van medicijnen of het voorkomen van comorbiditeit¹².

Wikibon voorspelt dat de mondiale big data markt de komende jaren zal groeien met een jaarlijkse groei van 14,4% tot een omzet van \$92,9 miljard in 2026 ten opzichte van \$18,3 miljard in 2014, waarin 2015 wordt gezien als het jaar van de doorbraak voor big data¹³. De gezondheidszorg zal hierin de grote aanjager zijn. Anderen voorspellen zelfs een nog grotere mondiale groei: 26,5% 2015-2020¹⁴, 40,5% 2012-2018¹⁵ of 42% 2015-2019¹⁶.

De opkomst kan aan verscheidene factoren worden toegeschreven^{2,3}:

- De gezondheidszorg digitaliseert. Gegevens van cliënten en patiënten worden steeds vaker (gestructureerd) vastgelegd in elektronische dossiers, waardoor de informatie ook veel toegankelijker wordt. Ook komen er steeds nieuwe bronnen van gegevens bij door het *internet-of-things*, *holistic tracking* en *high-throughput* technieken, waaronder *next generation sequencing*. In het laatste geval kunnen tegen redelijke kosten en binnen redelijke tijd grote hoeveelheden analyses worden verricht, waarbij enorme hoeveelheden data worden gegenereerd.
- De toegenomen snelheid van gegevensverzameling, mede door de ontwikkeling van zeer snelle en goedkope internet-verbindingen (glasvezelverbindingen), stuwen de markt. Daarnaast is de opslagcapaciteit voor gegevens sterk toegenomen tegen een steeds lagere prijs. De ontwikkeling van snel internet met *streaming video*, *social media* en mobiele communicatie hebben dit alles in een verdere stroomversnelling gebracht.
- Daarnaast kan men gegevens steeds sneller verwerken door snellere en goedkopere processoren.

Project Artemis

Project Artemis is een flexibel platform dat zich richt op het ondersteunen van zorgprofessionals om betere en snellere beslissingen te maken bij hun patiëntenzorg. Door middel van real-time ondersteuning in de besluitvorming, richt project Artemis zich tot het vroegtijdig identificeren van infecties onder premature baby's om tijdig interventies te kunnen uitvoeren.

hir.uoit.ca

Big data bloeit op in de gezondheidszorg, maar brengt ook enkele uitdagingen met zich mee. De grootste uitdaging ligt bij de mogelijke aantasting van de privacy van het individu. De meeste medische gegevens zijn geanonimiseerd. Echter, big data combineert gegevens uit verschillende bronnen waardoor de kans groot is dat gegevens gedeanonimiseerd kunnen worden¹⁹. "Is privacy a thing of the past²⁰?" De vraag die hierbij hoort is of mensen zich in de dagelijkse praktijk wel zorgen maken om hun privacy, gezien het gemak waarmee ze persoonlijke gegevens openbaar maken via social media. Privacy lijkt minder vaak iets te zijn waar men recht op heeft en vaker iets waarvoor men moet betalen^{19,21}. Een andere uitdaging ligt in de centralisatie van kennis. "Informatie is macht" en het gevaar schuilt dat er door big data private monopolies op data en kennis ontstaan. Zo wordt de samenleving steeds afhankelijker van private partijen¹⁹. Ook de techniek is niet foutloos. Analyses leveren nog te vaak onterechte correlaties op of de datasets zijn niet gestructureerd waardoor er een 'rubbish in, rubbish out'-effect optreedt²². Tot slot zal er ook een bepaalde mate van acceptatie nodig zijn. Gaat een arts wel akkoord met een diagnose gesteld door een computer? De arts is immers eindverantwoordelijk en gewend om diagnoses autonoom te stellen, gebaseerd op eigen klinische inzicht^{18,19}. Op dit moment is er nog een gebrek aan 'vakmensen' die big data kunnen implementeren in de gezondheidszorg^{10,15}.

Desalniettemin zal big data op korte termijn een grote impact teweegbrengen in de gezondheidszorg en het diagnostisch zorgproces, zoals wij dat nu kennen, veranderen.



DIAGNOSE

Artificial Intelligence

“By far the greatest danger of Artificial Intelligence is that people conclude too early that they understand it”

(Eliezer Yudkowsky)

★ *Artificial intelligence* (AI) is een technologie die zich erop richt om machines ‘intelligent’ te maken. Intelligentie wordt hierbij omschreven als de kwaliteit die een entiteit in staat stelt om op de juiste wijze en met een vooruitziende blik in zijn omgeving te functioneren¹. 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.

▣ Daar waar sommige nog sceptisch tegenover AI staan²⁻⁴, bevindt AI zich al onder de samenleving. Denk aan Apple’s Siri⁵, Microsoft’s Cortana⁶ en de supercomputers van IBM en Google die kampioenen in Jeopardy⁷ en GO⁸ versloegen. In augustus 2016 lanceerde Singapore zelfs de eerste zelfbesturende taxi-service⁹. Het *One Hundred Year study* panel publiceerde onlangs een rapport waarin het voordelen van AI in acht domeinen schetste, waaronder transport, educatie en entertainment¹⁰.

Ook de Westerse gezondheidszorg deint mee in de ontwikkeling rondom AI, dat garant staat voor potentiële voordelen voor het verbeteren van kwaliteit van leven en patiëntuitkomsten. AI kan ondersteunen in het stellen van diagnoses en klinische besluitvorming, het monitoren en coachen van patiënten, automatische apparaten die assisteren in behandelingen of operaties en zorg en management van zorgsystemen¹⁰. De technologie verandert zo de cognitieve taken van zorgprofessionals, biedt een mogelijkheid tot verfijnde *personalized medicine* en maakt processen wellicht sneller en kosten-effectiever^{10,11}.

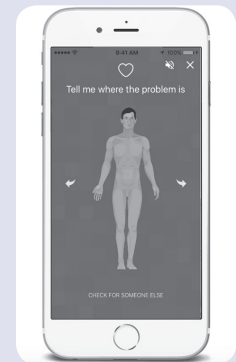


DermaCompare is een uniek platform dat gebruikt maakt van artificial intelligence om huidkanker te diagnosticeren. Personen maken met de mobiele app foto’s van hun huid en sturen deze naar de dermatoloog. Het DermaCompare systeem zal de veranderingen over tijd laten zien en gebieden uitlichten die mogelijk extra aandacht verdienen. DermaCompare verhoogt zo de accurateid en efficiëntie en maakt het mogelijk om eerder diagnoses te stellen en zodoende de mortaliteit te verlagen.

www.dermacompare.com

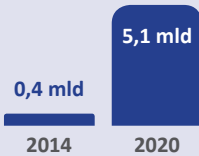
Check a Symptom

Check a Symptom is een service in de Babylon app ontwikkeld op basis van artificial intelligence technologie en functioneert volledig autonoom. Gebruikers kunnen hun symptomen invoeren en worden na enkele vragen door de app geadviseerd over gepaste vervolgstappen. Voor dit advies verwerkt de app zeer snel oneindig veel combinaties van symptomen en data. Het biedt gebruikers zo een zeer snelle manier om te achterhalen wat correcte vervolgstappen zouden moeten zijn op basis van hun symptomen.



www.babylonhealth.com

Mondiale marktwaarde artificial intelligence industrie 2014-2020



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van artificial intelligence ruim 5 miljard USD zijn in 2020, waarbij de marktwaarde vanaf 2015 jaarlijks zal stijgen met 53,7%¹³.

↑ AI is explosief aan het groeien binnen de gezondheidszorg¹⁰. Daar waar er in 2011 nog maar acht investeringen waren in AI-gerelateerde ondernemingen in de VS, telde 2015 er al 60¹². Naar verwachting blijft de marktwaarde van artificial intelligence groeien tot 2020¹³. In 2025 zal 90% van de Amerikaanse zorginstellingen AI geïmplementeerd hebben tegenover 60% wereldwijd. Ze zullen daarmee toegankelijke, goedkopere en zorg van hogere kwaliteit leveren aan 70% van alle patiënten, aldus sommige verwachtingen¹⁴.

⊕ Verschillende factoren liggen ten grondslag aan deze explosieve groei van AI:

- De ontwikkeling van verfijndere, goedkopere en toegankelijke technologie als software en hardware voor ondernemers samen met de opkomst van big data en *cloud computing* hebben ertoe geleid dat AI technieken als *deep learning* hard groeien^{10,15,16}. De digitalisering van de samenleving als Westerse gezondheidszorg zorgen voor ongekende hoeveelheden data waarin AI de gezondheidszorg ondersteuning kan bieden.
- Er is een groeiende acceptatie onder patiënten en consumenten dat AI een bijdrage zal leveren aan zorgkwaliteit en kosten zal verlagen^{10,17}. Daarbij zoeken zorgprofessionals naar mogelijkheden om de toenemende werkdruk te minderen, een zoektocht waar AI bij kan helpen¹⁰. Met de verwachte tekorten aan zorgpersoneel en stijgende zorgkosten in het verschiet, zal de vraag naar 'vervanging' verder toenemen^{18,19}.
- Er is veel vraag naar intelligente systemen die ondersteunen bij de groeiende vraag naar klinische trials en behandelings-simulaties evenals nieuwe behandelingen^{17,20,21}.

⚡ AI kent een explosieve groei, maar de technologie zal ook nog enkele hordes moeten nemen voordat we AI volledig integreren in de Westerse gezondheidszorg. Ondanks de groeiende acceptatie van AI, zal ten eerste gewerkt moeten worden aan het vertrouwen. Zorgprofessionals moeten meedenken in de ontwikkeling van AI



Enlitic gebruikt artificial intelligence technologie om radiologen te ondersteunen in het uitvoeren van hun werk. Dankzij deep learning technologie probeert Enlitic tijd te besparen in het verwerken van medische beelden, ondersteunt het bij de detectie van comorbiditeiten en incidentele bevindingen en geeft het inzichten in behandelingsmogelijkheden. Enlitic verhoogt zo de efficiëntie, accuraatheid en transparantie van het diagnostisch proces.

www.enlitic.com

systemen¹⁰. Verder zal gekeken moeten worden naar hoe AI bepaalde taken kan overnemen en hoe dit de menselijke meerwaarde beïnvloedt^{10,22}. Daarnaast is AI technologie eveneens vatbaar voor fouten. Zo vond het eerste auto-ongeluk in juni 2016 plaats met zelfrijdende auto's²³. Technische tekortkomingen en hoge investeringen belemmeren op korte termijn een brede uitrol in de gezondheidszorg¹⁰ en vragen om een stapsgewijze aanpak²². Hierbij moet ervaren en gekwalificeerd personeel betrokken worden¹³. Tot slot moeten we ervoor waken dat AI technologie niet de ongelijkheden binnen de samenleving vergroot^{7,10}. Data waarop AI terugvalt, kan bevooroordeeld zijn en zo slechts enkelen ten goede komen. De technologie kan beperkt toegankelijk zijn en leiden tot kennismonopolies. Bezorgdheden over privacy zullen hierin een rol spelen¹⁰. Strikte regulering en juridische aspecten, evenals ethische overwegingen zullen moeten worden meegenomen in de implementatie van AI technologie in de Westerse gezondheidszorg^{10,22}.

AI is aan zijn opmars bezig en zal een grote impact hebben op de gezondheidszorg. AI zal onder meer het proces van het vaststellen van de diagnostiek hervormen, al zullen op de korte termijn hier nog veel barrières voor overwonnen moeten worden. Volgens sommige zullen AI systemen in ieder geval de komende drie jaar voor alle praktische doeleinden slagen voor de *Turing Test*²⁴.

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 Robotical operations
- 4 Exoskeletons & prosthetics
- 5 Nanotech
- 6 Advanced labs



Digital reality

“We’re making a long-term bet that immersive, virtual and augmented reality will become a part of people’s daily life.”

(Marc Zuckerberg)

★ *Digital reality* omvat technologieën als *augmented reality* (AR) en *virtual reality* (VR). AR is een technologie waarbij er een virtueel aspect wordt toegevoegd aan de werkelijkheid in de vorm van beeld of geluid. De realiteit en virtuele wereld worden als het ware gecombineerd¹. VR, daarentegen, creëert een virtuele omgeving die de gebruiker ervaart als een nieuwe werkelijkheid. Vaak kan iemand ook interacties aangaan in deze nieuwe wereld².

◊ De toepassingen van digital reality zijn divers en er kan gedacht worden aan:

- Educatie van medisch studenten en zorgprofessionals door het projecteren van hologrammen en het meekijken en uitvoeren van (virtuele) operaties. Daarnaast kunnen medische handelingen beter worden uitgelegd aan patiënten en familie³⁻⁵. Ook zijn er mogelijkheden om personen psychologische ziekten zoals dementie en anorexia te laten leren begrijpen. Getracht wordt om zo meer inzicht te geven in de leefwereld van mensen met psychologische ziekten en de zorg te verbeteren.
- Revalidatie en het opnieuw aanleren van vaardigheden^{1,6-8}.
- Psychologische behandeling van patiënten, zoals bij angststoornissen en post-traumatisch stress syndroom middels exposuretherapie^{1,9-11}.
- Ondersteunen van medische handelingen. Daarnaast kan digital reality het diagnostisch proces verbeteren door bijvoorbeeld CT-scaninformatie te visualiseren in 3D-weergaven⁹.
- Pijnmanagement door bijvoorbeeld patiënten af te leiden tijdens pijnlijke procedures, te helpen ontspannen of angsten weg te nemen. Verder zou het fantoompijn kunnen reduceren^{10,12,13}.
- Verbeteren van het mentaal welzijn van patiënten, doordat ze bijvoorbeeld het gevoel hebben dat ze ‘thuis’ zijn. Het kan ook juist mensen die aan huis gekluisterd zitten uit een sociaal isolement halen^{9,14}.



VRphobia gebruikt virtual reality als therapie in samenwerking met fysiologische controle om paniek en angststoornissen te behandelen. De therapie plaatst de patiënt in een virtuele wereld dankzij een virtual reality headset, waarin hij de verschillende stimuli die zijn verbonden met zijn fobie kan ervaren. Verschillende fases worden herhaald om uiteindelijk de patiënt comfortabel te laten worden met de stimuli en zodoende te behandelen voor zijn of haar fobie.



www.vrphobia.com

COOL!

COOL! is een virtuele ervaring voor zowel kinderen als volwassenen om hun de pijn te laten vergeten, dan wel de pijn beter onder controle te krijgen. Dankzij virtual reality komen patiënten in een omgeving waarin ze interacties kunnen aangaan die via verschillende stimuli de *mindfulness* en veerkracht van de patiënt verbeteren. Studies tonen een significante afname in chronische pijn aan onder de deelnemers en COOL! kan zodoende worden ingezet als een tool voor pijnmanagement.



www.deepstreamvr.com

Digital reality kan resulteren in reductie van de zorgkosten dankzij verbeterde of snellere uitkomsten voor patiënten. Zowel simulaties als de mogelijkheid voor zorgprofessionals om virtueel mee te kijken op de schouder van hun collega¹⁵⁻¹⁷, zouden de verwachte tekorten in zorgpersoneel¹⁸ kunnen opvangen. De grootste ontwikkelaars van VR-hard- en software zijn op dit moment Oculus, Sony, HTC en de Samsung Gear¹⁹. Daartegenover staat de HoloLens van Microsoft voor AR²⁰. De meeste consoles zijn sinds dit jaar voor het grote publiek beschikbaar, al waren veel mensen eerder bekend met VR.

De markt van digital reality in de gezondheidszorg is aan een explosieve opmars bezig. Daar waar in 2016 de mondiale omzet van de digital reality markt geschat wordt op 'slechts' \$5,2 miljard, zal deze in 2020 meer dan \$162 miljard zijn, aldus IDC²⁴. Over de periode 2015-2020 zal de markt groeien tegen een jaarlijkse groei van maar liefst 181,3%. Nu heeft VR nog het grootste aandeel, maar na 2017 zal dit meer in balans zijn met AR²⁴. Specifiek voor de gezondheidszorg wordt een mondiale groei van de marktwaarde voorspeld van \$1,2 miljard in 2014 naar ruim \$2,5 miljard in 2020. Training en rehabilitatie zullen naar verwachting de meeste toepassingen van digital reality ondervinden²⁵.

Drijvende factoren achter de opkomst van digital reality in de Westerse gezondheidszorg zijn:

- De technologie wordt steeds goedkoper en handzamer, toegankelijker voor het grotere publiek en boort nieuwe toepassingen aan^{26,27}. Technologische ontwikkelingen, waaronder kleinere schermen met hogere resolutie, accuratere gyroscopen voor de bepaling van de oriëntatie van het apparaat,

Tijlijn digital reality in de gezondheidszorg

Juni 2013: Dr. Grossman is de eerste chirurg die met een Google Glass zijn operatie live de wereld in streamde²¹

April 2016: Dr. Ahmed deelt vanuit Londen een operatie live met bijna 55.000 volgers die dankzij VR het gevoel hadden alsof ze zelf aanwezig waren²²



Zomer 2016: met de doorbraak van Pokémon Go wordt AR ook bekend bij het grote publiek²³



AccuVein gebruikt augmented reality om zorgprofessionals te ondersteunen in het uitvoeren van bijvoorbeeld venapuncties. Een scanner visualiseert de ligging van de vaten op de huid van de patiënt waarmee de kans op een succesvolle eerste prik zo'n 3.5x wordt vergroot. AccuVein draagt zo bij aan patiënttevredenheid, het beheersen van de kosten en de kwaliteit van de zorg.

www.accuvein.com

veel (compactere) rekenkracht voor een hoog aantal beelden per seconde en snelle beeldverwerking, bevorderen de groei van de markt.

- Een stijgende druk op het leveren van effectieve zorg door hogere zorgkosten vraagt om kosteneffectieve oplossingen²⁸. Toepassingen van digital reality laten positieve effecten zien op de menselijke gezondheid en strekken zich uit over verslavingen, beroertes en mentale en gedragsstoornissen^{2,6-12}.

Digital reality is een veelbelovende technologie en zal een grote rol spelen in de toekomst. Echter, de kosten zijn momenteel zo hoog dat veel toepassingen nog buiten bereik liggen^{29,30}. Ten tweede is de technologie nog zeer complex en is er nog een slag te maken in opleiding en gebruik³⁰. Ook de technologie zelf komt veelal nog met beperkingen, zoals het beperkte gezichtsveld van de headset en dat de headset vaak nog niet draadloos is^{31,32}. Ten vierde ontbreekt de regulering voor het gebruik van digital reality en is privacy niet gegarandeerd door beperkte beveiliging^{29,33}. Tot slot zijn er gezondheidseffecten die in overweging genomen zullen moeten worden. Zo is het bekend dat VR kan leiden tot irritatie en misselijkheid, ook wel bekend als bewegingsziekte^{32,34,35}. Daarnaast kunnen de headsets gaan irriteren doordat ze niet altijd comfortabel zitten en leiden tot stress of angsten omdat de headset het gevoel geeft volledig van de werkelijkheid af te sluiten³⁵.

Desondanks zullen de ontwikkelingen binnen digital reality een behoorlijke impact creëren op de Westerse gezondheidszorg. Het stelt ons in staat om met een andere bril te kijken naar de manier waarop behandeling en begeleiding plaatsvindt.



Printing procedures

“Bioprinting has the potential to change the world”

(Jeff Kowalski)

- ★ Charles W. Hull bedacht eind jaren tachtig het concept van het 3D-printen¹, maar had de toekomstige impact niet voorzien. 3D-printen is een productiemethode waarbij objecten driedimensionaal worden opgebouwd. Men gebruikt materialen, zoals plastic, metaal, keramiek, poeder, vloeistoffen of zelfs levende cellen, en bevestigt deze laag voor laag. Met de techniek kunnen radiografische 2D-beelden, zoals röntgenfoto's, MRI's of CT-scans, worden gebruikt om 3D-beelden te vormen^{2,3}. Zo kunnen producten op elk gewenst tijdstip en naar wens worden gemaakt.
- ▣ 3D-printen kan met steeds meer verschillende materialen en daarmee ook binnen de gezondheidszorg worden ingezet. Voorbeelden zijn het printen van kronen, botten, protheses, huid en medische hulpmiddelen, maar ook voeding(supplementen) en medicatie. Waar 3D-printen eerst werd gezien als een middel om pre-chirurgische planning te optimaliseren, erkent men nu de potentie in klinische training, onderzoek, patiënteducatie, creatie van aangepaste protheses en zelfs in vervanging van functionele weefsels en organen. Dit laatste wordt ook wel *3D-bioprinting* genoemd⁴. Eind 2015 keurde de Amerikaanse FDA de eerste 3D-geprinte medicijnen goed⁵.

3D-printen levert verschillende voordelen op: het is vaak goedkoper, sneller en kan precies naar behoefte worden aangepast. 3D-printers zijn in staat om complexe structuren uit te printen. Door het direct printen vanuit een digitaal model, neemt de precisie en reproduceerbaarheid toe. Daarnaast omzeilt de techniek afval en extra kosten, doordat 3D-printen zich baseert op toevoeging in plaats van verwijdering^{2,3,6}. Ook voor de zorgprofessional zijn er voordelen. Vooraf geprinte modellen kunnen ondersteunen bij de voorbereiding van operaties. Hierdoor nemen risico's tijdens complexe procedures af, vermindert het risico op infecties en verkort de tijdsspanne van anesthesie. Tot slot biedt de 3D-print technologie een mogelijkheid om dierproeven te vervangen en de farmaceutische industrie kan de ontwikkeling en het testen van nieuwe medicijnen vernieuwen^{3,7}.



eNABLE is een community die 3D-printing gebruikt om gratis handen en armen uit te printen voor degenen die het nodig hebben. Door middel van een *open-source* netwerk kan iedereen verschillende ontwerpen aanleveren, downloaden en uiteindelijk zelf uitprinten. eNABLE beoogt met samenwerkingen en innovatieve ideeën 3D-geprinte protheses verder te ontwikkelen en te perfectioneren.

www.enablingthefuture.org

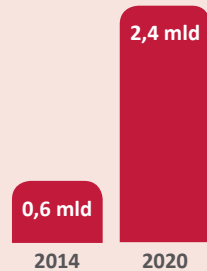


organovo™

ExVive™ Human Kidney Tissue is volledig 3D-biogeprint menselijk nierweefsel. De weefsels worden geprint onder strikte condities om de kwaliteit te waarborgen. ExVive™ Human Kidney Tissue stelt gebruikers in staat om nauwkeurig de effecten van geneesmiddelen en specifieke behandelingen op de nieren te onderzoeken. Zo opent ExVive™ Human Kidney Tissue de deuren voor bijvoorbeeld geavanceerd geneesmiddelenonderzoek.

www.organovo.com

Mondiale marktwaarde 3D-printing industrie in de gezondheidszorg 2014-2020



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van 3D-printing ruim 2 miljard USD zijn in 2020, waarbij de marktwaarde vanaf 2015 jaarlijks zal stijgen met 26,2%⁷

De markt van 3D-printen binnen de gezondheidszorg is groeiende. Men voorspelt dat de mondiale marktwaarde voor 3D-printen in de gezondheidszorg blijft stijgen tot 2020⁷. Vooral bij toepassingen als protheses, implantaten en educatie wordt grote groei verwacht⁸. Gartner voorspelt dat in 2019: 10% van de wereldbevolking zal leven met 3D-geprinte producten in hun leven, 3D-printen een sleutelrol vervult in 35% van de operatieve ingrepen waarbij protheses en implantaten worden geplaatst, en dat verdere technologische en materiële innovaties er toe leiden dat 10% van de nagemaakte geneesmiddelen geproduceerd zullen zijn door 3D-printers⁹.

Verschillende factoren liggen ten grondslag aan de opkomst van 3D-printing binnen de Westerse gezondheidszorg:

- Er is een toegenomen focus op *personalized medicine* in de Westerse gezondheidszorg en de vraag naar op maat gemaakte producten stijgt. Zo kunnen bijvoorbeeld protheses, implantaten en medicijnen persoonlijk worden afgemeten^{2,7,8}. Dankzij dalende kosten van 3D-printers en diversiteit aan beschikbare biomaterialen, groeien de toepassingsmogelijkheden^{3,10,11}.
- Er is een stijgende vraag naar orgaantransplantaties, mede door een vergrijpende populatie en de daarmee geassocieerde complicaties¹⁰⁻¹². Een groeiende acceptatie onder de Westerse populatie voor 3D-geprinte weefsels en organen stimuleert verdere groei van deze toepassingen^{10,11}.
- Steeds meer bedrijven zetten in op de technologie. Er is een toename zowel in investeringen, onderzoek, fusies en acquisities om het marktaandeel te vergroten, als aflopende patenten die mogelijkheden openen voor nieuwe ondernemers^{10,11,13}.



Onderzoekers aan Princeton zijn erin geslaagd om 3D-bioprinting te combineren met elektronica. Het 3D-geprinte bionische oor kan hierdoor audio frequenties opvangen die zowel binnen als buiten de menselijke gehoorgrenzen vallen. Het 3D-biogeprinte bionische oor geeft een beeld van de toekomstige mogelijkheden om functionele beperkingen van gebruikers te overstijgen.

www.princeton.edu

3D-printen kent een grote opmars en wordt op veel gebieden al toegepast. Voor inbedding in de gezondheidszorg kent de technologie nog enkele uitdagingen, waaronder de hoge kosten. Ondanks de daling in prijzen voor 3D-printers, kosten de geavanceerde printers nu nog tientallen duizenden euro's^{4,7,10,11}. Daarnaast belemmeren wet- en regelgeving de ontwikkeling en toepassingen^{7,10,11}. Ten derde zijn er ook nog technische uitdagingen. Ondanks de veiligheid, precisie en herbruikbaarheid, wijken de huidige modellen in de textuur nog te veel af van menselijk weefsel^{4,14}. De experimenten zijn er¹⁴, maar het is nog een uitdaging om volledige organen te produceren¹⁵. Het kost veel tijd en energie om gebieden te isoleren voor de 3D-modellen. Dit beïnvloedt de kosteneffectiviteit en vermindert de bruikbaarheid in gevallen van urgentie. Door vernieuwde software proberen bedrijven deze stappen te versnellen⁴. Tot slot zijn er nog weinig studies afgerond om de impact van 3D-printen voor medische doeleinden versus conventionele methoden te bepalen. Deze grotere studies zijn nodig om te evalueren of de extra kosten voor het produceren van een 3D-model opwegen tegen een verminderde operatieduur, verminderde revisies en verkorte opnameduur. Uitgeprinte 3D-anatomische modellen hebben wel al hun meerwaarde bewezen in de training en educatie van zorgprofessionals⁴.

3D-printen is 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 protheses, implantaten en medicijnen. 3D-printers blijven hun capaciteiten uitbreiden, kosten reduceren, snelheid verhogen en de toepasbaarheid van printbare materialen uitbreiden. Wanneer parallele vooruitgang optreden, zal 3D-printen zich versterken op de markt en de toepassingen in de Westerse gezondheidszorg verder uitbreiden.



Robotical operations

The central question of 2025 will be: What are people for in a world that does not need their labour, and where only a minority is needed to guide the ‘bot-based’ economy?

(Stowe Boyd)

★ *Robotical operations* omvat robotica waarmee (medische) handelingen geautomatiseerd kunnen worden uitgevoerd door de integratie van diverse externe informatie. Zo kunnen patiëntuitkomsten worden verbeterd en de patiëntveiligheid en –tevredenheid worden vergroot. Robotical operations ondersteunen de zorgprofessional in de behandeling en begeleiding van patiënten. De technologie komt in vele soorten en maten, waarbij je kunt denken aan zowel precisie-robotica voor operaties en medische handelingen als robotica in de automatisering en ondersteuning van alledaagse taken in zorgfaciliteiten¹. Ze voeren handelingen uit die (zorg)professionals niet kunnen of niet zo goed of efficiënt kunnen uitvoeren¹.

◊ De voordelen van deze technologische innovaties zijn breed. Medische handelingen kunnen minder invasief en comfortabeler voor de patiënt zijn of de mogelijkheid bieden om snellere, kleinere en preciezere interventies te doen. Het verhoogt de behendigheids- en bereikbaarheid van de zorgprofessional bij een interventie. Dit kan resulteren in kortere opnametijden, hogere patiëntenomloop, lager risico op (ziekenhuis)infecties en andere (post-)operatieve complicaties en kostenbesparing²⁻⁸. Ook kunnen robotical operations handelingen van zorgprofessionals ondersteunen of volledig overnemen. Ze verminderen hiermee de werklust, vergroten het uithoudingsvermogen van de zorgprofessional en bieden een oplossing voor het geschetste toekomstige personeelstekort^{1-3,9,10}. Als laatste biedt de robotisering van medische handelingen een mogelijkheid om op afstand interventies uit te voeren^{2,11,12}.

⚡ De markt van robotical operations is groeiende en zal naar verwachting in 2022 een mondiale marktwaarde hebben van \$20,5 miljard ten opzichte van \$8,9 miljard in 2015 met een jaarlijkse groei van 12,1% over de periode 2015-2020¹³.

VenousPro™

VenousPro™ is een robotarm die bloed kan afnemen bij een persoon. De robotarm combineert hiervoor 3D-infrarood technologie met ultrasone beeldvorming om de meest geschikte ader vast te stellen. Een medewerker is slechts nodig om het apparaat te bedienen, want het bloedafnameproces verloopt verder automatisch. De robot biedt op deze manier een veilige en snelle manier om in één poging bloedafnames uit te voeren.



www.vasculogic.com

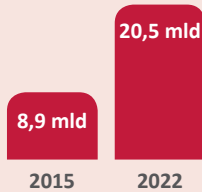


De TUG is een slimme autonome mobiele robot die zorgpersoneel ondersteunt in logistieke taken. De robot kan goederen, materialen en klinische voorraden in een zorgfaciliteit halen en transporteren en wordt op verschillende manieren ingezet. Voorzien van verschillende sensoren is de TUG in staat om zelfstandig zijn route te bepalen. De TUG robot kan leiden tot kostenbesparingen en verhoogde efficiëntie, veiligheid en werknemers tevredenheid.



www.aethon.com

Mondiale marktwaarde robotical operations industrie 2015-2022



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van robotical operations ruim 20 miljard USD zijn in 2020, waarbij de marktwaarde vanaf 2016 jaarlijks zal stijgen met 12,1%¹³.

De toegenomen inzet van precisierobots in de chirurgie draagt het meeste bij aan deze groei^{13,14}. De introductie van de Da Vinci® robot in 2000 is nog altijd het bekendste voorbeeld, met meer dan 3.600 machines geïmplementeerd in ziekenhuizen wereldwijd¹⁵. Fortune voorspelt zelfs dat binnen nu en vijf jaar, één op de drie operaties in de VS zullen worden uitgevoerd door een robot¹⁵.

➤ Verschillende factoren liggen ten grondslag aan de opkomst van de technologie binnen de Westerse gezondheidszorg:

- Demografische ontwikkelingen als de vergrijzing en een toename in het aantal chronisch zieken en individuen met multimorbiditeit verhogen de zorgvraag. Daarnaast leiden de toegenomen zorgkosten¹⁶, een verwacht zorgpersoneels-tekort¹⁰ en een hoge incidentie van voorkombare bijwerkingen en medische fouten^{17,18} tot een zoektocht naar alternatieven in de behandeling van patiënten^{1,5-8,11,19}.
- Er is een groeiende eis vanuit de Westerse samenleving naar een persoonlijker en hogere kwaliteit van zorg en een betere patiëntervaring. De bewustwording onder de Westerse samenleving over de voordelen van robotical operations groeit en er is een toenemende acceptatie dat robots medische handelingen kunnen en mogen uitvoeren. Wij zien een geleidelijke verschuiving van conventionele chirurgie naar minimaal-invasieve chirurgie en uiteindelijk non-invasieve chirurgie^{5,14}.
- De mogelijkheden worden verder gedreven door de opkomst van *artificial intelligence* en de verbeteringen in de software, bijvoorbeeld in de besluitvorming en het autonoom handelen van robotische innovaties^{1,5,20,21}.



De Flex® Robotic System is een precisierobot die chirurgen in staat stelt via de mond locaties te bereiken die voorheen zeer moeilijk dan wel niet minimaal invasief te bereiken waren. De precisierobot bestaat uit een flexibele robotarm die is uitgerust met een HD-camera, lasers, grippers en andere instrumenten. Deze zijn allemaal bestuurbaar door de chirurg met een joystick. Het Flex® Robotic System verruimt hiermee de mogelijkheden tot minimaal invasieve chirurgie.



www.medrobotics.com

De implementatie van robotical operations neemt toe, maar de risico's en uitdagingen liggen nog in het verschiep. Organisaties moeten investeren in de vaardigheden van zorgpersoneel, omdat het huidige personeel nog niet is opgeleid om te werken met de nieuwste robotische innovaties^{2,5}. Momenteel zijn er nog weinig grote producenten van robotical operations en kan door beperkte concurrentie de prijs hoog gehouden worden². Er zijn tegenstanders die vrezen dat robots in de zorg hun banen zullen gaan overnemen⁹. Daarnaast is er nog technologische vooruitgang te boeken. Zo bestaat er nog een kleine vertraging tussen het moment dat een zorgprofessional een joystick beweegt en de robot hierop reageert. Verder wordt gesteld dat de inzet van robots in medische handelingen juist meer tijd kost¹⁵. Het risico op het maken van fouten door verkeerde instructies, kapotte techniek of systeemfalen bestaat nog altijd^{2,6}. Dit laatste roept een ethisch aspect op. Wie is de schuldige wanneer het mis gaat en alleen een robot de patiënt heeft aangeraakt^{3,22}? Ook de privacy en veiligheid van de technologie zal gewaarborgd moeten blijven, daar bijvoorbeeld autonoom opererende robots interessante doelwitten zijn³. Tot slot zal er opnieuw gekeken moeten worden naar wet- en regelgeving, al belemmert huidige regelgeving de groei^{1,5}.

Naarmate meer zorgprofessionals beter bekend zullen raken met robotische innovaties en de voordelen ervan zullen worden afgewogen, zal uiteindelijk de robot in de zorg van de patiënt niet meer weg te denken zijn.



Exoskeletons & prosthetics

“Indeed, through fundamental advances in bionics in this century, we will set the technological foundation for an enhanced human experience, and we will end disability”

(Hugh Herr)

★ *Exoskeletons* zijn draagbare bionische apparaten die door motorisch aangedreven gewrichten de gebruiker in staat stellen om aangedane biologische gewrichten na te bootsen^{1,2}. Geïntegreerde technologieën vergroten de functionaliteiten van de gebruiker en verbeteren diens prestaties^{1,2}. Oorspronkelijk startte het onderzoek naar de ontwikkeling van exoskeletons voor militaire doeleinden, maar langzaam hebben exoskeletons hun intrede in de Westerse gezondheidszorg gedaan³. *Prosthetics* zijn kunstmatige apparaten die een lichaamsdeel van de gebruiker vervangen. Waar het voorheen slechts esthetische ‘vervangers’ waren, zijn er nu geavanceerde bionische protheses beschikbaar die geavanceerde technologieën combineren. Deze vervangen of verbeteren de functionaliteiten van ledematen^{4,5}. Ook prosthetics zijn er in vele vormen en maten, waarbij je kunt denken aan ledematen⁶, ogen⁷, oren⁸ en zelfs organen⁹. Uiteindelijk is men zelfs in staat om een volledig bionisch mens te bouwen¹⁰. Hier zullen wij echter alleen focussen op de ledematen.

▣ De technologieën bieden verscheidene voordelen. Exoskeletons kunnen ondersteunen en motiveren in het rehabilitatieproces van patiënten. Ze bieden namelijk intensievere en correctere training, kwantitatieve feedback, actieve initiatie van bewegingen en uiteindelijk verbeterde patiëntuitkomsten¹¹⁻¹³. Daarnaast voorzien exoskeletons en prosthetics gebruikers van meer autonomie. Gebruikers worden ondersteund in het lopen en staan, bij het dragen van (zware) objecten en bij het uitvoeren van alledaagse handelingen^{14,15}. De technologieën bieden de mogelijkheid om de gebruikers langer actief, zelfstandig en gezond te houden en verminderen de effecten van handicaps, spierdystrofien, verlammingen of vermoeidheid^{11,15}. Tot slot kan de psychologische toestand van gebruikers worden bevorderd doordat ze niet langer het gevoel hebben dat ze ‘buiten de groep vallen’¹⁶.



JOHNS HOPKINS
APPLIED PHYSICS LABORATORY

De Modular Prosthetic Limb (MPL), ontwikkeld door de John Hopkins Universiteit, is een geavanceerde arm-prothese die kan worden gecontroleerd door gedachten. De arm is ook voorzien van meer dan 100 sensoren en stelt daarmee gebruikers, die een conventionele operatie genaamd *targeted sensory reinnervation* zijn ondergaan, in staat om te voelen met de prothese. De MPL is nog onder ontwikkeling en zou uiteindelijk ook pijn en temperatuur moeten kunnen waarnemen.

www.jhuapl.edu



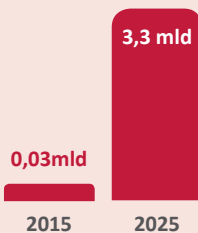
Ekso GT™

De Ekso GT™ is een draagbaar robotisch exoskelet die gebruikers in staat stelt om op te staan en te wandelen waarbij het volledige natuurlijke gewicht wordt gedragen. Lopen kan door het verschuiven van je gewicht, waardoor sensoren worden geactiveerd die stappen initiëren in de gewenste richting. Batterij-aangedreven motoren bewegen de benen, ter vervanging van gebrekkige neuromusculaire functie. Het exoskelet is bedoeld voor mensen met verschillende niveaus van verlamming of hemiparese ten gevolge van neurologische aandoeningen.

www.eksobionics.com



Mondiale marktwaarde exoskeletons industrie 2015-2025



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van exoskeletons stijgen naar ruim 3,3 miljard USD in 2025, een jaarlijkse stijging van 63% vanaf 2015¹⁷. Van bionics stijgt de marktwaarde jaarlijks met 13,2% naar ruim 20 miljard USD in 2021¹⁸.

BIONIX

Inspired by You.

De emPOWER ankle is een geavanceerde enkelprothese die de normale functie van het been herstelt. De emPOWER ankle is geschikt voor mensen met zowel een onderbeen- als bovenbeenamputatie. Het stelt gebruikers in staat weer een actieve levensstijl op te pakken. Dankzij technologische vorderingen is de veiligheid en stabiliteit bevorderd en raakt de gebruiker minder snel vermoeid.



www.bionxmed.com

↑ De markten voor exoskeletons en prosthetics zijn groeiende en de marktwaardes van zowel exoskeletons als bionics zullen tot respectievelijk 2025 en 2021 stijgen^{17,18}. Prothesen van de ledematen hebben nu nog het grootste aandeel van de bionische markt en zullen dit ook gedurende de geschetste periode behouden¹⁸.

+ De drijvende factoren van deze marktgroei zijn:

- De vraag naar efficiënte technologieën die ondersteunen in rehabilitatie, ouderenzorg en dagelijkse handelingen stijgt door demografische ontwikkelingen en een stijgend aantal mensen dat lijdt aan neurologische aandoeningen^{2,12,17,19,20}. Daarbij stijgt nog altijd het aantal (sport)ongevallen en traumatische letsels, die mogelijk leiden tot verlammingen en amputaties^{1,18,19,21}.
- Er is een groeiende wens van de Westerse samenleving naar persoonlijkere zorg, een hogere kwaliteit van zorg en een betere patiëntervaring. De samenleving wil een hogere kwaliteit van leven en meer autonomie¹⁹. Daarbij streeft de maatschappij naar het superieur kunnen presteren van het menselijk lichaam, iets wat veelal is terug te zien in de sporttak^{21,22}.
- Huidige rehabilitatieprocessen zijn veelal arbeidsintensief en vaak inefficiënt¹². Met een verwacht zorgpersoneelstekort in het verschiet²³ zal de vraag naar efficiënte oplossingen stijgen. Daarbij zoekt men ook ondersteuning voor zorgprofessionals in het tillen van patiënten en zware objecten om lasten te verminderen^{2,17}.
- Er is een groeiende acceptatie in de samenleving van deze technologieën en de bewustwording stijgt wat ze de gezondheidszorg te bieden hebben. Een toename in zowel goed-gekeurde producten en de commercialisatie hiervan als een toenemende concurrentie, stuwt de markt tot grotere hoogten¹⁷.

- Technologische ontwikkelingen en vooruitgang, zoals de mogelijkheid om prothesen te besturen via het brein en 3D-printing, leiden tot nieuwe mogelijkheden^{18,21}.

De markt voor exoskeletons en prosthetics is groeiende, maar kent ook belemmeringen. Ten eerste zijn de aanschafkosten van de technologie nog altijd zeer hoog en worden ze vaak niet vergoed vanuit verzekeringen^{2,11,15,21,24}. Daarbij zitten er nog kosten in reparatie en onderhoud van de technologie²⁴. Ten tweede zijn er technologische belemmeringen. Technologische vorderingen worden dagelijks gemaakt, maar nog niet alles is opgelost. Zo blijft het lastig om bewegingen correct te controleren, zowel fysiek als cognitief^{1,25}, en in draagbaarheid, gewicht, design en comfort zijn nog stappen te zetten^{2,25}. Discomfort leidt namelijk tot minimaal gebruik of zelfs het afzien van gebruik^{24,26}. Ook maken exoskeletons nog veel lawaai en zijn ze tot nu toe slechts inzetbaar voor beperkte doeleinden². Tot slot roepen de technologische ontwikkelingen ook ethische vragen op. Kurzweil stelde al in zijn boek dat naarmate de technologie vordert en prothesen geavanceerder worden, ze niet langer alleen de functionaliteit herstellen, maar ook verbeteren²⁷. Er zullen mensen zijn die de keuze maken om biologische ledematen te vervangen door geavanceerde prothesen. Vaak zijn hiervan de gevolgen nog niet te overzien en kan de veiligheid van de gebruiker dan wel gewaarborgd blijven? En hoe snel is een technologie achterhaald en niet meer 'optimaal'?

Langzaamaan zullen exoskeletons en prosthetics integreren in het dagelijks leven van gebruikers en niet langer meer een ondersteunde technologie zijn, maar een deel van hun identiteit. De eerste Bionische Spelen zijn inmiddels gehouden²⁸.



Nanotech

Why is something so small so big?

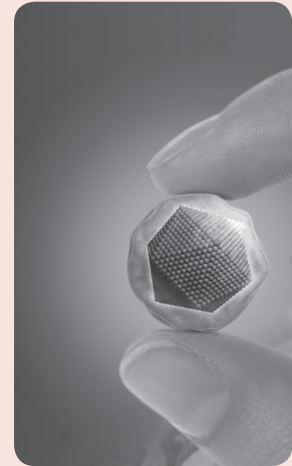
(James F. Leary)

- ★ **Nanotech** beschrijft de toepassing van nanotechnologie in de Westerse gezondheidszorg. Nanotechnologie omvat minuscule technieken met een grootte tussen de 0,1-100nm en is hiermee vaak nog kleiner dan de gemiddelde grootte van een virus (zie kader hiernaast)¹. Toepassingen van nanotech in de Westerse gezondheidszorg kennen vele vormen en functionaliteiten en strekken zich uit over verschillende thema's: diagnostiek, reparatie, therapie, microchirurgie en het afleveren van medicatie en andere middelen in het lichaam²⁻⁶.
- ▣ Nanotech heeft de Westerse gezondheidszorg veel te bieden. Zo zijn vroege detectie en preventie, verbeterde diagnostiek, een optimale behandeling en de follow-up van ziekten mogelijk¹. Nanotech kan worden ingezet als labels, waardoor diagnostische testen sensitiever, nauwkeuriger en betrouwbaarder zijn^{1,7}. Door de minimale grootte zijn diagnostiek en therapieën minder invasief. Specifieke doelwitten kunnen makkelijker worden bereikt, medicatie kan selectiever en sneller worden afgegeven en hogere concentraties van medicijnen kunnen nauwkeuriger in het lichaam worden afgeleverd. Dit resulteert in een hogere efficiëntie en effectiviteit en een verlaagd risico op bijwerkingen van interventies^{1,7,8}. Medische apparatuur is met behulp van nanotechnologie dermate klein dat het kan worden ingeslikt of geïmplanterd in het lichaam om daarmee biochemische reactietijden te verkorten. Verder kan nanotech beschadigd weefsel reproduceren en repareren¹. Kortom, nanotech resulteert in gepersonaliseerde, effectievere en efficiëntere zorg om daarmee de kwaliteit van de geleverde zorg te vergroten^{3,9}.
- ↗ De markt van nanotech is groeiende met een toenemend gebruik van nieuwe nanomaterialen en de opkomst van nanorobots. Voor 2015 werd de mondiale marktwaarde van nanotech in de gezondheidszorg gewaardeerd op ruim \$212 miljard en geschat op \$344 miljard in 2024. Dit alles tegen een jaarlijkse groei van 5,5% over de periode 2013-2020¹⁰. Oncologie is het medisch veld waar nu het meeste gebruik wordt gemaakt van nanotech, maar de grootste groei verwacht men binnen het cardiovasculaire segment^{7,10}.



NBTRX3 is een waterige suspensie van nanodeeltjes die zijn voorzien van een speciale coating om kankercellen binnen te dringen en in de tumor te blijven.

De nanodeeltjes worden ingezet om de dosis en effectiviteit van radiotherapie te verbeteren, zonder daarbij de toxiciteit te verhogen of schade te veroorzaken aan het omliggende gezonde weefsel. De technologie is nog in de ontwikkelingsfase en wordt momenteel onderzocht in verscheidene fase-II en -III klinische studies.



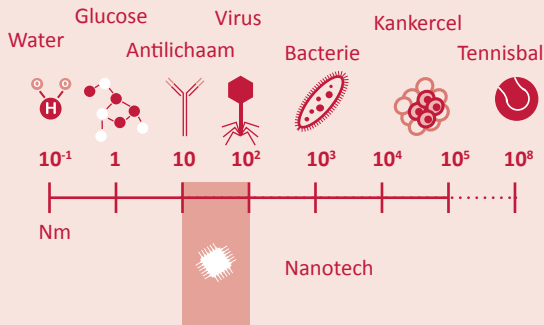
www.nanobiotix.com

Quantum Dots

Quantum Dots (QD) zijn kunstmatige lichtbronnen van slechts een paar nanometer groot en worden dankzij hun unieke optische eigenschappen ingezet bij het gericht afleveren van medicatie in het lichaam. Ze vergroten daarmee de biologische beschikbaarheid en kunnen als nanotransporters leiden tot een gelokaliseerde behandeling van ziekten. De voordelen van QD zijn breed en de interesse in de technologie groeit. Ontwikkelingen zijn gaande, al staan toepassingen van QD nog in hun kinderschoenen.

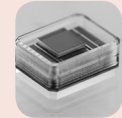
Zhao et al. 2016²⁰

Nanotech op schaal¹



Nano Retina

De Nano Retina is een nano-implantaat ontwikkeld om het zicht te herstellen van gebruikers die het zijn verloren ten gevolge van retinale degeneratieve aandoeningen. Het implantaat wordt door middel van een minimaal invasieve procedure geïmplant in de retina. Het vervangt hier de functionaliteiten van beschadigde fotoreceptoren en activeert via elektrische stimulaties de resterende gezonde retinale cellen. Op deze manier laat de Nano Retina patiënten opnieuw zien.



www.nano-retina.com

+ De opkomst van nanotech binnen de Westerse gezondheidszorg kan aan de volgende factoren worden toegeschreven:

- Demografische ontwikkelingen als een groeiende populatie, vergrijzing en een toenemende incidentie en prevalentie van chronische ziekten^{7,11-14}; er is een groeiende vraag naar nieuwe en effectievere medicatie en therapieën om de groeiende zorgvraag tegemoet te komen.
- Vorderingen in nanotechnieken en de groeiende kennis over nanotech plaveien de weg naar nieuwe en verbeterde toepassingen^{7,10,12}. Daarbij groeien de interesse en investeringen in onderzoek naar nanotech vanuit zowel overheidsinstanties en private ondernemingen en leiden nieuwe marktspelers tot competitieve en innovatieve inzichten^{7,11-13}.
- Een groeiende eis vanuit de samenleving naar persoonlijkere zorg, hogere kwaliteit van zorg en een betere patiëntervaring. De stijgende zorgkosten dwingen dat nieuwe therapieën kosten effectiever 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 in het verschiet heeft^{7,10,13,14}.

Nanotechnologie vindt plaats op kleine schaal, maar heeft grote toekomstige voordelen te bieden voor de Westerse gezondheidszorg. Daarnaast kleven er ook grote risico's en uitdagingen aan vast. Het proces van onderzoek tot marktintroductie is tijdrovend en kostbaar, waarbij strikte reguleringen de marktgroei belemmeren^{7,10,13,15-17}.

Anderen stellen juist dat de regelgeving achter de technologische ontwikkelingen aanloopt en daarbij mogelijke risico's niet onderdrukt¹⁵. Daarnaast worden octrooien veelal slecht beschermd en mist er voor investeerders nog vaak een financieel rendement¹⁷. Ook is er vanuit de samenleving nog wantrouwen omtrent de technologie¹⁷. Nanotech brengt risico's met zich mee en veelal zijn deze gevolgen nog niet in kaart gebracht^{7,14,16}. Kennis van de precieze mechanismen en interacties van nanotechnologie in het menselijk lichaam zijn veelal onbekend, evenals hoe nieuwe toepassingen van nanotech de gezondheid van individuen mogelijk schaden¹⁵. Vaak ontbreken de vaardigheden en kennis onder zorgprofessionals voor de toepassing van nanotech in de praktijk⁶. Dit brengt ethische kwesties met zich mee, want de veiligheid van de patiënt moet immers worden gewaarborgd^{2,8,18}. Tot slot wordt het gevaar van cybercrime geschetst, waarin hackers zich kunnen wenden tot de technologie in het menselijk lichaam¹⁹. Educatie, risico-assessments en een adequaat regelgevend raamwerk zullen gevaren en uitdagingen voor nanotech deels wegnemen¹⁷.

De potentie van nanotech is enorm en de technologie zal in de toekomst een cruciale rol innemen in de Westerse gezondheidszorg. Nanotech zal de weg plaveien naar nieuwe en verbeterde behandelingen.



Huge sums are invested globally in medical research and development – and with good reason

(Geoff Mulgan)

- ★ *Advanced labs* beschrijft een thema waarin technologische ontwikkelingen plaatsvinden die leiden tot nieuwe en/of verbeterde (onderzoeks)technieken en –methoden. Technologische toepassingen van advanced labs strekken zich uit van nieuwe genterapieën tot digitale vormen van onderzoek tot *in-silico trials*. *In-silico trials* refereren hierbij naar het gebruik van geïndividualiseerde computersimulaties in de ontwikkeling en evaluatie van geneesmiddelen, medische hulpmiddelen of medische interventies¹.
- ◻ Technologische ontwikkelingen binnen advanced labs kunnen leiden tot snellere en goedkopere ontwikkeling van medicatie en therapieën². Door sneller geschikte testpersonen te includeren worden studies sneller opgezet, zijn de resultaten accurater en betrouwbaarder en kunnen gegevens sneller en eenvoudiger worden verwerkt³. Klinische studies en dierstudies kunnen worden geminimaliseerd en zelfs worden vervangen met de opkomst van *in-silico trials*, *organs-* en *lab-on-chips*⁴⁻⁷. Nieuw ontwikkelde (onderzoeks)technieken zullen uiteindelijk leiden tot innovatieve (kosten)effectieve therapieën en zo de kwaliteit van de Westerse gezondheidszorg verhogen⁸.
- ⚡ De markt voor advanced labs is groeiende⁹. Zo groeit de marktwaarde van *in-silico* technologieën naar verwachting van \$4,4 miljard in 2015 naar \$21,2 miljard in 2024¹⁰. *Organ-on-chips* zullen een jaarlijkse groei kennen van ruim 70% over de periode 2015-2020, waarbij de marktwaarde stijgt tot ruim \$450 miljoen in 2020 ten opzichte van \$31,5 miljoen in 2015. Begin 2018 worden de eerste *human-on-chips* verwacht¹¹.
- ✚ De opkomst van advanced labs kan worden toegeschreven aan verschillende drijvende factoren:
 - Demografische ontwikkelingen als een groeiende populatie, vergrijzing en een toenemende prevalentie van chronische ziekten^{9,10} vragen om nieuwe en effectievere behandelingen om de groeiende zorgvraag tegenmoet te komen.

CRISPR

CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats)-Cas9 is een veelbelovende DNA-modificatie techniek om gericht genen van mensen aan te passen. Het revolutionaire aan CRISPR is, dat het een relatief eenvoudige, snelle, precieze en goedkope techniek is. DNA wordt geknipt op een specifieke plaats en daar kunnen stukjes DNA worden toegevoegd of verwijderd. Doordat het zo nauwkeurig knipt, bestaat er een minimaal risico op bijwerkingen. Onderzoekers hopen hiermee bijvoorbeeld menselijke genen te repareren bij erfelijke ziekten of infectieziekten te bestrijden. CRISPR werd al ontdekt in 2013, maar het duurde tot afgelopen zomer voordat de eerste klinische studie werd goedgekeurd waarin CRISPR wordt ingezet voor de behandeling van kanker.

*Reardon S. 2016*²⁴



ResearchKit

De ResearchKit van Apple is een *open-source* software platform die onderzoekers in staat stelt om mobiele apps te ontwikkelen om onderzoeksdata te verzamelen. Onderzoekers kunnen dankzij de ResearchKit gegevens verzamelen van potentieel miljoenen gebruikers en de daarmee hoeveelheid verzamelde data aanzienlijk vergroten, zonder dat de patiënt er iets van merkt. De ResearchKit leidt tot een gevarieerdere onderzoekspopulatie, een frequentere aanvoer van nieuwe gegevens en een betrouwbaardere representatie van de bevolkings-samenstelling.

www.apple.com





Onderzoekers van de University of Toronto hebben een *person-on-a-chip* ontwikkeld. Het is een 3D-bloedvatenstructuur gemaakt uit POMaC die levende organen nabootst. De AngioChip biedt een kunstmatig bloedvatenstelsel waarop orgaanellen kunnen groeien. Hierbij worden niet alleen de organen nagebootst, maar ook de interacties tussen deze organen. De AngioChip biedt naast een platform voor het ontdekken en testen van nieuwe medicijnen en het vervangen van dier- en klinische studies, ook een toekomstige mogelijkheid om beschadigde organen te repareren of zelfs te vervangen.

www.engineering.utoronto.ca

- Stijgende onderzoekskosten vragen om kosteneffectieve oplossingen^{9,12,13}. Zo blijkt dat 75% van de totale ontwikkelingskosten van een nieuw medicijn wordt uitgegeven aan *in-vivo* studies, waardoor mislukkingen in fase-II of -III studies leiden tot grote financiële verliezen¹. Onder meer de farmacie wordt gestimuleerd om de efficiëntie en productiviteit te verhogen¹⁴. Ook is er een groeiende beweging in de Westerse samenleving naar *personalized medicine*^{9,10,13}. Nieuwe therapieën moeten sneller en accurater zijn en bijwerkingen moeten voorkomen worden^{12,15}.
- Er is een groeiende bewustwording van zowel de mogelijkheden die advanced labs te bieden heeft om klinische studies en dierstudies te vervangen en nieuwe therapieën te ontwikkelen, als de noodzaak van onderzoek die daar nog altijd voor nodig is⁹. De patiënt komt centraler te staan en wordt steeds vaker een ‘partner’ in studies, waarin hij of zij ook een actieve rol inneemt en zelf data aanlevert door gekoppelde *wearables* en apps^{12,16}.
- Groeiende kennis, vorderingen in technieken en technologische ontwikkelingen als *big data*, *artificial intelligence* en *3D-printing* leiden tot nieuwe inzichten en mogelijkheden^{3,10-13,15-18}. Digitalisering zou de tijd, moeite en kosten van het verzamelen van data in klinische studies kunnen verminderen¹⁹. Zo bleek uit recent onderzoek dat 64% van de ondervraagde farma- en biotechnologie bedrijven al digitale technologieën inzet in klinische studies en bijna 100% verwacht het in te zetten in de komende vijf jaar¹⁶.

HumMod

De HumMod is een geavanceerd simulatiemodel van het menselijk lichaam en het mogelijk maakt om complexe interacties in menselijke fysiologie te bestuderen. Het biedt een model voor zowel organen als individuele moleculen en bevat meer dan 1.500 vergelijkingen en 6.500 variabelen, gebaseerd op gegevens uit literatuur. De HumMod kent vele toepassingen en wordt nog altijd verder ontwikkeld en kan naast onderzoek ook worden ingezet als educatiemiddel.

www.hummod.org

Advanced labs leiden in de gezondheidszorg tot nieuwe inzichten, maar brengen ook uitdagingen met zich mee. Doordat ontwikkelingen veelal zo snel gaan, is het voor zorgprofessionals en patiënten/consumenten lastig om op de hoogte te blijven van de nieuwste innovaties¹⁵. Daarbij worden ontwikkelingen bij farmaceutische bedrijven belemmerd door de relatief trage implementatie van nieuwe technologieën¹⁹. Ten tweede worden studies complexer en lastiger om te managen door de groeiende bulk aan kennis en geavanceerde technologieën^{11,20}. Kosten stijgen door de noodzaak van het hebben van de nieuwste apparatuur, maar ook fouten sluipt makkelijker in studies¹¹. Met de digitalisering van de samenleving en technologieën als big data, zullen fouten zich verveven in de groeiende hoeveelheid data. Deze data verliest wellicht ook zijn integriteit doordat patiënten een actievere een rol in studies innemen en ‘eigen’ data aanleveren²¹. Tot slot roepen technologische vorderingen ethische vragen op. Wordt de privacy van gebruikte gegevens in studies wel gewaarborgd, zijn eerdere studies waarop wordt verder gebouwd valide en kan de veiligheid van patiënten worden gegarandeerd in nieuwe therapieën^{20,21}? En weten wij wat de gevolgen zijn van bijvoorbeeld nieuwe genmodificatie methoden? Waar leggen wij de (ethische) grens²²?

Wet- en regelgeving en regelmatige validatie zullen nodig zijn om zowel de privacy en veiligheid van patiënten als de kwaliteit van zorg te waarborgen²¹, al wordt gesteld dat dit juist weer nieuwe ontwikkelingen belemmert²³. Wij zullen de dialoog moeten starten om ethische kwesties aan te kaarten en de technologie zal nog moeten ontwikkelen²². Dankzij de digitalisering centraliseert het onderzoeksveld zich en wordt ‘team science’ gestimuleerd¹⁴. Advanced labs zullen de Westerse gezondheidszorg hervormen en kansen bieden voor nieuwe onderzoeksmethoden en behandelingen.

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 Domotics
- 2 Remote monitoring
- 3 Robotic care



Domotics

“There’s no place like home”

(Judy Garland)

★ *Domotics* omvat toepassingen van sensoren en communicatie-technologieën in huis of andere verblijfsruimten ter ondersteuning van de zorg aan de patiënt¹. Hierin onderscheiden wij twee toepassingen: toezicht houden en ondersteunen. Toezichhoudende technologieën omvatten alarmerings-, signalerings- en beveiligings-systemen. Deze variëren van een eenvoudige alarmknop die een gebruiker bij zich draagt, tot intelligente systemen die waarnemen wanneer een persoon afwijkt van zijn normale leefpatroon. Ondersteunende technologieën zorgen dat de omgeving actief of passief aangestuurd, bediend of gecontroleerd wordt¹.

▣ Domotics bieden de mogelijkheid voor het leveren van ‘zorg op afstand’¹. Het zorgproces kan effectiever en efficiënter worden ingericht. Domotics helpen ouderen of patiënten langer zelfstandig thuis wonen en verhogen daarmee indirect de eigenwaarde van de persoon^{1,3}. Fysieke vrijheidsbeperking van ouderen of patiënten kunnen worden weggenomen en de kwaliteit van leven en zelfredzaamheid vergroot^{1,3}. Ouderen, patiënten en zorgprofessionals kunnen real-time worden getraceerd⁴. Daarnaast kan het zorgprofessionals en mantelzorgers ondersteunen in het leveren van zorg en verhogen van de efficiëntie. Domotics verminderen zodoende de druk op het zorgpersoneel en bieden een uitkomst voor het toekomstige tekort aan zorgprofessionals^{1,3,5}. Uiteindelijk bieden domotics snellere, veiligere en preventievere zorg en kunnen ze worden ingezet om de kosten van zorg te verlagen^{4,6,7}.

⚡ De markt van domotics is groeiende. Voor de periode 2016-2022 wordt een wereldwijde groei van 38% verwacht². Toepassingen in valdetectie en –preventie zullen daarin de grootste groei doormaken². Uit de recente eHealthmonitor van het Nictiz bleek dat meer dan 60% van de zorgorganisaties aangaf actief bezig te zijn met domotics⁸.

✚ Verschillende factoren liggen ten grondslag aan deze stijging:

- Demografische ontwikkelingen zoals vergrijzing, een stijgende levensverwachting⁹ en de groeiende incidentie van chronische ziekten¹⁰ leiden tot een grotere zorgvraag en vergroten de vraag naar domotics^{2,11-13}.

openxs[®]
Smart Optical Sensor

De Slimme Optische Sensor (SOS) is een zelflerende sensor aan het plafond die het gedrag in aanloop naar een incident detecteert.

De SOS geeft bij een alarm de melding door naar een handset of smartphone inclusief het mogelijke risico. De zorgprofessional is nu in staat om kort te zien wat het alarm heeft veroorzaakt, wat de actuele situatie werkelijk is en of actie gewenst is. Met de SOS wordt de ‘cliënt’ daadwerkelijk centraal gezet.



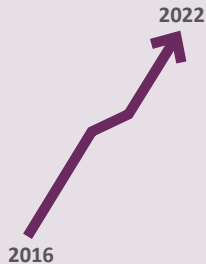
www.openxs.eu

 livesafe[®]

De LifeSafe omvat een speciaal mobiel alarmapparaat waarmee gebruikers met een druk op de knop automatisch worden verbonden met hulpdiensten. Dit kan op ieder moment van de dag, op iedere plek. Via GPS is precies te zien waar de gebruiker zich bevindt bij een hulpoproep en dankzij het gekoppelde online persoonlijk dossier, mijnLiveSafe, kan snel de meest passende hulp geboden worden. Zodoende wordt de autonomie van de gebruiker vergroot.

www.livesafe.nl

Mondiale marktwaarde domotics industrie 2016-2022



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van domotics vanaf 2016 jaarlijks stijgen met 38% tot 2022².

- De meeste ouderen spenderen het grootste gedeelte van hun tijd binnenshuis, en samen met het feit dat het aantal alleenwonende ouderen significant gestegen is, is het niet vreemd dat de meeste (onopzettelijke) valpartijen binnenshuis plaatsvinden⁴.
- De groeiende noodzaak voor kosten- en tijdseffectieve zorg sturen samen met vorderingen in de techniek en technologische ontwikkelingen als het *Internet of Things*, smartphones en een verbeterde connectiviteit aan op bredere implementatie van domotics^{2,11-14}.
- Er is een groeiende bewustwording van het gemak en de mogelijkheden die domotics bieden. In de verschuiving naar gepersonaliseerde zorg en een 'empowered' patiënt die hoge eisen aan zijn eigen zorg stelt, biedt domotics een uitkomst^{2,11,13}.

Domotics verwerven langzaam een vaste plek in de gezondheidszorg, maar brengen ook risico's en uitdagingen met zich mee. Allereerst is de implementatie van domotics complex: er zijn veel verschillende mogelijkheden en toepassingen hebben invloed op gebruikers, zorgprofessionals, zorgprocessen en de organisatie¹. De dialoog zal gevoerd moeten worden tussen de verschillende stakeholders die worden beïnvloed. De technologie zal moeten aansluiten bij deze stakeholders, anders zal het niet werken^{1,3,4}. Ten tweede moet de technische infrastructuur geschikt zijn en de technologische beperkingen zullen in kaart moeten worden gebracht. Zo kan een val vroegtijdig worden gedetecteerd, maar niet worden voorkomen. Daarnaast betekent signalering van een incident of gevaarlijke situatie nog niet altijd dat er onmiddellijk hulp komt¹. Wantrouwen in de technologie door zorgprofessionals en valse alarmeringen zorgen juist voor een toegenomen werklust. Personeel zal goed moeten worden

pillo

Pillo is een slimme medicijndispenser. Dankzij intelligente software leert hij de mensen van een huishouden kennen en zorgt hij ervoor dat de juiste persoon op het juiste moment zijn of haar medicatie of vitamines krijgt aangeboden. Pillo kan ook mantelzorgers waarschuwen wanneer iemand vergeten is om medicatie in te nemen en is in staat om herhaalrecepten op te vragen wanneer de voorraad dreigt op te raken. Daarnaast kan Pillo ook gezondheidsgerelateerde vragen beantwoorden en een teleconsult met een zorgprofessional voeren.



www.pillohealth.com

getraind en geïnformeerd over de mogelijkheden en het gebruik van domotics¹⁵, een fase die veelal als een groot obstakel wordt gezien¹⁶. De techniek zal een ondersteuning moeten bieden aan de zorg en niet een vervanging zijn van persoonlijke aandacht¹. Ten derde komt de technologie zelf ook met uitdagingen. Om onder meer valse alarmeringen te voorkomen, zal er gewerkt moeten worden aan de accuraatheid van systemen. Ook moeten gebruikers nu nog een behoorlijke investering doen en zal een balans gevonden moeten tussen de kosten van implementatie en de kwaliteitswensen van gebruikers^{2,4}. Tot slot zullen zowel de privacy van ouderen en patiënten als de beveiliging van persoonsgegevens overwogen moeten worden^{2,4}. De gemonitorde (medische) data moet beveiligd worden tegen belagers, om veilige collectie, transmissie, distributie en toegang te garanderen en de privacy van de gebruiker te waarborgen. Daarbij kunnen gebruikers terughoudend zijn, juist vanwege hun privacy⁴, al liet onderzoek zien dat ouderen welwillend zijn om privacy in te ruilen voor meer autonomie¹⁷. Ook hier zal de dialoog moeten worden gestart om eventuele zorgen weg te nemen en de technologische innovaties te optimaliseren.

Uiteindelijk zullen *domotics* een vaste plek innemen in de Westerse gezondheidszorg en essentieel zijn in het bevorderen van de zelfstandigheid van de gebruikers en langer thuis laten wonen van patiënten en ouderen. Zodoende worden de kosten van de zorg verlaagd.



Remote monitoring

“There’s no technology in telemedicine, or very little, from my point of view, because there’s no new data. It’s the same doctors making same subjective judgement. Instead of you sitting in their office, they’re doing it remotely

(Hosain Rahman)

★ *Remote monitoring* omvat technologieën die real-time de (medische) gegevens van individuen delen met zorgprofessionals. De zorgprofessional kan op afstand deze gegevens beoordelen en de patiënt waar nodig adviseren^{1,2}. De zorgprofessional houdt hiermee op afstand de gezondheid van de patiënt in de gaten. Bij toepassingen van remote consulting kan gedacht worden aan draagbare ECG-monitors, geïmplementeerde recorders, pacemakers en insulinepompen, waarbij de technologie vaak wordt ingezet bij chronisch zieken³.

▣ Remote monitoring kan worden ingezet om verslechtering van chronische ziekten te voorkomen en het herstel na opnames te bevorderen. Patiënten en zorgprofessionals kunnen geïnformeerde en tijdige beslissingen nemen in het zorgproces en hiermee de kwaliteit van de zorg en autonomie van de patiënt bevorderen^{1,4,5}. Remote monitoring vermindert het aantal (her)opnames, de opnameduur en de zorglast en bevordert zowel de veiligheid, efficiëntie en effectiviteit van gepersonaliseerde zorg als de kwaliteit van leven^{1,3,5,6}. Uiteindelijk kan remote monitoring resulteren in een verbetering van de patiëntuitkomsten^{7,8} en lagere kosten van de zorg^{1,5}. Zo werd gesteld dat dankzij remote monitoring de mondiale gezondheidszorgsystemen tot wel \$36 miljard cumulatief kunnen besparen over de periode 2013-2018 door patiënten te monitoren en zorgprofessionals tijdig te informeren over mogelijke complicaties⁹.

⚡ De markt van remote monitoring is groeiende en de marktwaarde zal naar verwachting stijgen tot aan 2024⁴. Vooral cardiovasculaire toepassingen zullen een sterke groei doormaken¹⁰. Minister Schippers stelde dat in 2019 75% van de chronisch zieken en kwetsbare ouderen zelfstandig metingen moeten uitvoeren in combinatie met monitoring op afstand¹¹.



Onderzoekers aan de Tufts Universiteit hebben slimme hechtingen ontwikkeld die real-time informatie doorgeven over wondgenezing. De onderzoekers integreerden nanosensoren, elektronica en microfluidica in hechtdraden, die in staat zijn om fysiologische parameters als druk, stress, spanning en temperatuur te meten evenals pH en glucose-niveaus. Zo kan het helingsproces gemonitord worden en een eventueel opkomende infectie worden getraceerd. De slimme hechtingen zijn nog in de onderzoeksfase, maar bieden mogelijkheden voor de toekomst.

www.tufts.edu

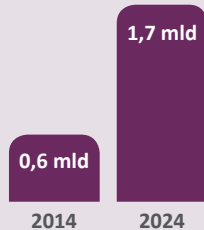


Het VisiVest™ Systeem, momenteel alleen in de VS op de markt, is een vest dat is ontwikkeld om patiënten met chronische longziekten te kunnen monitoren en te ondersteunen in hun oefeningen. Wanneer het vest wordt gebruikt bij een oefening, wordt automatisch gedetailleerde informatie over de training naar de gebruiker en de zorgprofessional gestuurd met Bluetooth. Op basis van de actuele gebruiksdata kunnen geïnformeerde vervolgstappen worden gezet en wordt de therapietrouwheid van de patiënt bevorderd.



www.hill-rom.com

Mondiale marktwaarde remote monitoring industrie 2014-2024



Naar verwachting zal de mondiale marktwaarde van remote monitoring 1,7 miljard USD zijn in 2024, waarbij de marktwaarde vanaf 2014 jaarlijks zal stijgen met ruim 12%⁴.

De laatste onderzoeken laten echter zien dat er nog in geringe mate remote monitoring plaats vindt¹². In België en Engeland zijn initiatieven in gang gezet om remote monitoring nationaal breder in te zetten^{13,14}.

+ Drijvende factoren voor de groei van de markt zijn:

- Demografische ontwikkelingen als vergrijzing, een stijgende levensverwachting¹⁵ en groeiende incidentie en prevalentie van chronisch ziekten als diabetes en cardiovasculaire aandoeningen¹⁶ stimuleren de vraag naar remote monitoring^{1,4,10,17,18}.
- De kosten van de zorg stijgen nog altijd^{10,18} en er is een toenemende stimulans vanuit overheden voor de implementatie van remote monitoring om daarmee de zorgkosten te beheersen^{1,4}. Zo richt het overheidsbeleid in Nederland zich erop om personen steeds langer zelfstandig thuis te laten wonen¹⁹.
- Er is een groeiende vraag naar autonomie en onafhankelijkheid onder de Westerse samenleving⁴. Daarnaast is er een groeiende bewustwording onder patiënten en zorgprofessionals voor de mogelijkheden die remote monitoring hiertoe bieden^{1,10}.
- Vorderingen in de techniek en technologische ontwikkelingen als het *Internet of Things*, smartphones en een verbeterde connectiviteit sturen aan op bredere implementatie van remote monitoring. De technologie wordt smaller en betrouwbaarder, waarbij technologie zelfs in het lichaam kan worden geplaatst^{1,4,17}.

Remote monitoring voorziet een sterke groei, maar er zijn ook belemmeringen. Zo zullen professionals wellicht de implementatie van de technologie belemmeren^{1,10}. Men zal goed moeten worden opgeleid en geïnformeerd over de mogelijkheden en het gebruik van remote monitoring.

Medtronic

De MyCareLink Smart™ Monitor is een remote monitoring systeem die gebruikers in staat stelt om data van hun pacemaker real-time te delen met hun zorgprofessional. Door middel van een mobiele scanner in combinatie met een app op de smartphone worden veilig en automatisch gegevens van de pacemaker geüpload. Zo worden eventuele complicaties sneller ontdekt, zijn patiënten minder tijd kwijt aan controles en worden patiëntuitkomsten verbeterd.

www.medtronic.com

De implementatie moet plaatsvinden met een duidelijk doel en er zal rekening moeten worden gehouden met eventuele veranderingen in werkprocessen en wensen van de zorgprofessionals^{5,20}. Ook patiënten kunnen een afkeer hebben tegen het dagelijks monitoren van hun gezondheid¹⁸. Het is verder belangrijk dat een patiënt, voor wie men remote monitoring wil inzetten, wordt geselecteerd op basis van duidelijke criteria en dat de aangeboden zorg past bij diens omstandigheden en vaardigheden. Niet alle patiënten beschikken over voldoende informatie en kennis om hun eigen gezondheid te kunnen managen. Het kan daarom belangrijk zijn om hen eventueel gezondheidsvaardigheden aan te leren⁵. Als laatste zijn er ook nog uitdagingen betreffende de technologische aspecten van remote monitoring. Gegevens zullen moeten worden beveiligd en de privacy van patiënten zal moeten worden gewaarborgd¹⁰. Zo is er een medische pomp geweest die gehackt kon worden en daardoor in staat was om een dodelijke hoeveelheid medicatie toe te dienen^{21,22}.

Mede dankzij technologische vorderingen zal remote monitoring uiteindelijk een vaste rol innemen in de veranderde zorgvraag en een mogelijkheid bieden voor toekomstige problemen.



Robotic care

“Some people have concerns about what it means to leave our responsibilities to robots. I think to some degree in every family, you’ve got siblings who disagree over the care of their parents”

(Jake Schreier)

- ★ *Robotic care* omvat robotica die de zorgprofessional of mantelzorg ondersteunt in de zorg en monitoring van ouderen en patiënten. De technologie komt in vele soorten en maten. Er kan zowel gedacht worden aan zorgrobots die ondersteunen in het proces of handelingen overnemen, zoals robotica die ouderen en patiënten gezelschap houdt: de zogenaamde sociale robots.
- ▣ Robotic care kan zorgprofessionals ondersteunen bij het tillen van patiënten¹, bieden een oplossing voor het verwachte zorgpersoneel tekort² en verlagen de last van mantelzorgers^{1,3,4}. De robots kunnen helpen bij de communicatie en herinneren mensen eraan hun medicijnen op tijd te nemen, hun suiker te prikken of naar een afspraak te gaan^{5,6}. Ze kunnen ondersteunen in de monitoring van individuen en gegevens verzamelen en doorspelen aan mantelzorgers of zorgprofessionals^{3,5}. Robotic care biedt gezelschap en gaat eenzaamheid tegen^{1,3,5-8}. Robots hebben eindeloos geduld, behouden de waardigheid van het individu, en vergroten diens autonomie en zelfredzaamheid^{1,4,6}. Daarnaast kunnen ze het mentaal welzijn van het individu vergroten⁹. Uiteindelijk bevordert robotic care de kwaliteit van leven, ondersteunt het in alledaagse taken en wordt de druk op mantelzorgers en zorgprofessionals verlicht^{1,5}.
- ↗ De markt van robotic care is groeiende en het aantal verkochte eenheden zal naar verwachting stijgen tot 2020¹⁰.



Care-O-bot 4

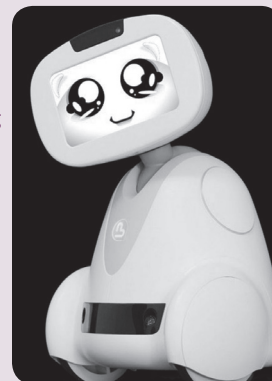
De Care-O-Bot 4 is een zorgrobot die op vele manieren kan worden ingezet in het dagelijks leven. Gebruikers kunnen de robot naar eigen wens opbouwen en inzetten en hij functioneert als een ware mobiele robotische assistent. Zo kan hij ondersteunen bij de schoonmaak en het koken, gebruikt worden voor transport en zelfs worden ingezet als entertainment.



www.care-o-bot-4.de

Buddy

Buddy is een sociale robot die het dagelijks leven van gebruikers bevordert. Buddy is voorzien van nieuwe technologische snufjes en omvat vele functionaliteiten. Hij werkt als een persoonlijke assistent en ondersteunt in communicatie, educatie en de verzorging van kinderen of ouderen. Hij bewaakt zelfs het huis tijdens de afwezigheid van de eigenaren. Buddy werkt op een *open-source* platform, wat betekent dat ontwikkelaars naar wens nog aparte applicaties kunnen toevoegen.



www.bluefrogrobotics.com

Mondiaal aantal jaarlijkse verzendingen van consumer robots 2015-2020



Het mondiale aantal van jaarlijkse verzendingen aan consumer robots zal toenemen tot maar liefst 31,2 miljoen eenheden in 2020. Verwacht wordt dat robotic care verder zal groeien en met 4,5 miljoen verzonden eenheden in 2020 een groot aandeel in het totaal zal hebben¹⁰.

- +
- De groei van de markt wordt gedreven door verschillende factoren:
- Demografische ontwikkelingen als de vergrijzing¹¹ en het toegenomen aantal chronisch zieken en individuen met multimorbiditeit¹² verhogen de zorgvraag. Daarbij is het aantal alleenwonende ouderen significant gestegen de laatste jaren¹³. De toegenomen zorgkosten¹⁴ en een verwacht tekort in zorgpersoneel² drijven de zoektocht naar goede alternatieven in de ondersteuning en zorg door zorgprofessionals en mantelzorgers¹⁵⁻¹⁹.
 - Er is een groeiende behoefte vanuit de Westerse samenleving naar zowel een persoonlijker en hogere kwaliteit van zorg als een betere patiëntervaring. Er is ook een groeiende vraag naar automatisatie¹⁵. Daarnaast groeit de bewustwording onder de Westerse samenleving omtrent de voordelen van *robotic care*, is er een toenemende acceptatie dat robots kunnen ondersteunen bij zorg en worden ze minder snel met een afkeer bekeken, mede dankzij de nieuwe generaties^{15,18}.
 - Technologische vorderingen in hardware en software en de opkomst van *artificial intelligence* en het *internet of things* stuwden de implementatie van *robotic care*. Robotische innovaties kunnen steeds meer autonoom handelen. De techniek wordt sneller, efficiënter en betrouwbaarder en kan dankzij verbeterde IT-infrastructuren worden geïntegreerd met andere slimme apparaten in de omgeving^{10,18}.



Robear is een beer-achtige zorgrobot die is ontwikkeld om zorgprofessionals te ondersteunen. Dankzij verschillende sensoren en technieken is de Robear in staat om op een aangename wijze krachtintensieve taken uit te voeren, zoals het tillen van patiënten vanuit het bed in de rolstoel. De robot is mobiel, manoeuvreert gemakkelijk door smalle doorgangen en houdt een goede balans.

www.riken.jp

- ##
- Robotic care kent een sterke groei, maar heeft echter ook nog hordes te nemen. Ten eerste is het de vraag hoe ouderen en patiënten zullen reageren op de technologie. Het blijkt dat ouderen over het algemeen positief tegenover robotic care staan, maar dit is wel afhankelijk van hun omgeving en gezondheidsstatus²⁰. Het missen van de menselijke relatie wordt soms als vervelend ervaren en het is veelal onbekend hoe een sociale robot de familiedynamiek aantast²¹. Ten tweede zullen zorgprofessionals goed moeten worden getraind en begeleid om de competenties te ontwikkelen om met de robots samen te kunnen werken en robotic care daar in te zetten waar winst te halen valt^{7,20}. Echter, er zijn ook zorgprofessionals die vrezen voor hun baan door de opkomst van robots en een toenemende automatisering²². Ten derde zijn de kosten van robotic care nog altijd hoog en zullen de kosten verder toenemen door benodigd onderhoud. De samenleving moet de afweging maken of de kosten opwegen tegen de baten^{7,8,21}. Daarnaast zijn robots complexe systemen en technologisch zijn er nog slagen te maken. Met de integratie van *artificial intelligence* zal robotic care autonoom kunnen handelen, maar daarbij ook ethische kwesties oproepen. Kan een zorgrobot zonder tussenkomst van een zorgprofessional beslissingen nemen, en welke dan? Tot slot zal naarmate robots meer (individuele) gegevens verzamelen en uitwisselen, de beveiliging goed op orde moeten zijn om de privacy van de gebruikers te waarborgen en zullen wettelijke regelingen getroffen moeten worden⁴.

Het moge duidelijk zijn, robotic care heeft de Westerse gezondheidszorg nog veel te bieden en zal uiteindelijk een vaste plek verwerven in de gezondheidszorg, waarin het zowel de consument, patiënt als zorgprofessional ondersteunt.



Waar gaan wij heen?

Zorg Enablers 2017 geeft een indruk van de technologische innovaties die nu of in de nabije toekomst hun weg in de gezondheidszorg vinden. Het overzicht van deze beeldbepalende innovaties vormt het topje van de ijsberg. De vraag is niet zozeer of ze de toekomst van de zorg gaan bepalen, maar wanneer en hoe. Als enabler dragen technologische innovaties bij aan een toegankelijke, betaalbare en kwalitatief goede zorg die persoonlijker, preventiever, predictiever en niet in de laatste plaats participatiever zal zijn.

Met nieuwe technologie stellen patiënten thuis de diagnose, voeren ze een consultatiegesprek vanuit de woonkamer en printen ze hun medicijnen uit. Consumenten managen hun gezondheid en verzamelen persoonlijke data in online medische portalen. Alles staat in verbinding met elkaar via het internet of things. Zorgprofessionals en studenten worden ondersteund met augmented reality en robots. En artificial intelligence, big data, nano- en gentechnologie bepalen diagnoses en de keuze voor behandeling. Overleg vindt niet alleen plaats tussen zorgprofessional en patiënt; steeds vaker zitten ondernemers ook 'aan tafel'. Zij verzamelen en delen informatie en instrueren of adviseren patiënten.

Digitalisering, goedkopere technologieën, groeiende bewustwording over de eigen gezondheid en *power-to-the-patient* zijn de drijvende kracht achter de technologische. 'Cybercare'¹, 'digital healthcare'² en 'eHealth'³ zijn enkele begrippen die de rol van technologie illustreren. Men spreekt soms van de vierde industriële revolutie⁴. Het is in ieder geval duidelijk dat technologie de zorg sterk gaat veranderen.

De ontwikkelingen gaan snel. Het succes van een technologie en een werkelijke bijdrage aan betaalbaarheid, toegankelijkheid en kwaliteit van de zorg is echter afhankelijk van veel factoren. Er zal ook sociale en procesinnovatie plaats moeten vinden. Alleen dan kan technologie bijdragen aan een participatieve, persoonlijke, preventieve en predictieve zorg.

Dit houdt in dat informele-, formele- en zelfzorg nauw verweven zijn. Technologie ondersteunt het participeren 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 meeste geschikte behandeling. Daarnaast kunnen we met alle verzamelde informatie beter voorspellen (predictie) welke mensen verhoogde kans hebben op een bepaalde aandoening of hoe zij zullen reageren op een behandeling. Databases en slimme software staan aan de basis van onderzoek naar bijvoorbeeld zeldzame ziektes, ziekteontwikkeling en het bepalen van optimale behandeling. Tot slot krijgt preventie een grotere rol en maakt technologie grotere bewustwording en gedragsverandering mogelijk. Zo verleggen we de focus naar het behouden van gezondheid en het voorkomen van aandoeningen.

Nieuwe technologie dient zich voldoende aan. De werkelijke uitdaging ligt bij de implementatie ervan. De implementatie en acceptatie van technologie lopen niet altijd samen op en barrières zullen overwonnen moeten worden. Denk hierbij aan financiering, wet- en regelgeving, standaardisatie en het verbeteren van veiligheid en privacy⁵.

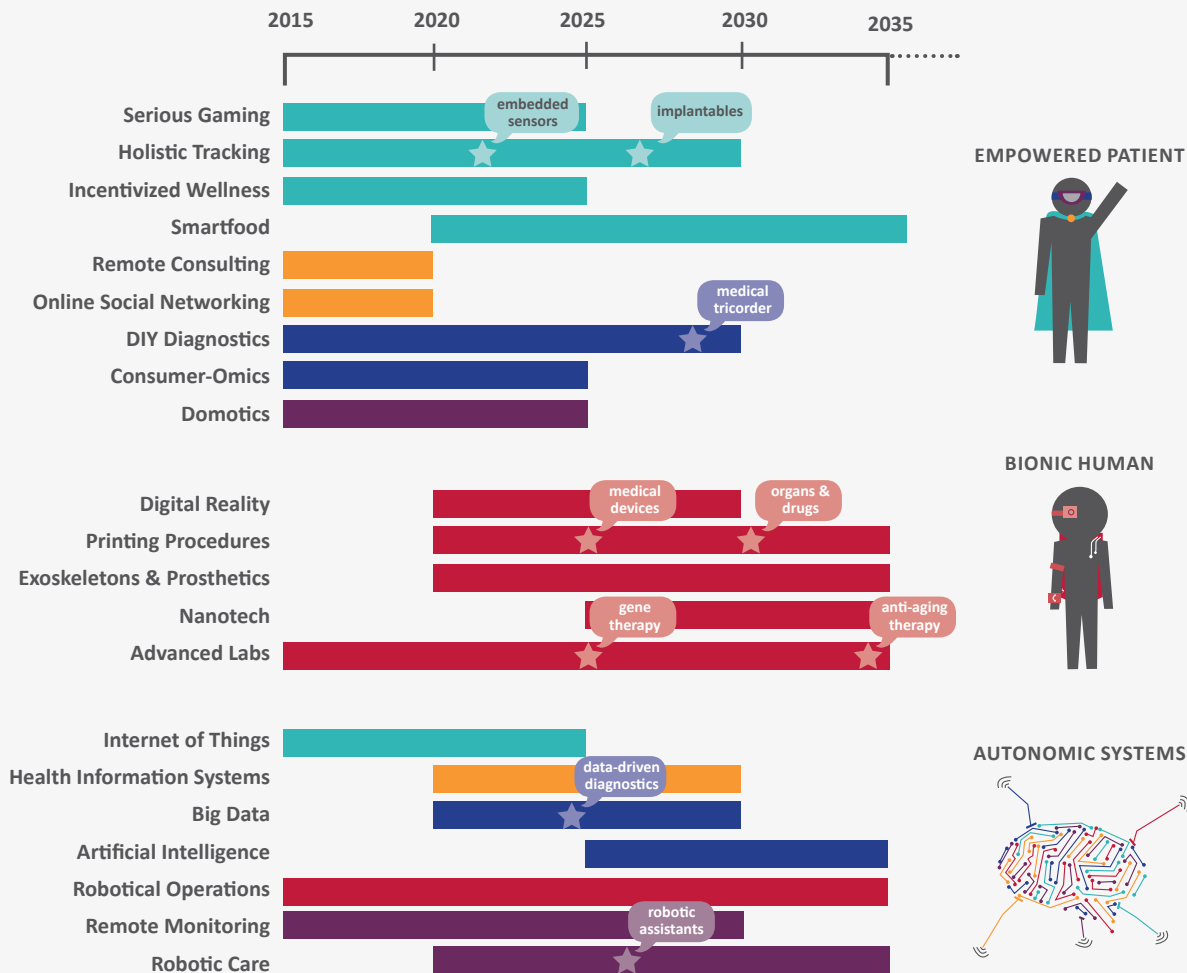
Maar het belangrijkste is misschien wel het innovatievermogen van de zorgprofessional en de zorgorganisatie. Dit begint met een up-to-date kennis over zorgtechnologie. Minstens zo belangrijk is echter het vermogen om snel aan te passen aan ontwikkelingen in de buitenwereld, veranderingen te adopteren en te vertalen naar zorgprocessen en inrichting van zorg.

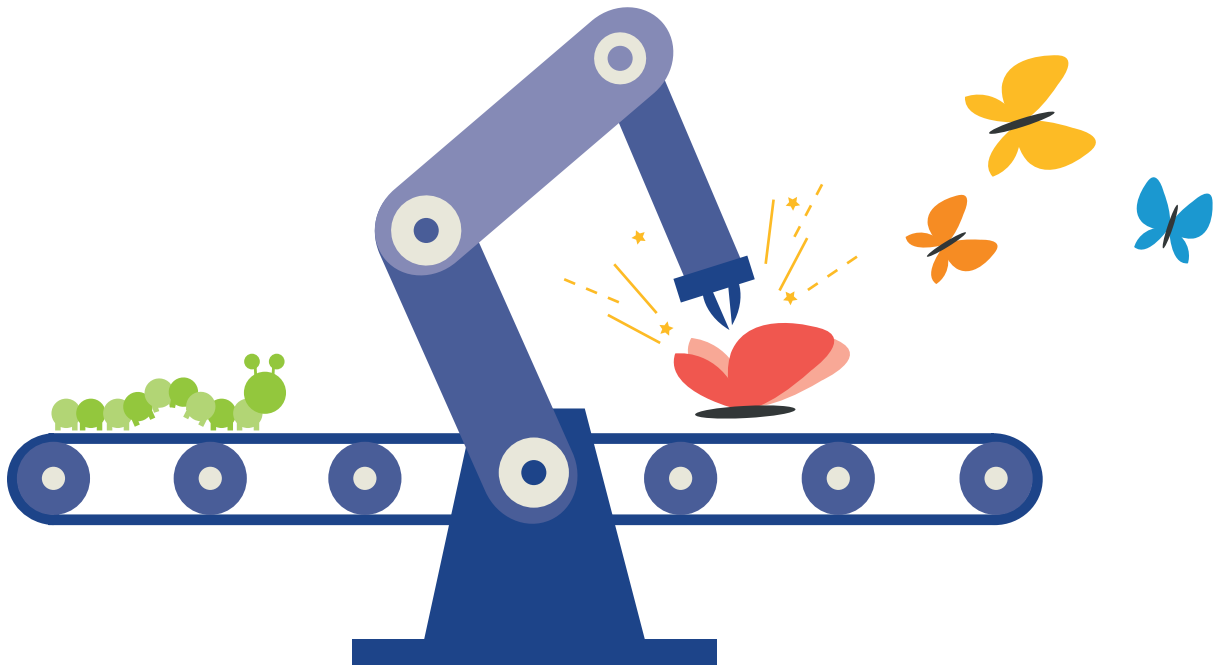
Dat vraagt om klinisch leiderschap, want uiteindelijk zijn het de zorgprofessionals die samen met patiënten en andere stakeholders samenwerken om de zorg beter te maken. Elke dag weer. Een lerende en innoverende omgeving is nodig, waar kennis, capaciteit en investeringsvermogen beschikbaar zijn om plannen om te zetten naar daadwerkelijke vernieuwing. Nog maar weinig zorginstellingen hebben een dergelijke omgeving gerealiseerd. Dit resulteert soms in frustratie en cynisme bij zorgprofessionals met ambities voor zorgvernieuwing.

Onze belofte is om bij te dragen aan het creëren van een dergelijke omgeving door de kennis over nieuwe technologie te ontsluiten waardoor zorgorganisaties structureel kunnen investeren in zorgvernieuwing. Pas dan kan nieuwe technologie snel de weg naar de werkvloer vinden en bijdragen aan een toekomstbestendige gezondheidszorg.

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

De 21 geschetste technologische ontwikkelingen werken toe naar drie uiteindelijke doelen:
 1. Empowered Patient, 2. Bionic Human en 3. Autonomic Systems.



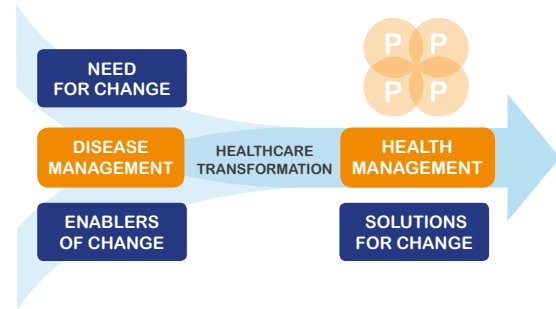


Het Diagnose programma is toe aan de volgende stap: van een toekomstverkenning in Diagnose 2025¹ en innovatie-agenda's in Diagnose Diabetes² en Diagnose Zorginnovatie³ nu naar de stap naar realisatie. De toekomst vraagt erom op een andere manier te kijken naar gezondheid en de zorg anders in te richten. Kleine aanpassingen zijn niet meer genoeg: een transformatie is noodzakelijk.

In Diagnose Transformatie inventariseren wij de belangrijkste trends en ontwikkelingen die impact hebben op de Westerse gezondheidszorg. Wij werken aan een gemeenschappelijke visie hoe de zorg kan aansluiten bij persoonlijke, participerende, preventieve en predictieve gezondheidszorg. De weg naar dit toekomstbeeld - de transformatie - speelt een belangrijke rol. Het gaat dan om vraagstukken als: *Hoe zorgen wij dat organisaties strategisch wendbaar kunnen zijn? Hoe vergroten wij het verandervermogen van organisaties? Hoe ga je om met barrières op het gebied van financiering, cultuurverandering en technologie? En hoe geven wij innovatie een plek binnen organisaties in de zorg?*

In het programma faciliteren wij samen met de strategische partners een beweging die de benodigde transformatie op een lerende en iteratieve wijze invult. De vragen en behoeften van patiënten/cliënten, zorgprofessionals en andere belanghebbenden staan daarin centraal. Het is een beweging waarin we kennis en kunde rondom transitie, innovaties en veranderingen in de gezondheidszorg met elkaar delen en in de praktijk brengen.

Diagnose Transformatie is een vervolg op de eerdere programma's. In Diagnose 2025 (2010) zijn de uitdagingen van de gezondheidszorg in trends en toekomstscenario's omschreven. In Diagnose Zorginnovatie (2013) is met ruim 350 belanghebbenden gewerkt aan een collectieve innovatieagenda. Het Diagnose-netwerk bestaat uit patiënten/cliënten, verpleegkundigen, artsen, bestuurders, koepels, kennisinstituten, zorgverzekeraars en commerciële bedrijven. Wij leren van elkaars ervaringen en werken gezamenlijk aan een gezondheidszorg die toegankelijk, betaalbaar en kwalitatief hoogwaardig is. Met Diagnose Transformatie zetten wij de volgende stap: van collectieve innovatie naar collectieve implementatie.



Het programma heeft vier hoofdactiviteiten. Allereerst doen wij literatuuronderzoek en deskresearch met een focus op de *needs for change* en *enablers of change*. Wij inventariseren de belangrijkste trends en ontwikkelingen in de Westerse gezondheidszorg, met als eerste doel een helder beeld te schetsen over de veranderende zorgvraag. Het tweede doel is een verdieping te maken op de technologische en sociale innovaties die onze gezondheidszorg fundamenteel zullen veranderen. In een tweede fase bestuderen wij case studies van succesvolle transformaties binnen en buiten de zorg. Deze worden gecombineerd met de inzichten uit interviews met 'transformatie-experts' in de derde fase. Op deze manier brengen wij de belangrijkste leerlessen van succesvolle (zorg)organisaties in beeld. Tot slot toetsen wij in meerdere werksessies met ons netwerk de modellen, conclusies en werkwijzen voor transformatie.

Uiteindelijk staat de praktische toepassing van de ontwikkelde kennis centraal. Daarom is ons doel een transformatie toolbox te ontwikkelen. Deze toolbox zal zorgprofessionals en bestuurders helpen en ondersteunen bij de benodigde transformatie in hun eigen omgeving. Met dit programma zetten wij in op een transformatie van de Westerse gezondheidszorg voordat het systeem onhoudbaar is.

Philip J. Idenburg
Initiator & auteur

Monique Philippens
Co-auteur & programma manager

www.diagnoseprogrammas.nl/diagnose-transformatie



Ons team

AUTEURS



Philip J. Idenburg



Vivian Dekkers

TEAM DESIGN



Michèle
Duquesnoy

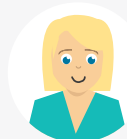


Arjo
Mans

TEAM STRATEGIE



Berend
Buys Ballot



Ellis
Boerkamp



Daniel
Mogendorff



Joost
Kadijk

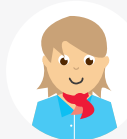
TEAM ONDERZOEK



Sjoerd
Emonts



Lisa
Wekenborg



Monique
Philippens



Catja
Klabbers

TEAM SUPPORT



Karin
Rutgers



Sanny
Zuiderveld



Romy
Smith



Bo
Fokkes



Over de auteurs



Philip J. Idenburg MSc. MBA is managing partner van BeBright en adviseert op het gebied van strategie en innovatievraagstukken. Proces en inhoud gaan daarbij hand in hand en moeten uiteindelijk leiden tot concrete innovatie, als basis voor het toekomstige succes van organisaties.


Philip is een veelgevraagd spreker voor lezingen en colleges aan universiteiten. Tevens is hij auteur van vele artikelen en boeken waaronder 'Oog voor de toekomst', 'Diagnose 2025: over de toekomst van de Nederlandse gezondheidszorg', 'Diagnose Diabetes', 'Sociaal Wonen 2030' en 'Diagnose Zorginnovatie'.

Behalve ervaring als adviseur, onder andere van de Raad van Bestuur van de Rabobank en KPMG/Nolan Norton & Co, heeft Philip hands-on managementervaring als (eind)verantwoordelijke bij Reed Elsevier, Robeco en Zurich.

De samenleving gaat momenteel door een aanzienlijke transformatie die grote druk zal leggen op bestaande systemen, mensen en organisaties. Dat vraagt veel van de bestuurders en management, waarbij de enige antwoorden leiderschap en persoonlijke transformatie zijn. Met een groeiende groep bestuurders en (klinisch)leiders onderzoekt Philip de onderliggende vraagstukken waar de samenleving als geheel en iedere burger afzonderlijk mee wordt geconfronteerd. Deze gesprekken vinden plaats in Nederland en in India, waar Philip zijn inspiratie haalt en zich geregeld spiritueel oplaadt.

 @philipidenburg

 www.linkedin.com/in/philipidenburg

 philip.idenburg@bebright.eu



Vivian Dekkers is adviseur bij BeBright. Op basis van kwalitatieve en kwantitatieve analyses begeleidt ze klanten bij het maken van strategische keuzes. Met haar betrokkenheid bij BeBright Analytics en trajecten als Diagnose Zorginnovatie en Diagnose Transformatie is Vivian op de hoogte van alle relevante trends en ontwikkelingen in de gezondheidszorg.

In 2012 deed Vivian haar afstudeeronderzoek, getiteld 'The Diffusion of Disruptive Innovations in the Dutch Healthcare sector', als onderdeel van Diagnose Zorginnovatie. Kort daarna nam ze haar diploma 'Master of Science and Innovation Management' in ontvangst van de Universiteit Utrecht.

Vivian is inhoudsgedreven en verzamelt al jaren informatie over de nieuwste technologieën. Door haar brede focus op innovatie kan zij technologische mogelijkheden vertalen naar concrete oplossingen in de zorg.

Haar brede kennis paste zij onder meer toe bij de visieontwikkeling van 'Zorg voor 2020' van de Nederlandse Vereniging van Ziekenhuizen (NVZ). Daarnaast hielp zij klanten als De Friesland Zorgverzekeraar, Rabobank en het UMC Utrecht bij diverse strategische vraagstukken. Dagelijks laat ze zich inspireren door wat technologie ons te bieden heeft.

 www.linkedin.com/in/vivian-dekkers

 vivian.dekkers@bebright.eu

www.bebright.eu 
www.diagnoseprogrammas.nl



Noten

INLEIDING

- ¹ Philip J. Idenburg & Michel van Schaik. Diagnose Zorginnovatie: over technologie en ondernemerschap. 2013
- ² Huber, M., Knottnerus, J. A., Green, L., van der Horst, H., Jadad, A. R., Kromhout, D., & Smid, H. (2011). How should we define health?. *Bmj*, 343, d4163

ZORGFASE 1. PREVENTIE & GEZOND LEVEN



Serious gaming

- ¹ Philip J. Idenburg & Michel van Schaik. Diagnose Zorginnovatie: over technologie en ondernemerschap. 2013
- ² King, D., Greaves, F., Exeter, C., & Darzi, A. 'Gamification': Influencing health behaviours with games. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 2013;106(3): 76-78.
- ³ Deloitte. Market Study Dutch Games Industry Ready for Growth. 2011
- ⁴ Miller, Sheena M., "The Potential of Serious Games as Mental Health Treatment" (2015). University Honors Theses. Paper 148.
- ⁵ Minhua Ma, Lakhmi C. Jain & Paul Anderson. Virtual, Augmented Reality and Serious Games for Healthcare 1. 2014. Pagina 1-2
- ⁶ MarketsandMarkets. Serious Game Market by Vertical (Education, Corporate, Healthcare, Retail, Media and Advertising), Application (Training, Sales, Human Resource, Marketing), Platform, End-User (Enterprise, Consumer), and Region - Forecast to 2020. 2015
- ⁷ Institute for the Future. Innovations in Games: Better Health and Healthcare. 2012
- ⁸ Janneke Giliam. Serious Gaming steeds belangrijker in de zorg. 2015



Holistic tracking

- ¹ Tamar Sharon Self-Tracking for Health and the Quantified Self: Re-Articulating Autonomy, Solidarity, and Authenticity in an Age of Personalized Healthcare. *Philosophy & Technology*. 2016: 1-29
- ² <http://www.quantifiedself.nl/> Van 28-6-2016
- ³ MarketsandMarkets. Mobile Health Apps & Solutions Market by Connected Devices (Cardiac Monitoring, Diabetes Management Devices), Health Apps (Exercise, Weight Loss, Women's Health, Sleep and Meditation), Medical Apps (Medical Reference) - Global Trends & Forecast to 2018. 2013
- ⁴ Norman Rozenberg. How implantable technologies are shaping health care. <http://tpo-uk-uat.sourcenet.net/industries-uk-en/implantable-technologies-shaping-health-care/> Van 28-6-2016

- ⁵ GfK. Mobile communication is booming thanks to wearables. August 2016 http://www.gfk.com/fileadmin/user_upload/dyna_content/Global/documents/Press_Releases/2016/20160831_GfK_SmartphonesWearables_ENG_fin.pdf. Van 21-09-2016
- ⁶ PWC HRI. Primary care in the New Health Economy: Time for a makeover. 2015
- ⁷ IMS Institute for Healthcare Informatics. Patient Adoption of mHealth: Use, Evidence and Remaining Barriers to Mainstream Acceptance. 2015
- ⁸ Institute for the Future. Future Health Index 2016. 2016
- ⁹ MarketsandMarkets. mHealth Solutions Market by Connected Devices (Blood Pressure Monitor, Glucose Meter, Pulse Oximeter) Apps (Weight Loss, Women's Health, Personal Health Record, & Medication) Services (Remote Monitoring, Consultation, Prevention) - Global Forecast to 2020. 2015
- ¹⁰ Elsevier Clinical Solutions. Mobile Applications and the future of healthcare. 2015
- ¹¹ <https://insights.samsung.com/2016/02/24/do-patients-rely-on-mobile-health-care-apps-more-than-their-doctors/> Van 28-6-2016
- ¹² William Mosseri-Marlio. Are health apps saving lives – or just confusing us? 2016 <http://www.prospectmagazine.co.uk/science-and-technology/health-apps-digital-nhs> Van 28-06-2016
- ¹³ Melanie Swan. Health 2050: The Realization of Personalized Medicine through Crowdsourcing, the Quantified Self, and the Participatory Biocitizen. 2012
- ¹⁴ Philip J Idenburg en Michel van Schaik. Diagnose Zorginnovatie: over technologie en ondernemerschap. 2013



Incentivized wellness

- ¹ Fred C. Lunenburg. Expectancy Theory of Motivation: Motivating by Altering Expectations. *International Journal of Management, business and administration*. 2011;15:1
- ² <https://techcrunch.com/2015/09/10/whats-better-incentivized-or-non-incentivized-app-install-campaigns/> Van 24-07-2016
- ³ WHO Regional office for Europe. Behaviour change strategies of health systems: the role of health systems. 2008
- ⁴ <http://www.wexhealthinc.com/healthcare-trends-institute/wearable-technology-behavior-incentives-healthcare-cost-savings/> Van 24-07-2016
- ⁵ <http://www.volkskrant.nl/wetenschap/raad-voor-volksgezondheid-stel-beloning-in-voor-gezonde-levensstijl~a3408240/>
- ⁶ <http://www.ad.nl/gezond/menzis-beloont-gezonde-leefstijl~aacf9049/> Van 24-07-2016
- ⁷ <http://gezondlevenverzekering.nl/> Van 24-07-2016
- ⁸ Elenko E., et al. Defining digital medicine. *Nature biotechnology*. 2015| 33:5
- ⁹ Meredith SE., et al. The ABCs of incentive-based treatment in health care: a

behavior analytic framework to inform research and practice. *Psychol Res Behav Manag.* 2014; 7:103-114

- 10 Marketwatch. You may be forced to wear a health tracker at work. 2015
- 11 Matthews J., et al. Persuasive technology in mobile applications promoting physical activity: a systematic review. *Journal of medical systems.* 2016; 40:72
- 12 Fitbit. Fitbit healthy futures report. 2013
- 13 Patel, MS., et al. Framing financial incentives to increase physical activity among overweight and obese adults: a randomized controlled trial. *Ann intern med.* 2016;164(1):385-394



Smartfood

- 1 Gezondheidsraad. Richtlijnen goede voeding 2015. Den Haag: Gezondheidsraad, 2015; publicatienr. 2015/24
- 2 Fiocchi A, Sampson HA. "Food Allergy", Section 2.5, in WAO White Book on Allergy, Pawankar R, Canonica GW, Holgate ST, and Lockey RF, editors (Milwaukee, Wisconsin: World Allergy Organization, 2011), pp 47-53.
- 3 Prescott SL. et al. A global survey of changing patterns of food allergy burden in children. *World Allergy Organ J.* 2013;6(1):21
- 4 FARE. Food based allergy: facts and statistics. <https://www.foodallergy.org/facts-and-stats> Van 24-9-2016
- 5 OECD. Health at a glance 2015. November 2015
- 6 WHO. Obesity and overweight: fact sheet. June 2016. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> Van 24-9-2016
- 7 IDF. Diabetes: facts and figures. 2015 <http://www.idf.org/about-diabetes/facts-figures> Van 24-9-2016
- 8 European Commission. Research & Innovation: Horizon Prizes. <http://ec.europa.eu/research/horizonprize/index.cfm?prize=food-scanner> Van 24-9-2016
- 9 Brisk Insights. Genetically Modified Foods Technology Market By Crop And Processed Foods, By Technology (Polymerase Chain Reaction Based, Immunoassay Based), By Traits (Stacked, Herbicide Tolerance, Insect Resistance), Industry Size, Growth, Share And Forecast To 2022. May 2016
- 10 Transparency Market Research. Nutraceuticals Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, and Forecast 2015 – 2021. April 2016.
- 11 KPMG. Nutraceuticals: The future of intelligent food. 2015
- 12 Basu J. Eco-friendly innovation will shape the future of food. 2015. <http://www.foodnavigator.com/Science/New-technologies-to-shape-the-future-of-food-supply> Van 24-9-2016
- 13 Chaudhry Q et al. Nanotechnologies in the food arena: new opportunities, new questions, new concerns. *Royal Society of Chemistry.* 2010.
- 14 TechSci Research. Global Organic Food Market Forecast and Opportunities, 2020. August 2015
- 15 Mesko B. The fascinating world of food scanners. May 2016. <http://medicalfuturist.com/food-scanners/> Van 24-9-2016
- 16 Markets Research Reports. Nutrigenomics Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends And Forecast 2012 – 2018.

- 17 Ordovas JM et al. Nutrigenomics and nutrigenetics. *Curr Opin Lipidol.* 2004; 15(2):101-8
- 18 Sifferlin A. Over Half of E.U. Countries Are Opting Out of GMOs. October 2015. <http://time.com/4060476/eu-gmo-crops-european-union-opt-out/> Van 24-9-2016
- 19 Genetic Literacy Project. Where are GMOs grown and banned? <http://gmo.geneticliteracyproject.org/FAQ/where-are-gmos-grown-and-banned/> Van 24-9-2016



Internet of things

- 1 Ottes L. Big Data in de Zorg. Wetenschappelijke raad voor het overheidsbeleid. Den Haag. 2016
- 2 Gil D et al. Internet of Things: A review of surveys based on context aware intelligent services. *Sensors.* 2016; 16(7): 1069
- 3 Huntley K. How the internet of things will disrupt traditional healthcare. June 2016 <http://blog.avanade.com/avanade-insights/health-care/how-the-internet-of-things-will-disrupt-traditional-healthcare/> Van 21-9-2016
- 4 Van Campen W. Het medische Internet of Things valt of staat met goede beveiliging. September 2015 <http://www.icthealth.nl/nieuws/nieuwsitem/article/blog-het-medische-internet-of-things-valt-of-staat-met-goede-beveiliging.html> Van 21-9-2016
- 5 Patel K. 6 benefits of IoT for hospitals and healthcare. July 2016 <http://readwrite.com/2016/07/18/top-6-benefits-internet-things-iot-hospitals-healthcare-facilities-ht1/> Van 21-9-2016
- 6 IDC. Worldwide Internet of Things Forecast, 2015-2020. May 2015.
- 7 Statista. Internet of Things (IoT): number of connected devices worldwide from 2012 to 2020.
- 8 Gartner Inc. Gartner Symposium/ITxpo 2015. <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317> Van 21-9-2016
- 9 Markets&Markets. IoT Healthcare Market by Components (Medical Device, System and Software, Service, and Connectivity Technology), Application (Telemedicine, Workflow Management, Connected Imaging, Medication Management), End-User - Global Forecast to 2020. October 2015
- 10 McCabe B. Connected healthcare is becoming vital. August 2016
- 11 Xcubelabs. 6 factors driving massive growth of IoT in healthcare. October 2015. <https://www.xcubelabs.com/our-blog/iot-in-healthcare/> Van 22-9-2016
- 12 Campbell J, Dussault G, Buchan J, Pozo-Martin F, Guerra Arias M, Leone C, Siyam A, Cometto G. A universal truth: no health without a workforce. *Forum Report, Third Global Forum on Human Resources for Health, Recife, Brazil.* Geneva, Global Health Workforce Alliance and World Health Organization, 2013.
- 13 Grand View Research. Internet of Things (IoT) in Healthcare Market Analysis By Component (Medical Device, System, Software, Services), By Connectivity Technology (Wi-Fi, ZigBee, NFC, Cellular, Satellite, BLU), By Application (Telemedicine, In patient Monitoring, Clinical Operation, Connected Imaging, Medication Management), By End-Use (Hospitals, Clinics, CRO, Research, Diagnostic Laboratories) And Segment Forecasts To 2022. May 2016

- 14 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013). World Population Ageing 2013.ST/ESA/SER.A/348.
- 15 The Marshall Protocol Knowledge Base. Incidence and prevalence of chronic disease. <http://mpkb.org/home/pathogenesis/epidemiology> Van 22-9-2016
- 16 European Police Office. The Internet Organised Crime Threat Assessment (iOCTA). 2014. The Hague. The Netherlands
- 17 Bennett J. The Internet of Things goes nano. September 2016. <http://internetmedicine.com/2016/09/04/51798/> Van 22-9-2016
- 18 McCabe B. How the Internet of Things has the potential to improve healthcare. August 2015
- 19 CompTIA. Internet of Things: insights and opportunities. July 2016
- 20 IDC. The digital universe of opportunities: rich data and the increasing value of the Internet of Things. April 2014
- 21 Beek C. et al. McAfee Labs Threats Report. Intel Security. September 2016
- 22 Mesko B. Healthcare is coming home with sensors and algorithms. The Medical Futurist. August 2016

ZORGFASE 2. CONSULTEREN



Remote consulting

- 1 <http://aimpact.nl/technologie-enof-applicatietypen-bij-ehealthtoepassingen/> Van 08-08-2016
- 2 Trendition. Communicatie in de zorg van scherm tot scherm. Nictiz. 2015
- 3 WHO. Telemedicine, opportunities and developments in Member States. 2010
- 4 PWC. Primary care in the new health economy: time for a makeover. 2015
- 5 Lactman N. Five forces driving telemedicine expansion in 2016. 2016.
- 6 Schindler E. Healthcare IT: Hot trends for 2016, part 1. 2015.
- 7 Nictiz. eHealthmonitor 2015: tussen vonk en vlam. 2015.
- 8 Mordor intelligence. Global telemedicine market – growth, trends anforecasts (2016-2021). 2016
- 9 PWC. Top health industry issues of 2016: thriving in the new health economy. 2015.
- 10 Telehealth Index: 2015 Physician Survey Insights
- 11 Flodgren G., et al. Interactive telemedicine: effects on professional practice and health care outcomes. 2015
- 12 Su D., et al. Does telemedicine improve treatment outcomes for diabetes? A meta-analysis of results from 55 randomized controlled trials. Diabetes Res Clin Pract. 2016; 116:136-148.
- 13 Rudin R.S. et al. Accelerating Innovation in Health IT. NEJM. 2016; 375:815-817
- 14 <https://evisit.com/future-of-telehealth/> Van 05-10-2016
- 15 Crowdsourcing, the Quantified Self, and the Participatory Biocitizen. J. Pers. Med. 2012; 2:93-118.
- 16 Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health (CADTH). Personal Electronic Health Records: A Review of Clinical Effectiveness, CostEffectiveness, and Guidelines. 2016
- 17 Irizarry I., et al. Patient portals and patient engagement: a state of science review. J Med Internet Res. 2015; 17(6)
- 18 NPCF. Rapport persoonlijk gezondheidsdossier: ervaringen en wensen met betrekking tot het persoonlijk gezondheidsdossier. 2015.
- 19 Palma G. Electronic health records: the good, the bad and the ugly. 2013
- 20 Nictiz. eHealthmonitor 2015: tussen vonk en vlam. 2015.
- 21 NPCF. Meldactie ‘social media en internet’. 2013
- 22 Grand View Research. Electronic Health Records (EHR) Market Analysis by Product (Client–Server-based, Web-Based), By End-use (Hospitals, Physicians, Clinical/Diagnostic Laboratories Ambulance, Pharmacies) And Segment Forecasts To 2022. April 2015.
- 23 Nictiz. Rapportage eHealth-doelstellingen 2016. 2016
- 24 Ford EW, Personal health record use in the United States: Forecasting future adoption levels. JMIR. 2016;18(3)
- 25 <http://www.e-tervis.ee/index.php/en/news-and-articles/432-overview-of-estonian-electronic-health-record-ehr-system> Van 05-10-2016
- 26 <http://www.healthcareitnews.com/news/cloud-mobile-among-top-ehr-trends-watch-2016-consultant-says> Van 05-10-2016
- 27 Kenneth D. et al. Time for a patient-driven health information economy? NEJM. 2016; 374:205-208
- 28 4. Keizer, A.G. (2011) ‘De digitale patiënt centraal. Medische informatie in een digitale wereld’ in D. Broeders, C.M.K.C. Cuijpers & J.E.J. Prins (red.) De staat van informatie, wrv-verkenning nr. 25, Amsterdam: Amsterdam University Press.
- 29 <http://blog.capterra.com/top-5-ehr-trends-for-2016-2/> Van 05-10-2016
- 30 Newhook E. The past, present and future of electronic health records (EHRs). 2014
- 31 Philip J Idenburg en Michel van Schaik. (2013) Diagnose Zorginnovatie: over technologie en ondernemerschap
- 32 Rudin R.S. et al. Accelerating Innovation in Health IT. NEJM. 2016; 375:815-817



Online social networking



Health information systems

- 1 <http://aimpact.nl/technologie-enof-applicatietypen-bij-ehealthtoepassingen/> Van 05-10-2016
- 2 Melanie Swan. Health 2050: The Realization of Personalized Medicine through
- 3 Muhlen von M., et al. Reviewing social media use by clinicians. J Am Med Inform Assoc. 2012; 19(5):777-781
- 4 Ventola CL. Social Media and Health Care Professionals: Benefits, Risks, and Best Practices. P T. 2014; 39(7): 491-499
- 5 George DR., et al. Dangers and opportunities for social media in medicine. Clin Obstet Gynecol. 2013; 56(3)
- 6 IMS. Social media in healthcare report. 2014 <http://www.slideshare.net/adigaskell/social-media-in-healthcare-report-2014> Van 05-10-2016
- 7 Kaplan AM., et al. Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media.2010; 53: 59-68

- ⁶ Kietzmann JH., et al. Social media? Get serious! Understanding the functional building blocks of social media. 2011; 54(3): 241-251
- ⁷ HRI. Social media “likes” healthcare: from marketing to social business. 2012 <https://zephoria.com/top-15-valuable-facebook-statistics/> Van 08-08-2016
- ⁸ <http://www.statista.com/statistics/264810/number-of-monthly-active-facebook-users-worldwide/> Van 08-10-2016
- ¹⁰ <http://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/> Van 08-10-2016
- ¹¹ Edwards J. Leaked Twitter API data shows the number of tweets is in serious decline. February 2016 <http://uk.businessinsider.com/tweets-on-twitter-is-in-serious-decline-2016-2> Van 08-10-2016
- ¹² <http://expandedramblings.com/index.php/youtube-statistics/> Van 08-10-2016
- ¹³ List of Wikipedias. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Wikipedias Van 08-10-2016
- ¹⁴ Size of Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Size_of_Wikipedia Van 08-10-2016
- ¹⁵ Fox S & Duggan M. Health Online 2013. Pew Research Center. January 2013.
- ¹⁶ Perrin A. Social Media Usage: 2005-2015. Pew Research Center. October 2015
- ¹⁷ Health Research Institute. Social media “likes” healthcare: from marketing to social business. PWC. April 2012
- ¹⁸ Nictiz. eHealthmonitor 2015: tussen vonk en vlam. 2015.
- ¹⁹ Brown J. et al. How doctors view and use social media: a national survey. J Med Internet Res. 2014; 16(12):e267
- ²⁰ Modahl M. et al. Doctors, Patients & Social Media. QuantiaMD. September 2011
- ²¹ Panahi .S et al. Social media and physicians: exploring the benefits and challenges. Health informatics Journal. 2016; 22(2):99-112
- ²² Lella A. Smartphone apps are now 50% of all U.S. digital media time spent. September 2016. <http://www.comscore.com/Insights/Blog/Smartphone-Apps-Are-Now-50-of-All-US-Digital-Media-Time-Spent> Van 08-10-2016
- ²³ Dosemagen S & Aase L. How social media is shaking up public health and healthcare. The Huffington Post. January 2016
- ²⁴ Moorhead S.A. et al. A new dimension of health care: systematic review of the uses, benefits, and limitations of social media for health communication. J Med Internet Res. 2013; 15(4):e85

ZORGFASE 3. DIAGNOSE



DIY Diagnostics

- ¹ Carrera P.M. et al. Do-it-yourself Healthcare: The current landscape, prospects and consequences. Maturitas. 2014; 77(1):37-40
- ² Byrne S. Do-it-yourself health screening tests that are worth the money. August 2015 <http://www.consumerreports.org/cro/news/2015/08/do-it-yourself-health-screening-tests/index.htm> Van 04-09-2016
- ³ Markets&Markets. Point-of-Care Diagnostics Market by Products (Glucose, Cardiomatabolic Monitoring, & Infectious Disease Testing Kits, Cardiac &

- Tumor Markers), End Users (Home, Hospitals, Ambulatory Care), Over-the-Counter & Prescription Based - Global Forecast to 2021. July 2016
- ⁴ PWC. Top health industry issues of 2016: thriving in the new health economy. 2015.
- ⁵ PWC. Primary care in the new health economy: time for a makeover. 2015
- ⁶ Macro Trend: DIY analytics. <http://www.trendone.com/en/trend-universe/macro-trends/macro-trend-detail/diy-analytics.htm> Van 04-09-2016
- ⁷ Hynes V. The trend toward self-diagnosis. CMAJ. 2013; 185(3): 149-150
- ⁸ InfoNu. <http://mens-en-gezondheid.infonu.nl/diversen/170591-de-gevaren-van-medische-zelfdiagnose.html> Van 08-10-2016
- ⁹ NHS. How to use self-test kits safely. <http://www.nhs.uk/Livewell/Pharmacy/Pages/self-test-kits-safety.aspx> Van 03-10-2016



Consumer-omics

- ¹ Swan M. Health 2050: The realization of personalized medicine through crowdsourcing, the quantified self, and the participatory biocitizen. J Pers Med. 2012; 2:93-118
- ² http://omics.org/index.php/Omes_and_Omics Van 08-10-2016
- ³ Nature. The Omics Age. Cambridge, MA: NPG Education. 2010
- ⁴ Genomics England. <https://www.genomicsengland.co.uk/the-100000-genomes-project/> Van 08-10-2016
- ⁵ Bain L.J. Microbiomics: the next big thing? Penn Medicine. July 2014.
- ⁶ Wishart D.S. et al. HMDB: the Human Metabolome Database. Nucleic Acids Res. 2007; 35:521-526
- ⁷ <https://www.23andme.com/> Van 08-10-2016
- ⁸ Ottes L. Big Data in de Zorg. Wetenschappelijke raad voor het regeeringsbeleid. Den Haag. 2016
- ⁹ Genetics Home Reference. What is direct-to-consumer genetic testing. 2016 <https://ghr.nlm.nih.gov/primer/testing/directtoconsumer> Van 04-10-2016
- ¹⁰ Markets&Markets. Bioinformatics Market by Sector (Molecular Medicine, Agriculture, Forensic, Animal, Research & Gene Therapy), Segment (Sequencing Platforms, Knowledge Management & Data Analysis) & Application (Genomics, Proteomics & Metabolomics) - Global Forecast to 2020. April 2015
- ¹¹ Markets&Markets. Genomics Market by Product (Instruments, Consumables), Technology (Sequencing, PCR, Microarray), Application (Diagnostics, Personalized Medicine), Process (Library Preparation, Sequencing & Imaging), End User - Trends & Global Forecasts to 2020. February 2016
- ¹² Regalado A. For \$999, Veritas Genetics will put your genome on a smartphone app. <https://www.technologyreview.com/s/600950/for-999-veritas-genetics-will-put-your-genome-on-a-smartphone-app/> Van 08-10-2016
- ¹³ Mesko B. 10 promising technologies assisting the future of medicine. <http://medicalfuturist.com/10-promising-technologies-assisting-the-future-of-medicine-2/> Van 08-10-2016
- ¹⁴ <https://www.veritasgenetics.com/> Van 08-10-2016
- ¹⁵ GrandviewResearch. Genomics Market Analysis By Product (Instruments, Consumables, Services), By Application (Diagnostics, Personalized Medicines,

Drug Discovery & Development, Academic Research, Agricultural), By Technology (PCR, DNA Sequencing, DNA Microarrays, Nucleic Acid Extraction & Purification) And Segment Forecasts To 2020. August 2014

- ¹⁶ Smolinski I. Are consumer genomics taking off? <https://morningconsult.com/opinions/consumer-genomics-taking-off/> Van 08-10-2016
- ¹⁷ Transparency Market Research. Genomics Personalized Health Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2016 – 2024.
- ¹⁸ Genomics England. Socialising the genome. <https://www.genomicsengland.co.uk/socialising-the-genome/> Van 08-10-2016
- ¹⁹ <https://www.whitehouse.gov/precision-medicine> Van 08-10-2016
- ²⁰ Sterling J. Consumer genomics is already here. <http://www.genengnews.com/insight-and-intelligence/consumer-genomics-is-already-here/77900437/> Van 08-10-2016
- ²¹ Niemiec E. et al. Ethical issues in consumer genome sequencing: Use of consumers' samples and data. *Applied & Translational Genomics*. 2016; 8:23-30
- ²² Robinson A. Genomics – the future of healthcare. <http://www.prescriber.co.uk/article/genomics-future-healthcare-medicine/> Van 08-10-2016
- ²³ <http://www.councilforresponsiblegenetics.org/genewatch/GeneWatchPage.aspx?pagelid=395> Van 08-10-2016
- ²⁴ Tyler-Smith C. et al. Where next for genetics and genomics? *PLOS Biology*. 2015; 13(7)



Big Data

- ¹ Baro E. et al. Toward a literature-driven definition of big data in healthcare. *Biomed Res Int*. 2015.
- ² Raghupathi W. et al. Big data analytics in healthcare: promise and potential. *Health information science and systems*. 2014; 2:3
- ³ <https://www.linkedin.com/pulse/20140306073407-64875646-big-data-the-5-vs-everyone-must-know>
- ⁴ <http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/extracting-business-value-4-vs-big-data>
- ⁵ Laney, D. 3D Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety, Gardner Group, 2001
- ⁶ Ottes L. Big Data in de Zorg. Wetenschappelijke raad voor het regeringsbeleid. Den Haag. 2016
- ⁷ Institute for Health Technology Transformation. Transforming Health Care Trough Big Data, Strategies for leveraging big data in the health care industry. 2013; 6.
- ⁸ IDC. The Digital Universe of Opportunities: rich data and the increasing value of the internet of things. 2014
- ⁹ Auffray C. et al. Making sense of big data in health research: Towards an EU action plan. *Genome Med*. 2016; 8:71
- ¹⁰ Groves P. et al. The 'big data' revolution in healthcare: accelerating value and innovation. McKinsey&Company. 2013
- ¹¹ Espay AJ, Bonato P, Nahab FB, Maetzler W, Dean JM, Klucken J, et al. Technology in Parkinson's disease: challenges and opportunities. *Mov Disord*

Off J Mov Disord Soc. 2016

- ¹² Austin C, Kusumoto F. The application of Big Data in medicine: current implications and future directions. *J Interv Card Electrophysiol Int J Arrhythm Pacing*. 2016
- ¹³ Wikibon. 2016 – 2026 Worldwide Big Data Market Forecast. March 2016
- ¹⁴ Markets&Markets. Healthcare Analytics/Medical Analytics Market by Application (Clinical, PHM, Financial (RCM, Claim, Fraud), Supply Chain, HR)), Type (Predictive), Delivery model (On-premise, Cloud), End-user (Payer, Hospital, Ambulatory, ACO) - Global Forecast to 2020. July 2015
- ¹⁵ Transparency Market Research. Big Data Market - Global Scenario, Trends, Industry Analysis, Size, Share And Forecast 2012 – 2018. 2013.
- ¹⁶ Technavio. Global big data spending in healthcare industry – market research 2015-2019. 2015
- ¹⁷ Jacobs J. Big data in de zorg: kansen en risico's. <http://www.smarthealth.nl/trendition/2016/05/19/big-data-zorg-kansen-en-risicos/> Van 08-10-2016
- ¹⁸ Naughton J. Why big data has made your privacy a thing of the past. 2013 <https://www.theguardian.com/technology/2013/oct/06/big-data-predictive-analytics-privacy> Van 08-10-2016
- ¹⁹ Sullivan T. Big data: Bold promise? Or the hardest part of population health, precision medicine and better patient experience? 2016 <http://www.healthcareitnews.com/node/480031> Van 08-10-2016
- ²⁰ Marcus G. et al. Eight (No, Nine!) Problems With Big Data. 2014 <http://www.nytimes.com/2014/04/07/opinion/eight-no-nine-problems-with-big-data.html> Van 08-10-2016



Artificial Intelligence

- ¹ Nils J. Nilsson, *The Quest for Artificial Intelligence: A History of Ideas and Achievements*. 2010
- ² Independent. Stephen Hawking: 'Transcendence looks at the implications of artificial intelligence - but are we taking AI seriously enough?' 2014 <http://www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-transcendence-looks-at-the-implications-of-artificial-intelligence-but-are-we-taking-9313474.html> Van 08-10-2016
- ³ Gibbs S. Elon Musk: artificial intelligence is our biggest existential threat. 2014 <https://www.theguardian.com/technology/2014/oct/27/elon-musk-artificial-intelligence-ai-biggest-existential-threat> Van 08-10-2016
- ⁴ Rawlinson K. Microsoft's Bill Gates insists AI is a threat. 2015 <http://www.bbc.com/news/31047780> Van 08-10-2016
- ⁵ <http://www.apple.com/nl/ios/siri/> Van 08-10-2016
- ⁶ <https://www.microsoft.com/en-us/mobile/experiences/cortana/> Van 08-10-2016
- ⁷ Markoff J. Computer Wins on 'Jeopardy!': Trivial, It's Not. 2011 http://www.nytimes.com/2011/02/17/science/17jeopardy-watson.html?pagewanted=all&_r=0 Van 08-10-2016
- ⁸ Byford S. Google's AlphaGo AI beats Lee Se-dol again to win Go series 4-1. 2016 <http://www.theverge.com/2016/3/15/11213518/alphago-deepmind-go>

match-5-result Van 08-10-2016

- 9 Watts J.M. World's First Self-Driving Taxis Hit the Road in Singapore <http://www.wsj.com/articles/worlds-first-self-driving-taxis-hit-the-road-in-singapore-1472102747> Van 08-10-2016
- 10 The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence. Artificial intelligence and life in 2030. September 2016
- 11 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013).World Population Ageing 2013.
- 12 CB Insights. Smarter Health: Record Deals To Healthcare-Related AI Startups. 2016 <https://www.cbinsights.com/blog/artificial-intelligence-healthcare-startups-funding-trends/> Van 08-10-2016
- 13 Markets&Markets. Artificial Intelligence (AI) Market by Technology (Machine Learning, Natural Language Processing (NLP), Image Processing, and Speech Recognition), Application & Geography - Global Forecast to 2020. February 2016
- 14 Das R. Five technologies that will disrupt healthcare by 2020. 2016. <http://www.forbes.com/sites/reenitadas/2016/03/30/top-5-technologies-disrupting-healthcare-by-2020/#713cb85c6252> 08-10-2016
- 15 Hernandez D. Artificial Intelligence Is Now Telling Doctors How to Treat You. 2014 <https://www.wired.com/2014/06/ai-healthcare/> Van 08-10-2016
- 16 Hill D.J. 7 Key Factors Driving the Artificial Intelligence Revolution. 2016 http://singularityhub.com/2016/08/29/7-factors-driving-the-artificial-intelligence-revolution/?utm_content=buffer13e22&utm_medium=social&utm_source=facebook-hub&utm_campaign=buffer Retrieved 08-10-2016
- 17 ResearchandMarkets. Artificial Intelligence (AI) Market by Technology (Machine Learning, Natural Language Processing (NLP), Image Processing, and Speech Recognition), Application & Geography - Global Forecast to 2020. February 2016
- 18 Campbell J. et al. A universal truth: no health without a workforce. Forum Report, Third Global Forum on Human Resources for Health, Recife, Brazil. Geneva, Global Health Workforce Alliance and World Health Organization, 2013.
- 19 OECD. Health status. 2016. http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HEALTH_STAT Van 08-10-2016
- 20 ReportsnReports. Artificial Intelligence Market by Technology (Machine Learning, Natural Language Processing, Image Processing, and Speech Recognition), Application (Advertising & Media, Finance, Retail, and Others), & Geography - Global Forecast to 2020. February 2016
- 21 MarketsandMarkets. Artificial Intelligence Market Shows Signs of Growth in Healthcare and Finance Sectors. 2016 <http://www.marketsandmarketsblog.com/artificial-intelligence-market.html> Van 08-10-2016
- 22 Mesko B. Artificial will redesign healthcare. 2016 <http://medicalfuturist.com/artificial-intelligence-will-redesign-healthcare/> Van 08-10-2016
- 23 Singhvi A. et al. Inside the Self-Driving Tesla Fatal Accident . 2016 <http://www.nytimes.com/interactive/2016/07/01/business/inside-tesla-accident.html> Van 08-10-2016
- 24 Diamandis P. Where Artificial Intelligence Is Now and What's Just Around the Corner. 2016 <http://singularityhub.com/2016/02/15/where-artificial->

intelligence-is-now-and-whats-just-around-the-corner/ Van 08-10-2016

ZORGFASE 4. BEHANDELING & BEGELEIDING



Digital reality

- 1 Giglioli I.A.C. et al. Augmented reality: a brand new challenge for the assessment and treatment of physiological disorders. *Comput Math Methods Med.* 2015;2015:862942
- 2 Baus O. et al. Moving from virtual reality exposure-based therapy to augmented reality exposure-based therapy: a review. *Front Hum. Neurosci.* 2014;8:112
- 3 Zhu E. et al. Augmented reality in healthcare education: an integrative review. *Peer J.* 2014;2:e469
- 4 Rahm S. et al. Performance of medical students on a virtual reality simulator for knee arthroscopy: an analysis of learning curves and predictors of performance. *BMC Surg.* 2016;16:14
- 5 Ryall T. et al. Simulation-based assessments in health professional education: a systematic review. *J Multidiscip Healthc.* 2016;9:69-82
- 6 Laver K. et al. Virtual reality for stroke rehabilitation: an abridged version of a Cochrane review. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2015;51(4):497-506
- 7 Bergeron M. et al. Use of virtual reality tools for vestibular disorders rehabilitation: a comprehensive analysis. *Adv Med.* 2015;2015:916735
- 8 Rose F.D. et al. Virtual reality in brain damage rehabilitation: review. *Cyberpsychology & Behavior.* 2005;3(8):241-262
- 9 Chirico A. et al. Virtual reality in health system: Beyond entertainment. A mini-review on the efficacy of VR during cancer treatment. *J Cell Physiol.* 2016;231(2):275-287
- 10 Garrett B. et al. A rapid evidence assessment of immersive virtual reality as an adjunct therapy in acute pain management in clinical practice. *Clin J Pain.* 2014;30(12):1089-1098
- 11 Kandalaf M.R. et al. Virtual reality social cognition training for young adults with high-functioning autism. *J Autism Dev Disord.* 2012
- 12 Jin W. et al. A virtual reality game for chronic pain management: a randomized, controlled clinical study. *Stud Health Technol Inform.* 2016;220:154-160
- 13 Martini ziekenhuis. Subsidie invoering virtual realitybril brandwonden-centrum Martini Ziekenhuis. 2014. <http://www.martiniziekenhuis.nl/Over-Martini/Nieuws/2014/Subsidie-invoering-virtual-realitybril-Brandwondencentrum-Martini-Ziekenhuis/> Van 13-10-2016
- 14 Dremann S. Virtual reality helps home-bound seniors enjoy the outdoors. 2014. <http://www.paloaltoonline.com/news/2014/05/04/virtual-reality-helps-home-bound-seniors-enjoy-the-outdoors> Van 13-10-2016
- 15 Mesko B. 5 ways medical virtual reality is already changing healthcare. 2016 <http://medicalfuturist.com/2016/06/21/5-ways-medical-vr-is-changing-healthcare/> Van 13-10-2016
- 16 Meara J.G. et al. Global surgery 2030: evidence and solutions for achieving health, welfare, and economic development. *The Lancet.* 2015;386(9993):

- 569-624
- ¹⁷ Rosen J.M. et al. Cybercare 2.0: meeting the challenge of the global burden of disease in 2030. *Health Technol.* 2016;6:35-51
- ¹⁸ Campbell J, Dussault G, Buchan J, Pozo-Martin F, Guerra Arias M, Leone C, Siyam A, Cometto G. A universal truth: no health without a workforce. Forum Report, Third Global Forum on Human Resources for Health, Recife, Brazil. Geneva, Global Health Workforce Alliance and World Health Organization, 2013.
- ¹⁹ Diamandis P. The near future of VR and AR: what you need to know. 2016 <http://singularityhub.com/2016/02/23/the-near-future-of-vr-and-ar-what-you-need-to-know/> Van 13-10-2016
- ²⁰ <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us> Van 13-10-2016
- ²¹ Nosta J. Inside the operating room with google glass. 2013 <http://www.forbes.com/sites/johnnosta/2013/06/21/google-glass-in-the-operating-room/#123e38605d61> Van 13-10-2016
- ²² Senthillingam M. Step in the operating room, wherever you are in the world. 2016. <http://edition.cnn.com/2016/04/21/health/virtual-reality-cancer-surgery/> Van 13-10-2016
- ²³ <http://www.pokemongo.com/> Van 13-10-2016
- ²⁴ IDC. Worldwide Semiannual Augmented and Virtual Reality Spending Guide. 2016
- ²⁵ IndustryARC. Augmented Reality & Virtual Reality in Healthcare Market: Type (Augmented & Virtual Reality) End user (Surgical, Rehabilitation, Training, 3D Operation Room Simulations, Simulations, Diagnostics, Virtual Reality Exposure Therapy)-Forecast(2015-2020). August 2015
- ²⁶ Verhage J. Goldman Sachs has four charts showing the huge potential in virtual and augmented reality. 2016. <http://www.bloomberg.com/news/articles/2016-01-13/goldman-sachs-has-four-charts-showing-the-huge-potential-in-virtual-and-augmented-reality> Van 13-10-2016
- ²⁷ Market Intel Reports. Augmented Reality & Virtual Reality in Healthcare Market: Type (Augmented & Virtual Reality) End user (Surgical, Rehabilitation, Training, 3D Operation Room Simulations, Simulations, Diagnostics, Virtual Reality Exposure Therapy)-Forecast(2015-2020). August 2015
- ²⁸ Statistics MRC. Augmented Reality and Virtual Reality in Healthcare - Global Market Outlook (2015-2022). June 2016
- ²⁹ The Insight Partners. Augmented Reality and Virtual Reality Market to 2025 - Global Analysis and Forecasts by Technology, Sensors & Components and Applications. June 2016
- ³⁰ Violino B. Virtual reality, augmented reality markets poised for growth spurt. 2016. <http://www.zdnet.com/article/virtual-and-augmented-reality-systems-poised-for-growth-spurt/> Van 13-10-2016
- ³¹ Barad J. A surgeon goes hands-on with Microsoft's Hololens. 2016 <http://www.medgadget.com/2016/07/hololens-hands-want.html> Van 13-10-2016
- ³² Stewart C. The future of virtual reality and augmented reality. June 2016 <http://blog.marketresearch.com/the-future-of-virtual-reality-and-augmented-reality> Van 13-10-2016
- ³³ Persistence Market Research. Augmented Reality and Virtual Reality Market: Global Industry Analysis and Forecast 2015 – 2021. To be published December 2016.
- ³⁴ Jacobs F. De medische voordelen van een virtuele wereld. 2015 <http://www.smarthealth.nl/trendition/2015/04/23/de-medische-voordelen-van-een-virtuele-wereld/> Van 13-10-2016
- ³⁵ Magyari D. Virtual reality: are health risks being ignored? January 2016 <http://www.cnn.com/2016/01/08/virtual-reality-are-health-risks-being-ignored-commentary.html> Van 13-10-2016



Printing procedures

- ¹ Schubert C. et al. Innovations in 3D printing: a 3D overview from optics to organs. *Br J Ophthalmol.* 2014 Feb;98(2):159-61.
- ² Ventola C.L. Medical applications for 3D printing: current and projected uses. *P T.* 2014;39(10):704-711
- ³ Shafiee A. et al. Printing technologies for medical applications. *Trends in Molecular Medicine.* 2016;22(3):254-265
- ⁴ Marro A. et al. Three-dimensional printing and medical imaging: A review of the methods and applications. *Diagnostic Radiology.* 2016;45(1):2-9 <https://www.aprecia.com/about-us/our-story.php> Van 13-10-2016
- ⁵ Hendricks D. 3D printing is already changing health care. March 2016 <https://hbr.org/2016/03/3d-printing-is-already-changing-health-care> Van 13-10-2016
- ⁷ Allied Market Research. 3D Printing Healthcare Market by Technology (Droplet Deposition (DD), Photopolymerization, Laser Beam melting, Electronic Beam Melting (EBM), Laminated Object Manufacturing), Component (System/Device, Materials, Services), Application (External wearable devices, Clinical study devices, Implants, Tissue engineering) and End-Users (Medical and surgical centers, Pharma and biotech companies, Academic institutions) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2014 – 2020. January 2016
- ⁸ Visiongain. 3D PRINTING FOR HEALTHCARE: R&D, INDUSTRY AND MARKET 2014-2024. January 2014
- ⁹ Basiliere P et al. Predicts 2016: 3D printing disrupts healthcare and manufacturing. *Gartner.* November 2015
- ¹⁰ IndustryARC. 3D Printing in Healthcare Market: Role and Opportunities: By Technology (LBM, EBM, Stereolithography and others); By Material (Metal, Cells and others); By Application (Implants, Tissue Engineering and others) & By Geography - Forecast (2015 - 2020). August 2015
- ¹¹ Markets and Markets. 3D Printing Medical Devices Market by Component (3D Printers, 3D Bioprinters, Materials, Services & Software), Technology (EBM, LBM, Photopolymerization, 3DP, and DD) & by Medical Products (Surgical Guides, Equipment, Implant) - Global Forecast to 2020. September 2015
- ¹² United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013). World Population Ageing 2013.ST/ESA/SER.A/348.
- ¹³ Markets and Markets. Outlook of Mergers & Acquisitions, Investments, and

Patents in the 3D Printing Market (2010–2016). June 2016

- ¹⁴ Connolly J. Now that 3D printing is creating medical devices, what regulatory and liability challenges loom? 2016 <http://blog.willis.com/2016/03/now-that-3d-printing-is-creating-medical-devices-what-regulatory-and-liability-challenges-loom/> Van 13-10-2016
- ¹⁵ Patra S. et al. A review of 3D printing techniques and the future in biofabrication of bioprinted tissue. *Cell Biochemistry and Biophysics*. 2016;74(2):93-98



Robotal operations

- ¹ Shimshaw D. et al. Regulating healthcare robots in the hospital and the home: considerations for maximizing opportunities and minimizing risks. Draft. <http://allaboutroboticsurgery.com/surgicalrobots.html> Van 22-10-2016
- ² Piesing M. Medical robotics: would you trust a robot with a scalpel? 2014 <https://www.theguardian.com/technology/2014/oct/10/medical-robots-surgery-trust-future> Van 22-10-2016
- ⁴ <http://www.mayoclinic.org/tests-procedures/robotic-surgery/basics/definition/prc-20013988> Van 22-10-2016
- ⁵ Persistence Market Research. Robotic Surgery Market: Global Industry Analysis and Forecast to 2020. To be published December 2016. <http://www.persistence-market-research.com/market-research/robotic-surgery-market.asp> Van 22-10-2016
- ⁶ Allied Market Research. Surgical Robotics Market by Component (Systems, Accessories, Services) and Surgery Type (Gynecology, Urology, Neurosurgery, Orthopedic, General) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2014 – 2020. January 2016
- ⁷ Yeung B.P.M. et al. Application of robotics in gastrointestinal endoscopy: A review. *World J Gastroenterol*. 2016; 22(5): 1811–1825.
- ⁸ Diana M. et al. Robotic surgery. *Br J Surg*. 2015;102(2):e15-28.
- ⁹ Qureshi M.Q. et al. The Impact of Robotics on Employment and Motivation of Employees in the Service Sector, with Special Reference to Health Care. *Saf Health Work*. 2014 Dec; 5(4): 198–202.
- ¹⁰ Campbell J, Dussault G, Buchan J, Pozo-Martin F, Guerra Arias M, Leone C, Siyam A, Cometto G. A universal truth: no health without a workforce. Forum Report, Third Global Forum on Human Resources for Health, Recife, Brazil. Geneva, Global Health Workforce Alliance and World Health Organization, 2013.
- ¹¹ Mearian L. A robot will likely assist in your future surgery. March 2016. <http://www.computerworld.com/article/3039586/healthcare-it/a-robot-will-likely-assist-in-your-future-surgery.html> Van 22-10-2016
- ¹² Avgousti S. et al. Medical telerobotic systems: current status and future trends. *Biomed Eng Online*. 2016; 15: 96.
- ¹³ Allied Market Research. Medical Robotics and Computer - Assisted Surgery Market by Product Type (Products, Services, Gynecology surgery, Urology surgery, Neurosurgery, Orthopedic surgery), Rehabilitation Robotics (Prosthetics, Orthotics, Exoskeleton), Non-Invasive Radiosurgery Robotics,

Hospital & Pharmacy Robotics (IV robots, Dispensing robots) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2015 – 2022. May 2016.

- ¹⁴ Markets and Markets. Medical Robots Market by Product (Robotic systems (Surgical Robots, Rehabilitation Robots, Hospital Robots, Assistive Robots, Telemedicine Robots), Instruments & Accessories) & Application (Orthopedic, Laparoscopy, Neurology) - Global Forecasts to 2020. November 2015.
- ¹⁵ Reuters. Rise of the surgical robot and what doctors want. July 2016. <http://fortune.com/2016/07/28/surgical-robot-development-intuitive-surgical-medtronic-google/> Van 22-10-2016
- ¹⁶ OECD. Health at a glance 2015. November 2015
- ¹⁷ Baines R.J. et al. Changes in adverse event rates in hospitals over time: a longitudinal retrospective patient record review study. *BMJ Qual Saf*. 2013 Apr;22(4):290-8.
- ¹⁸ Nilsson L. et al. Preventable Adverse Events in Surgical Care in Sweden: a nationwide review of patient notes. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Mar; 95(11): e3047.
- ¹⁹ Brisk Insights. Medical Robotics Market By Application (Laparoscopy, Orthopedics, Neurology, Special Education & Others), Industry Size, Growth, Share And Forecast To 2022. February 2016
- ²⁰ Grand View Research. Global Medical Robotic Systems Market By Product (Surgical, Orthopedic, Laparoscopy, Neurological, Rehabilitation, Orthotics, Exoskeleton, Non-Invasive, I.V, Pharmacy, Emergency Response Robotic Systems) Expected To Reach USD 17,901.5 Million By 2020. August 2014.
- ²¹ Research and Markets. Global Medical Robotics market - By product, Application, Regions - Market Size, Demand Forecasts, Industry Trends and Updates (2014-2020). March 2016.
- ²² The Conversation. Robots in healthcare could lead to a doctorless hospital. February 2016. <http://theconversation.com/robots-in-health-care-could-lead-to-a-doctorless-hospital-54316> Van 22-10-2016



Exoskeletons & prosthetics

- ¹ Pazzaglia M. et al. The embodiment of assistive devices—from wheelchair to exoskeleton. *Physics of life reviews*. 2016;16:163-175
- ² Chen B. et al. Recent developments and challenges of lower extremity exoskeletons. *J Orthopaedic Translation*. 2016;5:26-37
- ³ Reinkensmeyer D.J. et al. European research and development in mobility technology for people with disabilities. WTEC. 2011
- ⁴ Market Research Future. Global Robotics Prosthetics Market Research Report- Forecast To 2027. Half-cooked research report. October 2016.
- ⁵ Niman J. Prosthetic Technology and Human Enhancement: Benefits, Concerns and Regulatory Schemes – Part 1. Institute for ethics & emerging technologies. May 2013. <http://bebionic.com/> Van 29-10-2016
- ⁶ <http://www.nova.org.au/people-medicine/bionic-eye> Van 29-10-2016
- ⁸ <http://www.advancedbionics.com/nl/nl/home.html> Van 29-10-2016
- ⁹ <http://www.syncardia.com/> Van 29-10-2016

- ¹⁰ Burns C. How to build a bionic man. 2013 <https://www.theguardian.com/science/blog/2013/jan/30/build-bionic-man> Van 29-10-2016
- ¹¹ Winter Green Research. Exoskeleton: Market Shares, Strategy, and Forecasts, Worldwide, 2015 to 2021. May 2016.
- ¹² Chen G. et al. A review of lower extremity assistive robotic exoskeletons in rehabilitation therapy. *Crit Rev Biomed Eng.* 2013;4:343-363
- ¹³ Maggioni et al. Robot-aided assessment of lower extremity functions: a review. *J Neuroeng Rehabil.* 2016; 13: 72.
- ¹⁴ Allied Market Research. Medical Robotics and Computer - Assisted Surgery Market by Product Type (Products, Services, Gynecology surgery, Urology surgery, Neurosurgery, Orthopedic surgery), Rehabilitation Robotics (Prosthetics, Orthotics, Exoskeleton), Non-Invasive Radiosurgery Robotics, Hospital & Pharmacy Robotics (IV robots, Dispensing robots) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2015 – 2022. May 2016.
- ¹⁵ Home B. How exoskeletons are shaping the future of health care. August 2015. <https://www.forumforthefuture.org/blog/how-exoskeletons-are-shaping-future-health-care> Van 29-10-2016
- ¹⁶ Hewitt D. Advantages of prosthetic legs. 2015. <http://www.livestrong.com/article/36509-advantages-prosthetic-legs/> Van 29-10-2016
- ¹⁷ Grand View Research. Exoskeleton Market Revenue And Volume Analysis By Type (Mobile, Stationary), By Technology (Drive System [Pneumatic Actuator, Hydraulic Actuator, Electric Servo, Electric Actuator, Fully Mechanical, Shape Memory Alloy Actuator, Fuel Cell]), By End-User (Healthcare, Military, Industrial), And Segment Forecasts To 2025. September 2016.
- ¹⁸ Transparency Market Research. Bionics Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2015 – 2021. July 2015
- ¹⁹ Lux Research. Automating the Road to Recovery – How the Rehabilitation Robotics Market is Changing the Future of Health Care. December 2015.
- ²⁰ Transparency Market Research. Healthcare Robots Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2016 – 2024. 2016
- ²¹ Future Market Insights. Orthopedic Prosthetic Devices Market: Global Industry Analysis and Opportunity Assessment 2015-2025. To be published December 2016. <http://www.futuremarketinsights.com/reports/orthopedic-prosthetic-devices-market> Van 29-10-2016
- ²² Pielke R. Get ready for the coming wave of technologically enhanced athletes. August 2016. <https://www.theguardian.com/science/political-science/2016/aug/03/get-ready-for-the-coming-wave-of-technologically-enhanced-athletes> Van 29-10-2016
- ²³ Campbell J. et al. A universal truth: no health without a workforce. Forum Report, Third Global Forum on Human Resources for Health, Recife, Brazil. Geneva, Global Health Workforce Alliance and World Health Organization, 2013.
- ²⁴ What are disadvantages of prosthetics? <https://www.reference.com/health/disadvantages-prosthetics-616519aa3809513d#> Van 29-10-2016
- ²⁵ Pons, J.L. Rehabilitation exoskeletal robotics. The promise of an emerging field. *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.* 2010;29:57-63,
- ²⁶ Biddis E.A. et al. Upper limb prosthesis use and abandonment: A survey of the last 25 years. *Prosthet Orthot Int.* 2007;31(3):236-257
- ²⁷ Kurzweil R. *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology.* Penguin. 2005.
- ²⁸ <http://www.cybathlon.ethz.ch/> Van 29-10-2016



Nanotech

- ¹ Nikaije A.P. et al. Nanotechnology and its applications in medicine. *Med chem* 2015;5:2.
- ² Infante A. How Nanotechnology is Changing the Future of Medicine. 2014. <http://www.makeuseof.com/tag/nanotechnology-changing-future-medicine/> Van 25-10-2016.
- ³ TechAdvisory.org Nanotechnology: the future of healthcare. 2015. <http://www.techadvisory.org/2015/07/nanotechnology-the-future-of-healthcare/> Van 25-10-2016.
- ⁴ Schuurmans U. Moleculaire- en nanobots. 2016. <http://www.icthealth.nl/nieuws/nieuwsitem/article/Moleculaire-en-nanobots.html> Van 25-10-2016.
- ⁵ Boysen E. Nanotechnology in medicine – nanomedicine. <http://www.understandingnano.com/medicine.html> Van 25-10-2016.
- ⁶ Ahmad U. et al. Smart Nanobots: The Future in Nanomedicine and Biotherapeutics. *J Nanomedine Biotherapeutic Discov* 2016;6:1.
- ⁷ Persistence Market Research. Healthcare Nanotechnology (Nanomedicine) Market: Global Industry Analysis and Forecast 2015 – 2021. To be published December 2016. <http://www.persistencemarketresearch.com/market-research/healthcare-nanotechnology-nanomedicine-market.asp> Van 25-10-2016.
- ⁸ Fakruddin M. et al. Prospects and applications of nanobiotechnology: a medical perspective. *Journal of Nanobiotechnology.* 2012;10:31.
- ⁹ European Commisision. Nano in Healthcare. http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/nano-in-healthcare_en.html Van 25-10-2016.
- ¹⁰ Grand View Research. Healthcare Nanotechnology (Nanomedicine) Market Analysis By Application (Drug Delivery System, Molecular Diagnostics, Clinical Oncology, Clinical Neurology, Clinical cardiology, Anti-inflammatory, Anti-infective) And Segment Forecasts To 2020. June 2014.
- ¹¹ Grand View Research. Nanomedicine Market Analysis By Services (Therapeutics, Regenerative Medicine, Vaccines, In-vitro & In-vivo Diagnostics), By Application, (Clinical Oncology, Infectious diseases, Clinical Cardiology, Orthopedics, Neurology, Ophthalmology, Pneumology, Urology, Immunology, Genetics, Obstetrics, Dermatology, Dentistry, Dermatology) And Segment Forecasts to 2024. July 2016.
- ¹² Transparency Market Research. Nanomedicine Market (Neurology, Cardiovascular, Anti-inflammatory, Anti-infective, and Oncology Applications) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast, 2013 – 2019. 2014.
- ¹³ Mordor Intelligence. Global Healthcare Nanotechnology (Nanomedicine) Market - Growth, Trends, and Forecasts (2016 - 2021). August 2016.
- ¹⁴ Soni S. et al. Nanomedicine in Central Nervous System (CNS) Disorders: A

- Present and Future Prospective. *Adv Pharm Bull.* 2016 Sep; 6(3): 319–335.
- ¹⁵ Stemplewski H. Nanomedicines: current and future applications, regulatory challenges. *British Society for Nanomedicine.* <http://www.britishsocietyofnanomedicine.org/assets/files/inauguralMeeting/Henry%20Stemplewski%20presentation.pdf> Van 25-10-2016.
 - ¹⁶ Patel S. et al. Nanotechnology in Healthcare: Applications and Challenges. *Med Chem.* 2015;5:528-533.
 - ¹⁷ Bosetti R. et al. Future of nanomedicine: obstacles and remedies. *Nanomedicine (Lond).* 2011 Jun;6(4):747-55.
 - ¹⁸ Khan A. Ethical and social implications of nanotechnology. *QScience Proceedings (Engineering Leaders Conference 2014)* 2015:57.
 - ¹⁹ Mesko B. Ethical Issues of the future of medicine: the top 10. 2015. <http://medicalfuturist.com/list-of-ethical-issues-in-the-future-of-medicine/> Van 25-10-2016.
 - ²⁰ Zhao M. et al. The research and applications of quantum dots as nano-carriers for targeted drug delivery and cancer therapy. *Nanoscale research letters.* 2016;11:207



Advanced Labs

- ¹ Viceconti M. et al. In silico clinical trials: how computer simulation will transform the biomedical industry. *Int J Clin Trials.* 2016;3(2):37-46
- ² Mesko B. For How Long Will We Test Drugs On Patients? October 2016 <http://medicalfuturist.com/future-of-clinical-trials/> Van 29-10-2016
- ³ Morrison R. Technology's Role in Clinical Trials. May 2015 <http://www.appliedclinicaltrials.com/technology-s-role-clinical-trials> Van 29-10-2016
- ⁴ Honigman B. The 7 biggest innovations in health care technology in 2014. 2013. <https://getreferralmd.com/2013/11/health-care-technology-innovations-2013-infographic/> Van 29-10-2016
- ⁵ Burrell T. Can we eliminate animals from medical research? 2013 <http://www.pbs.org/wgbh/nova/next/body/eliminating-animal-models/> Van 29-10-2016
- ⁶ Zhang B. et al. Biodegradable scaffold with built-in vasculature for organ-on-a-chip engineering and direct surgical anastomosis. *Nature materials.* 2016;15:669-678
- ⁷ Hodsdon S. Human Organ-Mimicking Chip Could Revolutionize Clinical Trials. June 2015. <http://www.meddeviceonline.com/doc/human-organ-mimicking-chip-could-revolutionize-clinical-trials-0001> Van 29-10-2016
- ⁸ Eid A et al. Genome editing: the road of CRISPR/Cas9 from bench to clinic. *Experimental & Molecular Medicine.* 2016;48:e265
- ⁹ Grand View Research. Clinical Laboratory Tests Market Analysis By Product (Complete Blood Count, HGB/HCT Tests, Basic Metabolic Panel, BUN Creatinine Tests, Electrolyte Testing, HbA1c Tests, Comprehensive Metabolic Panel, Liver Panel, Renal Panel, Lipid Panel) And Segment Forecasts To 2020. March 2015.
- ¹⁰ Grand View Research. Chemoinformatics Market Analysis By Application

- (Chemical Analysis, Drug Discovery, Drug Validation) Segment Forecasts to 2024. June 2016.
- ¹¹ The Business Research Company. Organ-on-Chip Global Market 2010-2020. May 2016.
 - ¹² Scott M.G. et al. The Changing Face of Laboratory Medicine: A More Service and Less Academically Oriented Profession? *Clinical Chemistry.* 2015;61(2):322-329.
 - ¹³ Labtestingmatters. Update: the lab's critical role in healthcare. May 2015. <http://www.labtestingmatters.org/update-the-labs-critical-role-in-healthcare/> Van 29-10-2016
 - ¹⁴ Research and Markets. The new trends of global clinical development outsourcing market. June 2015.
 - ¹⁵ Futrell K. Laboratory Informatics: Supporting the Future Needs of Healthcare. Orchard Software. December 2014.
 - ¹⁶ Validic. Insights on Digital Health Technology Survey 2016: How Digital Health Devices and Data Impact Clinical Trials. 2016
 - ¹⁷ Kricka L.J. The future of laboratory medicine — A 2014 perspective. *Clinica Chimica Acta.* 2015;435:284-303
 - ¹⁸ Wigginton C. et al. Technology Trends that will Transform Clinical Trials. *Datatrak.*
 - ¹⁹ Miseta E. Technology And Data Collection: What Has The Potential To Transform Clinical Trials? May 2015. <http://www.lifescienceleader.com/doc/technology-and-data-collection-what-has-the-potential-to-transform-clinical-trials-0001> Van 29-10-2016
 - ²⁰ Joint Committee of the Nordic Medical Research Councils. Present status and future potential for medical research in the Nordic countries. *Academy of Finland.* Helsinki. 2011.
 - ²¹ Datta M. Apple's ResearchKit – the real impact on clinical trials. April 2015. <http://www.biosciencetechnology.com/article/2015/04/apples-researchkit-real-impact-clinical-trials> Van 29-10-2016
 - ²² Ledford H. CRISPR, the disruptor. June 2015 <http://www.nature.com/news/crispr-the-disruptor-1.17673> Van 29-10-2016
 - ²³ Halasey S. Clinical lab trends for 2016. November 2015. <http://www.clpmag.com/2015/11/clinical-lab-trends-2016/> Van 29-10-2016
 - ²⁴ Reardon S. First CRISPR clinical trial gets green light from US panel. June 2016. <http://www.nature.com/news/first-crispr-clinical-trial-gets-green-light-from-us-panel-1.20137> Van 08-11-2016

ZORGFASE 5. CONTROLE & MONITORING



Domotics

- ¹ Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Domotica in de langdurige zorg: inventarisatie van technieken en risico's. 2013.
- ² P&S Market Research. Global Smart Home Healthcare Market Size, Share, Development, Growth and Demand Forecast to 2022 – Industry Insights by Technology (Cellular Network, Communication Technology, and Others), by Service

- (Installation & Repair, and Customization & Renovation), and by Application (Fall Prevention & Detection, Safety & Security Monitoring, Health Status Monitoring, Nutrition & Diet Monitoring, Memory Aids, and Others). March 2016
- 3 Redmax. Domotica in de zorg. <http://redmax.nl/nieuws/domotica-in-de-zorg/> Van 24-10-2016
 - 4 Santoso F. et al. Indoor location-aware medical systems for smart homecare and telehealth monitoring: state-of-the-art. *Physiol. Meas.* 2015;36:R53–R87
 - 5 Campbell J. et al. A universal truth: no health without a workforce. Forum Report, Third Global Forum on Human Resources for Health, Recife, Brazil. Geneva, Global Health Workforce Alliance and World Health Organization, 2013.
 - 6 Inspectie voor de Gezondheidszorg (IGZ). Toepassing van domotica in de zorg moet zorgvuldiger. Den Haag. 2009
 - 7 Peetoom K.K. et al. Literature review on monitoring technologies and their outcomes in independently living elderly people. *Disabil Rehabil Assist Technol.* 2015 Jul;10(4):271-94.
 - 8 Krijgsman J. et al. eHealth-monitor 2016: Meer dan techniek. Nictiz. Den Haag. October 2016.
 - 9 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013).World Population Ageing 2013.
 - 10 The Marshall Protocol Knowledge Base. Incidence and prevalence of chronic disease. <http://mpkb.org/home/pathogenesis/epidemiology> Van 22-9-2016
 - 11 Markets and Markets. Home Healthcare Market by Product (BP & Heart Rate Monitor, Ovulation Kit, HIV Test, ECG, EKG, Nebulizer, Hearing Aids, Pedometer, Cane, Walker, Wheelchairs), Software, Services (Rehabilitation, Skilled, Hospice), & Telehealth - Global Forecasts to 2020. September 2015.
 - 12 Transparency Market Research. Home Healthcare Software - Product & Service Market - Global Industry Analysis, Market Size, Share, Trends, Analysis, Growth and Forecast 2016 – 2024. 2016
 - 13 Persistence Market Research. Tele-Care Medical Equipment Market: Global Industry Analysis and Forecast to 2015 to 2021. To be published December 2016. <http://www.persistencemarketresearch.com/market-research/tele-care-medical-equipment-market.asp> Van 24-10-2016.
 - 14 Markets and Markets. Medical Sensors Market by Sensor Type (Temperature, ECG, Image, Motion, & Pressure), Placement (Strip, Wearable, Implantable, & Ingestible), Application (Diagnostics, Monitoring, Therapeutics, & Imaging), & Geography - Global Forecast to 2022. April 2016.
 - 15 Niemeijer R. et al. CE: Original research: the use of surveillance technology in residential facilities for people with dementia or intellectual disabilities: a study among nurses and support staff. *Am J Nurs.* 2014 Dec;114(12):28-37.
 - 16 Mordor Intelligence. Global Telemedicine Market - Growth, Trends and Forecasts (2016-2021). August 2016.
 - 17 Townsend D. et al. Privacy versus autonomy: a tradeoff model for smart home monitoring technologies. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 2011;2011:4749-52.
 - Industry Analysis and Opportunity Assessment 2016-2026. To be published December 2016. <http://www.futuremarketinsights.com/reports/remotepatient-monitoring-devices-market> Van 24-10-2016
 - 2 Nictiz. eHealthmonitor 2015: tussen vonk en vlam. 2015.
 - 3 Shinbane J.S. et al. Digital monitoring and care: Virtual medicine. *Trends in Cardiovascular Medicine.* 2016;26(8):722-730.
 - 4 Grand View Research. Remote Patient Monitoring Devices Market Analysis By Product (Vital Sign Monitors, Specialized Monitors), By Application (Cancer, Cardiovascular Diseases, Diabetes, Sleep Disorder, Weight Management, and Fitness Monitoring), By End Use (Hospital Based Patients, Ambulatory Patients, Home Healthcare) And Segment Forecasts To 2024. August 2016.
 - 5 Radhakrishnan K. et al. Barriers and Facilitators for Sustainability of Tele-Homecare Programs: A Systematic Review. *HSR.* 2016;51(1):48-75.
 - 6 Center for Connected Health Policy. <http://cchpca.org/remotepatient-monitoring> Van 24-10-2016.
 - 7 Davis C. et al. Feasibility and Acute Care Utilization Outcomes of a Post-Acute Transitional Telemonitoring Program for Underserved Chronic Disease Patients. *Telemed J E Health.* 2015 Sep;21(9):705-13.
 - 8 Varma N. et al. The Relationship Between Level of Adherence to Automatic Wireless Remote Monitoring and Survival in Pacemaker and Defibrillator Patients. *J Am Coll Cardiol.* 2015 Jun 23;65(24):2601-10.
 - 9 Comstock J. Remote patient monitoring to save \$36B by 2018. <http://www.mobihealthnews.com/23880/remotepatient-monitoring-to-save-36b-by-2018/> Van 24-10-2016.
 - 10 Persistence Market Research. Global Market Study on Remote Patient Monitoring Devices: Cardiac Monitors Product Type Segment to Account for 50.9% Market Revenue Share by 2024. September 2016.
 - 11 Schippers E. et al. Kamerbrief Voortgangsrapportage eHealth en zorgverbetering. Den Haag. 2015.
 - 12 Krijgsman J. et al. eHealth-monitor 2016: Meer dan techniek. Nictiz. Den Haag. October 2016.
 - 13 Gedaan met prikken voor diabetespatiënten: suikermetende pleister wordt terugbetaald http://www.standaard.be/cnt/dmf20160620_02348063 Van 24-10-2016.
 - 14 Campbell D. NHS to offer free devices and apps to help people manage illnesses <https://www.theguardian.com/society/2016/jun/17/nhs-to-offer-free-devices-and-apps-to-help-people-manage-illnesses> Van 24-10-2016
 - 15 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013).World Population Ageing 2013.
 - 16 The Marshall Protocol Knowledge Base. Incidence and prevalence of chronic disease. <http://mpkb.org/home/pathogenesis/epidemiology> Van 22-9-2016
 - 17 Markets and Markets. Patient Monitoring Device/Equipment/System Market by Product (Blood Glucose, EEG, ECG, Capnography, Spirometer, Sleep Apnea, Pulse Oximeter, Fetal Doppler, Ultraparameter, Remote, Weight, Temperature), End-User (Hospitals, Home) - Global Forecast to 2020. January 2016.
 - 18 Transparency Market Research. Remote Patient Monitoring Devices Market (By Types: Heart Monitors, Breath Monitors, Physical Activity Monitors,



Remote monitoring

- 1 Future Market Insights. Remote Patient Monitoring Devices Market: Global

Hematology Monitors, Body Temperature Monitors, Multi-sign Monitors and Others & By End Users: Home Healthcare and Ambulatory Care Centers) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2014 – 2020. 2015.

- 19 Blok S.A. et al. Transitieagenda Langer Zelfstandig Wonen. Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Juni 2014.
- 20 Hixon T. Will Telemedicine Change Healthcare Or Prove To Be Another Venture Fad? June 2016. <http://www.forbes.com/sites/toddhixon/2016/06/10/will-telemedicine-change-healthcare-or-prove-to-be-another-venture-fad/#11ebbb282b6c> Van 24-10-2016.
- 21 Goodin D. Insulin pump hack delivers fatal dosage over the air. 2011. http://www.theregister.co.uk/2011/10/27/fatal_insulin_pump_attack/ Van 24-10-2016.
- 22 Financial Times. J&J warns insulin pumps could be hacked. October 2016. <https://www.ft.com/content/119cad34-8a71-11e6-8cb7-e7ada1d123b1> Van 24-10-2016.



Robotic care

- 1 Aronson L. 10 potential benefits of robot caregivers. 2014 <http://www.kevinmd.com/blog/2014/08/10-potential-benefits-robot-caregivers.html> Van 24-10-2016.
- 2 Campbell J, Dussault G, Buchan J, Pozo-Martin F, Guerra Arias M, Leone C, Siyam A, Cometto G. A universal truth: no health without a workforce. Forum Report, Third Global Forum on Human Resources for Health, Recife, Brazil. Geneva, Global Health Workforce Alliance and World Health Organization, 2013.
- 3 A perfect companion for the elderly. <http://moderndogmagazine.com/articles/perfect-companion-elderly/45092> Van 24-10-2016.
- 4 European Commission. Robotics for healthcare: Personalising care and boosting the quality, access and efficiency of healthcare. June 2008.
- 5 Zorgmag. De zorgrobot of grandma's little helper. January 2014. <https://zorgmag.nl/2014/01/15/zorgrobot-voor-ouderen/> Van 24-10-2016
- 6 Verstijlen M. Geestelijke Gezondheidszorg Eindhoven en de Kempen. July 2016.
- 7 Hill R.A. Assistive Robots Vital to Future of Elder Care. June 2016. http://www.robotictrends.com/article/assistive_robots_vital_to_future_of_elder_care Van 24-10-2016.
- 8 Volgens Nederland. Zorgrobot wapen tegen eenzaamheid ouderen. October 2014. <http://www.volgensnederland.nl/themas/gezondheid/zorgrobot-wapen-tegen-eezaamheid-ouderen> Van 24-10-2016.
- 9 Petersen S. et al. The Utilization of Robotic Pets in Dementia Care. J Alzheimers Dis. 2016 Oct 1.
- 10 Tractica. Household Robots, Vacuum Robots, Lawn Mowing Robots, Pool Cleaning Robots, Personal Assistant Robots, and Toy and Educational Robots: Global Market Analysis and Forecasts. 2015.
- 11 United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2013). World Population Ageing 2013.

- 12 The Marshall Protocol Knowledge Base. Incidence and prevalence of chronic disease. <http://mpkb.org/home/pathogenesis/epidemiology> Van 22-9-2016
- 13 Santos F. et al. Indoor location-aware medical systems for smart homecare and telehealth monitoring: state-of-the-art. Physiol. Meas. 2015;36:R53–R87
- 14 OECD. Health at a glance 2015. November 2015
- 15 Allied Market Research. Robotics Technology Market - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2014 – 2020. May 2015.
- 16 Transparency Market Research. Medical Robotic Systems Market (Surgical Robots, Non-Invasive Radiosurgery Robotic Systems, Prosthetics and Exoskeletons, Assistive and Rehabilitation Robots, Non-Medical Robotics in Hospitals and Emergency Response Robotic Systems) - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2012 – 2018. 2015.
- 17 Robotics Business Review. Healthcare Robotics 2015-2020. 2015
- 18 Transparency Market Research. Smart Robots Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast 2015 – 2023. 2016.
- 19 Bunting M. Who will care for us in the future? Watch out for the rise of the robots. March 2016. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2016/mar/06/who-will-care-for-us-in-the-future-robots-outsourcing-humantiy> Van 24-10-2016.
- 20 Qureshi M.O. et al. 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;5:198-202.
- 21 Global health aging. How Robot Technology is Caring for the Elderly. 2015 <https://globalhealthaging.org/2015/03/20/how-robot-technology-is-caring-for-the-elderly/> Van 24-10-2016.
- 22 Chan L. Will Robots In Healthcare Make Doctors Obsolete? February 2016. <http://www.techtimes.com/articles/131870/20160209/will-robots-in-healthcare-make-doctors-obsolete.htm> Van 24-10-2016.

WAAR GAAN WIJ HEEN?

- 1 Rosen et al. Cybercare 2.0: meeting the challenge of the global burden of disease in 2030. Health Technol (Berl). 2016; 6: 35–51.
- 2 Daniel Burrus. Digital healthcare: what are the opportunities? 2015
- 3 Nictiz. eHealthmonitor 2015: tussen vonk en vlam. 2015.
- 4 Klaus Schwab. The fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. 2016
- 5 Idenburgh P.J. et al. Diagnose Zorginnovatie: over technologie en ondernemerschap. 2013

DIAGNOSE TRANSFORMATIE

- 1 Idenburgh P.J. et al. Diagnose 2025: over de toekomst van de Nederlandse gezondheidszorg. 2010
- 2 Idenburgh P.J. et al. Diagnose Diabetes 2025: over de toekomst van de Nederlandse diabeteszorg. 2012
- 3 Idenburgh P.J. et al. Diagnose Zorginnovatie: over technologie en ondernemerschap. 2013



Verklarende woordenlijst

123

- **3D-printing** - een productiemethode waarbij objecten driedimensionaal worden opgebouwd. Men gebruikt materialen, zoals plastic, metaal, keramiek, poeder, vloeistoffen of zelfs levende cellen, en bevestigt deze laag voor laag. **P. 44**
- **3D-bioprinting** - 3D-printing waarbij de celfunctie en levensvatbaarheid van het geprinte product wordt bewaard. **P. 44**

A

- **Activity trackers** - een apparaat dat door middel van sensoren bijhoudt hoeveel de gebruiker beweegt op een dag door het aantal stappen te tellen. **P. 20**
- **Advanced labs** - technologische ontwikkelingen die leiden tot nieuwe en/of verbeterde (onderzoeks)technieken en –methoden. **P. 52**
- **Affordable Care Act** - officieel de Patient Protection and Affordable Care Act (PPACA), ook wel bekend als Obamacare, is een Amerikaanse federale wet die doelt op het hervormen van gezondheidsverzekeringen in de Verenigde Staten door de kosten van medische zorg te drukken en verzekeringspolissen goedkoper te maken. **P. 17**
- **Artificial Intelligence** - een technologie die zich erop richt om machines 'intelligent' te maken. Intelligentie wordt hierbij omschreven als de kwaliteit die een entiteit in staat stelt om op de juiste wijze en met een vooruitziende blik in zijn omgeving te functioneren. **P. 38**
- **Augmented reality** - een technologie waarbij er een virtueel aspect wordt toegevoegd aan de werkelijkheid in de vorm van beeld of geluid. De realiteit en virtuele wereld worden als het ware gecombineerd. **P. 42**

B

- **Begeleiding** - het stabiliseren dan wel het activeren van iemands psychisch, sociaal en lichamelijk functioneren. **P. 40**
- **Behandeling** - 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. **P. 40**
- **Big Data** - een verzamelnaam voor digitale datasets zo groot en complex dat ze moeilijk (of onmogelijk) te beheren zijn met traditionele software en/of hardware; noch kunnen ze worden beheerd met traditionele of gebruikelijke data management tools en methodes. **P. 36**
- **Bionics** - de vervanging of verbetering van organen of andere lichaamsdelen door technologische innovaties in de mens. **P. 48**

- **Bionische Spelen** - ook wel bekend als een Cybathlon en is een internationale competitie voor invalide deelnemers die op verschillende disciplines worden ondersteund met bionische technologieën. **P. 49**
- **BMI** - de Body Mass Index, een index voor het gewicht in verhouding tot lichaamslengte, en geeft een schatting voor het gezondheidsrisico van het lichaamsgewicht. **P. 18**

C

- **Cloud computing** - het via een netwerk (veelal het internet) op aanvraag beschikbaar stellen van hardware, software en gegevens. **P. 21**
- **Cloud-powered medische dossiers** - zie patiënt portaal. **P. 26**
- **Comorbiditeit** - het tegelijkertijd aanwezig zijn van twee of meer stoornissen of aandoeningen in een patiënt. **P. 37**
- **Consulteren** - een interactie tussen zowel zorgprofessional en zorggebruiker, als tussen zorggebruikers en andere zorggebruikers, waarbij ze de mogelijkheid hebben om advies te vragen en te overleggen over passende vervolgstappen. **P. 22**
- **Consumer-omics** - een beweging waarin gegevens over onder meer het genoom, microbiom en metabool beschikbaar komen voor de consument zonder tussenkomst van een zorgprofessional. **P. 34**
- **Consumer genomics** - het op aanvraag van de consument diens genoom sequencen en analyseren. **P. 34**
- **Controle** - het verifiëren van de juiste werking van behandelingen en begeleiding bij patiënten en het naleven van bepaalde voorschriften. **P. 54**
- **CRISPR** - Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats, is een DNA-modificatie techniek om gericht genen aan te passen. **P. 52**
- **Crowdsourcing** - organisaties of personen maken gebruik van een grote groep niet vooraf gespecificeerde individuen voor het uitvoeren van een opdracht. **P. 29**
- **Cybercrime** - criminaliteit met ICT als middel én doelwit. **P. 27**

D

- **Deep learning** - kunstmatige neurale netwerken waarbij op basis van een set algoritmen machines vaardigheden wordt aangeleerd om zelfstandig zeer complexe taken uit te voeren. **P. 39**
- **Diagnose** - omvat alle diagnostiechnieken, procedures en alle vormen van onderzoek en onderzoeksresultaten die als doel hebben de aanleiding van een gezondheidsprobleem te identificeren. **P. 30**
- **Digitalisering** - de veranderingen die zich voltrekken in de samenleving ten gevolge van de invloed van informatie- en communicatietechnologieën. **P. 8**
- **Digital reality** - omvat technologieën als augmented reality en virtual reality. **P. 42**

- **DNA** - desoxyribonucleïnezuur is een biochemisch macromolecuul dat fungeert als drager van erfelijke informatie in organismen. P. 52
- **Do-it-yourself Diagnostics** - een technologische ontwikkeling die consumenten de mogelijkheid biedt om hun eigen symptomen of condities te analyseren om een diagnose vast te stellen. P. 32
- **Domotics** - toepassingen van sensoren en communicatietechnologieën in huis of andere verblijfsruimten ter ondersteuning van de zorg aan de patiënt. Twee toepassingen (toezicht houden en ondersteunen) worden hierbij onderscheiden. P. 56

E

- **Elektronisch patiëntendossier (EPD)** - een systeem van veelal medisch administratieve aard waarin zorgprofessionals medische patiëntengegevens registreren. P. 26
- **Empowered patient** - een proces waarin patiënten controle krijgen over beslissingen en handelingen die hun gezondheid beïnvloeden. P. 8
- **Enabler** - capaciteiten, krachten of middelen die bijdragen tot een ontwikkeling of gewenste uitkomst. P. 8
- **Evidence-based** - een concept of strategie die is afgeleid van of geïnformeerd door objectieve bewijzen. P. 13
- **Exoskeleton** - draagbare bionische apparaten die door motorisch aangedreven gewrichten de gebruiker in staat stellen om aangedane biologische gewrichten na te bootsen. P. 48
- **Eyewear** - een visie hulp of soortgelijk apparaat gedragen over de ogen. P. 14

F

- **Farmacogenetica** - het wetenschappelijk vakgebied waarbinnen onderzoek wordt gedaan naar variaties in het DNA die de reactie van een individu op een medicijn kunnen beïnvloeden. P. 35
- **Farmacogenomics** - het wetenschappelijk vakgebied waarbinnen onderzoek wordt gedaan naar de rol van het genoom op de reactie van medicijnen. P. 35
- **Fase-II studie** - studies om na te gaan of de behandeling inderdaad doeltreffend is bij de bedoelde populatie en wordt de optimale dosis bepaald. P. 50
- **Fase-III studie** - studies om de kenmerken van een behandeling in kaart te brengen en te onderscheiden van andere behandelingen. De studies zijn groter en duren langer dan fase-II studies. P. 50
- **Foodscanners** - apparaten die worden ingezet om de ingrediënten van voedingsmiddelen in kaart te brengen. P. 19
- **Fork serving** - het brengen van de vork vanaf het bord naar de mond. P. 18

G

- **Genetische modificatie** - het veranderen van de eigenschappen van organismen door het DNA aan te passen. P. 52
- **Genomics** - de studie naar het genoom en de relatie en effecten hiervan tot het organisme. P.34
- **Gezond leven** - het gedrag en de verantwoordelijkheid van het individu zelf om gezonder te leven. P. 10

H

- **Hearables** - geavanceerde in-ear apparaten die kunnen worden ingezet voor verschillende doeleinden. P. 14
- **Health information systems** - omvat verschillende informatiesystemen zoals elektronische patiëntendossiers, persoonlijke gezondheidsdossiers en patiënten portalen. P. 26
- **Health Information Technology for Economic and Clinical Health (HITECH) Act** - Amerikaanse wet om de implementatie van elektronische gezondheidsdossiers te stimuleren. P. 27
- **High-end apparatuur** - apparatuur die gebruikers voorzien van de hoogst mogelijke kwaliteit output. P. 13
- **High-throughput technieken** - geavanceerde technieken die het mogelijk maken om complexe processen uit te voeren en daarbij grote hoeveelheden data genereren. P. 35
- **Holistic tracking** - het persoonlijk verzamelen van fysieke, mentale, sociale en spirituele informatie om daarmee de eigen gezondheid te managen en wel-overwogen keuzes te maken. P. 14
- **Human Genome Project** - in 1990 in de VS gestart project gestart om het menselijk genoom volledig in kaart te brengen. P. 34
- **Human Microbiome Project** - in 2007 in de VS gestart project gestart om het menselijk microbiom volledig in kaart te brengen. P. 34
- **Human Metabolome Project** - in 2005 in Canada gestart project gestart om het menselijk metaboolom volledig in kaart te brengen. P. 34
- **Human-on-a-chip** - zie Organ-on-a-chip. P. 52

I

- **Implantables** - technologische apparaten die kunnen worden geïmplantéerd in het levende menselijk lichaam. P. 14
- **Incentivized Wellness** - het motiveren van personen om gezondere leefstijl keuzes te maken en hun gedrag te verbeteren middels emotionele of financiële beloningen om de gezondheid te stimuleren. P. 16
- **In-silico trial** - het gebruik van geïndividualiseerde computersimulaties in de ontwikkeling en evaluatie van geneesmiddelen, medische hulpmiddelen of medische interventies. P. 52
- **Internet of Things** - een verzamelnaam voor een netwerk van 'slimme' apparaten die zelfstandig met elkaar gegevens uitwisselen. P. 20
- **Internet of Nano Things** - het Internet of Things op de grootte van nanometers. P. 21

K

- **Ketenzorg** - verschillende zorgaanbieders werken samen om de zorg voor de patiënt te optimaliseren. P. 24

L

- **Lab-on-a-chip** - een apparaat dat verschillende laboratoriumfuncties op één enkele chip integreert. P. 52

M

- **Machine-to-human communicatie** - het draadloos uitwisselen van informatie tussen machines en mensen. P. 20
- **Machine-to-machine communicatie** - het draadloos uitwisselen van informatie tussen machines en apparaten. P. 20
- **Metabolomics** - de studie naar het metaboolom (producten van de stofwisseling) en de relatie hiervan tot het organisme. P. 34
- **Microbiomics** - de studie naar het microbiom (darmflora) en de relatie hiervan tot het organisme. P.34
- **Microfluidica** - het bestuderen van het gedrag van vloeistoffen en gassen op micrometerschaal. P. 58
- **Mindfulness** - een vorm van meditatie of de training daarin waarbij men zich met nieuwsgierige aandacht en zonder automatische reacties bewust is van fysieke ervaringen, stemmingen, gevoelens en gedachten. P. 43
- **Monitoring** - zowel een hulpmiddel bij controle, het volgen van voortgang, als het reactief realiseren van het naleven van voorschriften. P. 54
- **Multimorbiditeit** - het hebben van twee of meer chronische ziekten bij een zelfde individu. P. 47

N

- **Nanotech** - minuscule technieken met een grootte tussen de 0,1-100nm, die worden toegepast in de gezondheidszorg. P. 50
- **Next generation sequencing** - moderne geavanceerde technologieën die sneller en goedkoper het DNA of RNA sequencen. P. 35
- **Nutriceutical** - voedingsmiddelen waarvan het bewezen is dat ze een relatie hebben met het handhaven van gezondheid. P. 19
- **Nutrigenetics** - onderzoeksgebied dat zich toespitst op de rol van genetische variaties op de interactie tussen dieet en ziekte. P. 19
- **Nutrigenomics** - onderzoeksgebied dat zich toespitst op hoe nutriënten en dieet genexpressie beïnvloeden en daarmee het risico op een ziekte binnen een individu. P. 19
- **Nutritional genomics** - de studie die zich richt op de relatie tussen het menselijk genoom, voeding en gezondheid. P. 19

O

- **Omics** - wetenschapsvelden die zich bezighouden met thema's als het DNA (genomics), darmflora (microbiomics), stofwisseling (metabolomics), eiwitten (proteomics) en RNA (transcriptomics). P. 34
- **Online social networking** - een internet-georiënteerde tool die individuen en communities de mogelijkheid biedt voor het creëren en delen van inhoud, sociale interacties en real-time samenwerkingen. Het omvat vormen als sociale netwerk sites, collaboratieve diensten, blogs, wiki's en virtuele communities. P. 28
- **Organs-on-a-chip** - 3D-microstructuren die nauwkeurig fysiologische eigen schappen van organen nabootsen. P. 52
- **Ontgroening** - de relatieve afname van de leeftijdsgroep 0-19 jarigen in de bevolkingsopbouw. P. 8

- **Open-source** - vrije toegang tot het de bronmaterialen van een product in de productie en ontwikkeling. P. 44

P

- **Participatieve zorg** - het actief laten meedoen van de patiënt in zijn eigen zorg. P. 8
- **Patiënt empowerment** - zie Empowered patient. P. 8
- **Patiënt portaal** - een systemische collectie van elektronische gezondheidsinformatie van een individuele patiënt. Het is een digitaal dossier dat kan worden gedeeld onder patiënten, zorgprofessionals, familie, etc. P. 26
- **Paramedische zorg** - de zorg geleverd door paramedici, zoals logopedie, dieetadvisering, fysio- en ergotherapie. P. 24
- **Personalized care** - zie personalized medicine. P. 25
- **Personalised medicine** - zorg, behandelingen en medicatie worden steeds meer persoonlijk afgestemd. P. 9
- **Personalized nutrition** - voeding die is afgestemd op het individu en zo het optimale dieet wordt verzorgd. P. 19
- **Person-on-a-chip** - zie Organ-on-a-chip. P. 53
- **Persoonlijke zorg** - zie personalized medicine. P. 8
- **Persoonlijk gezondheidsdossier (PGD)** - een vorm van het EPD waarbij de patiënt zelf ook gegevens kan beheeren en/of toevoegen. De patiënt kan de primaire gebruiker of zelfs de enige gebruiker zijn, waarbij het mogelijk is dat hij of zij specifieke toegang verleent aan de zorgprofessional wanneer nodig. P. 26
- **Power-to-the-patient** - zelfmanagement en eigen regie van de patiënt worden steeds belangrijker. P. 8
- **Precision Medicine Initiative** - een onderzoeksproject in de Verenigde Staten dat zich erop richt om toe te werken naar personalized medicine. P. 35
- **Preconceptionele screening** - screening op een erfelijke ziekte door DNA-onderzoek voor een zwangerschap. P. 34
- **Predictieve zorg** - zorg die wordt ingestoken op voorspellende risicofactoren, waarbij gedacht kan worden aan het in kaart brengen van het genoom van het individu. P. 8
- **Preventie** - het 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. P. 10
- **Preventieve zorg** - zie Preventie. P. 8
- **Prosthetics** - kunstmatige apparaten die een lichaamsdeel van de gebruiker vervangen. P. 48
- **Proteomics** - de studie naar het proteoom (alle eiwitten van een organisme of een deel van een organisme) en de relatie hiervan tot het organisme. P. 34

Q

- **Quantum dots** - kunstmatige lichtbronnen van slechts een paar nanometer groot. P. 50

R

- **Real-time** - *het geen sprake zijn van waarneembare vertraging of uitstel in processen: 'op dit moment'. P. 21*
- **Remote Consulting** - *het toevoegen van een extra (visuele) dimensie aan de gebruikelijke vormen van communicatie. P. 24*
- **Remote Monitoring** - *technologieën die real-time de (medische) gegevens van individuen delen met zorgprofessionals. De zorgprofessional kan op afstand deze gegevens beoordelen en de patiënt waar nodig adviseren. P. 58*
- **Robotic care** - *robotica die de zorgprofessional ondersteunt in de zorg en monitoring van ouderen en patiënten. P. 60*
- **Robotical operations** - *omvat robotica waarmee (medische) handelingen geautomatiseerd worden uitgevoerd door de integratie van diverse externe informatie. P. 46*

S

- **Sequenzen** - *het bepalen van de volgorde van de nucleotiden in het DNA. P. 35*
- **Serious Gaming** - *spelvormen waarbij vermaak niet het hoofdoel is, maar educatie, training of het veranderen van gedrag. P. 12*
- **Smartclothing** - *kleren die zijn voorzien van geavanceerde technologieën om zo de gezondheid van de drager in kaart te kunnen brengen. P. 14*
- **Smartfood** - *technologieën die de gebruiker meer inzicht geven over de ingrediënten en calorieën in voedingsmiddelen bevatten en mogelijke allergene of toxische stoffen. P. 19*
- **Socialising the Genome** - *project van Genomics England om de conversatie over genomics onder het grote publiek te stimuleren en zo het onderwerp minder complex te maken. P. 35*
- **Streaming video** - *video's die rechtstreeks, vaak via online netwerken, worden gedistribueerd. P. 37*

T

- **Targeted Sensory Reinnervation surgery** - *operatie die erop gericht is om een geamputeerde in staat te stellen geavanceerde protheses te controleren en de sensorische feedback van de prothese te herstellen. P. 48*
- **The Quantified Self** - *een beweging die zich bezighoudt met het fenomeen dat de mens in toenemende mate technologie integreert in zijn leven, met het doel data te verzamelen over zichzelf en hiervan te leren. P. 14*
- **Transcriptomics** - *de studie naar het transcriptoom; het volledig RNA transcript geproduceerd door het genoom. P. 34*
- **Translatieel onderzoek** - *onderzoek dat zich richt op het vinden van praktische toepassingen voor de recentste ontdekkingen in fundamenteel onderzoek. Het onderzoek zorgt voor de overdracht en snelle vertaling van kennis en vernieuwende technologie naar diagnoses en behandelingen ten voordele van de patiënt. P. 37*
- **Turing Test** - *een experiment ontwikkeld door Alan Turing om erachter te komen of een machine menselijke intelligentie kan vertonen. P. 39*

V

- **Venapunctie** - *het aanprikken van een ader met een holle naald, waarbij de procedure veelal wordt gebruikt om bloed af te nemen. P. 42*
- **Vergrijzing** - *het aandeel ouderen in de bevolking stijgt en veroorzaakt daarmee een stijging van de gemiddelde leeftijd. P. 8*
- **Virtual reality** - *creëert een virtuele omgeving die de gebruiker ervaart als een nieuwe werkelijkheid. Vaak kan iemand ook interacties aangaan in deze nieuwe wereld. P. 42*
- **Voedselbiotechnologie** - *het gebruik van organismen of onderdelen van organismen in technologische processen in de ontwikkeling van voedingsmiddelen. P. 19*

W

- **Wearables** - *technologieën die op het lichaam kunnen worden gedragen waarbij ze verschillende doeleinden kunnen hebben. P. 14*
- **Westerse gezondheidszorg** - *de gezondheidszorg in een groep cultureel en etnisch verwante landen die met name tussen 1500 en het heden een dominante positie opbouwden in de wereld. De landen behoren veelal tot de rijkste en machtigste ter wereld en hebben een grote culturele invloed en overwicht op de rest van de wereld. P. 8*
- **Whole genome sequencing** - *het in één keer sequencen van het volledig genoom van een organisme. P. 35*

Z

- **ZorgwaardeCyclus** - *de ZorgwaardeCyclus zet de patiënt daadwerkelijk centraal en laat zien dat het zorgproces een cyclisch karakter heeft, waarbij vijf zorgfasen onderscheiden worden en onderdeel vormen van het (generieke) zorgproces. P. 8*

De volgende symbolen worden gebruikt in de teksten en staan voor:

★ Definitie

📦 Toepassingen en voordelen

📈 Markt

⊕ Drijvende factoren

🔧 Risico's en uitdagingen

Geïnitieerd door

bebright
accelerating healthcare

Mede mogelijk gemaakt door
de strategische partners van Diagnose Transformatie



noaber foundation



PROMEDICO[®]
Beter voor iedereen

en

