

# Genomic Medicine: Een toekomstige zorg?

Rede uitgesproken door:

dr. Rolf H. Sijmons

bij de aanvaarding van het ambt van  
hoogleraar 'Medische Translationele Genetica'  
aan de Rijksuniversiteit Groningen  
op dinsdag 3 december 2013



**umcg**



**rijksuniversiteit  
groningen**

## **Colofon**

### **Uitgave**

Universitair Medisch Centrum Groningen / Rijksuniversiteit Groningen,  
Januari 2014

### **Fotografie**

Omslagfoto: Rolf Sijmons  
Foto omslagflap: Pieter van der Vlies

### **Druk**

NetzoDruk Groningen BV

**Kunstwerk omslag**

“Vogels”

Kunstenaar: Peter Bastiaanssen

2013, houtsculptuur

<http://artisadog.exto.nl/>



*Mijnheer de Rector Magnificus,  
Geachte aanwezigen,*

## **Genomic Medicine**

*Genomic Medicine* is simpel gezegd gezondheidszorg die gebruik maakt van onze kennis van ons erfelijke materiaal, ons DNA. Het is *dit* deel van de geneeskunde waar ik me de komende jaren vooral op zal richten en waar ook onze afdeling haar schouders onder zet. En om dan maar meteen de titel van mijn leerstoel bij de kop te vatten: *medische translationele genetica* is het vakgebied dat kijkt naar alles wat we weten en kunnen in de genetica, om dat dan vervolgens te vertalen naar de praktische gezondheidszorg. Naar *Genomic Medicine* dus.

Zo zou *Genomic Medicine* er volgens een cartoonist uit kunnen zien:

<cartoon "Take 2 genes and call me in the morning" door Mike Peters>

Gunstig komt de medische stand hier niet van af. De tekenaar heeft het klassieke advies van een pijnstillertje en glaasje water of warme melk vervangen door een dosis genen. Dat laatste klinkt als een doorbraak in de geneeskunde, en toch bekruipt je het gevoel dat de patiënt met dit advies wordt afgescheept.

Genen zijn de aanleg voor onze erfelijke eigenschappen. We hebben tussen de 20 en 25 duizend verschillende genen. Willekeurig 2 genen nemen is gebrek aan maatwerk en maatwerk in de gezondheidszorg is nou juist wat we willen. Niet alle behandelingen of preventieve maatregelen zijn namelijk bij iedereen even effectief en veilig. Maatwerk houdt met die verschillen zo goed mogelijk rekening.

*Gepersonaliseerde geneeskunde* wordt dit genoemd en u ziet hier de Engelse synoniemen. *Precision medicine* is daarbij mijn favoriet.

Allerlei persoonlijk kenmerken van de patiënt en zijn ziekte worden daarbij meegewogen in de keuze voor soorten therapie of, als het gaat om nog gezonde mensen, de keuze uit preventieve maatregelen. Als dat maatwerk gebruik maakt van *genetische* informatie dan kunnen we daar weer het stempel *Genomic Medicine* op zetten.

Voordat ik u straks een paar voorbeelden laat zien wil ik kort iets over de technische achtergrond vertellen. Wat heeft mogelijk gemaakt dat we ons DNA zoveel makkelijker kunnen bekijken dan vroeger? DNA halen we uit bloed of weefsel en maken we panklaar voor de machine die we een *next generation sequencer* noemen. DNA gaat als een grote hoeveelheid kleine stukjes de sequencer in en wordt daar afgelezen. Nu komt het vak bioinformatica om de hoek kijken. We hebben daar een hele groep experts van in eigen huis. Met behulp van allerlei software worden de afgelezen DNA sequenties als puzzelstukken in elkaar gepast. Uiteindelijk worden alle waargenomen varianten, normale of ziekteverwekkende varianten, in een overzicht gezet. Het beslissen of een variant in DNA onschuldig of ziekteverwekkend is, kan trouwens lastig zijn. Later in mijn verhaal kom ik daar op terug.

Laten we nu die praktijkvoorbeelden van Genomic Medicine bekijken. Ze zijn een greep uit het werk waarbij onze afdeling, en daarbinnen ook mijn eigen sectie Ontwikkeling en Innovatie, betrokken is.

## Oncopanel

Het eerste voorbeeld dat ik u wil geven gaat over een genenpanel.

Dat is een verzameling van genen die we met next generation sequencing tegelijk kunnen bekijken. In dit geval een genenpanel dat we in huis hebben ontworpen voor patiënten en families die bij ons aankloppen met de vraag of de kanker die in hun familie voorkomt erfelijk is. Van bijvoorbeeld alle borst, eierstok en darmkanker is tussen de 5 en 10% erfelijk bepaald. Mensen met de aanleg voor een erfelijke vorm van kanker hebben een veel grotere kans op die soorten kanker dan de meeste mensen en krijgen die kanker vaak op jongere leeftijd.

Eenzelfde soort kanker kan bij meerdere erfelijke aandoeningen passen.

Tot voor kort was het echter te kostbaar en te tijdrovend om patiënten op al die mogelijkheden te testen. Met behulp van ons oncopanel kunnen we nu desgevraagd in 1 klap 70 bekende erfelijke kankergenen nakijken.

Recent Amerikaans onderzoek suggereert dat je met zo'n genenpanel bijvoorbeeld tweemaal zoveel erfelijke oorzaken vindt voor borst/eierstokkanker dan met de traditionele aanpak. We verwachten binnenkort de resultaten van onze eerste serie van meer dan 100 patiënten die we met ons eigen panel hebben onderzocht.

Betere genetische diagnostiek leidt tot identificatie van meer mensen met een sterk verhoogde kans op kanker en geeft kansen voor gerichte maatregelen om kanker zo vroeg mogelijk op te sporen of zelfs te voorkomen. Soms met eenvoudige middelen. Het gebruik van aspirine bijvoorbeeld bij mensen met de aanleg voor erfelijke darmkanker type Lynch syndroom geeft een forse reductie van het risico op die kanker.

Ook bij de behandeling van kanker kan de keuze voor bepaalde therapie van de erfelijke achtergrond afhangen. Bij vrouwen met uitgezaaide borst of eierstokkanker met een erfelijke fout in de BRCA1 of BRCA2 genen kunnen bijvoorbeeld zogenaamde PARP-remmers gebruikt worden. Bij vrouwen waarbij BRCA1 of 2 niet beschadigd zijn helpen die middelen niet. Als meer keuzes rond behandeling van kanker afhankelijk worden van de aan of afwezigheid van bepaalde erfelijke aanleg, dan zal het nodig zijn bij meer patiënten vroeg en snel in hun zorgtraject dat DNA onderzoek te verrichten. Die trend zien we ook in de praktijk.

Stel dat een familie verdacht is voor het hebben van erfelijke kanker, maar het oncopanel levert niets op? Dan ligt het voor de hand om naar alle andere genen te gaan kijken. We hebben kortgeleden samen met collega's in Heidelberg en Szczecin een zogenaamde TRANSCAN subsidie van de EU gekregen om dit onderzoek in dit soort families uit te gaan voeren.

### **Non-invasieve prenatale diagnostiek (NIPT)**

Het volgende voorbeeld gaat over meer precisie bij onderzoek tijdens de zwangerschap. Met toenemende leeftijd van de zwangere neemt zoals bekend de kans op Down syndroom bij haar ongeboren kind toe. Voor het schatten van de kans op Down syndroom tijdens een zwangerschap gebruiken we in ons land de zogenaamde combinatietest. Hierbij wordt de nekplooidikte van het ongeboren kind gemeten en het bloed van de moeder wordt onderzocht op een paar eiwitten. Als de combinatietest een verhoogde kans laat zien dan wordt vervolgens een vlokcentest of vruchtwaterpunctie aangeboden om zekerheid te krijgen. De meeste vrouwen met een verhoogde kans hebben echter geen kind met Down syndroom en aan zowel de vlokcentest als de vruchtwaterpunctie kleeft een kans op een miskraam. Met behulp van next generation sequencing is het nu mogelijk met veel meer precisie de kans op Down syndroom te schatten. We noemen deze procedure NIPT.

Deze test maakt gebruik van het feit dat in het bloed van de zwangere ook wat DNA van het kind te vinden is. Via een aantal slimme trucjes kunnen we het DNA van het kind tussen dat van de moeder herkennen en kunnen we zien of er sprake is van Down syndroom of niet.

Of, laat ik het voorzichtiger zeggen, of er een heel grote of nog maar kleine kans is op Down syndroom. Hierdoor kan de groep zwangeren die uiteindelijk aan het miskraamrisico van vlokcentest of vruchtwaterpunctie wordt blootgesteld sterk worden verkleind.

Wanneer wordt dit in de praktijk aangeboden? Nog niet in ons land. De overheid beoordeelt op dit moment de vergunningsaanvraag van het landelijke consortium om NIPT als wetenschappelijke studie te mogen aanbieden en uitvoeren bij een groep van 1000 zwangeren.



De test voorziet in ieder geval in een behoefte. Een deel van de zwangeren kiest er nu al voor op eigen kosten dit onderzoek in het buitenland te laten uitvoeren. Naar de volgende stap wordt overigens Internationaal ook al onderzoek gedaan: niet alleen kijken naar Down syndroom maar het bekijken van in principe *alle* genvarianten in het DNA van het kind, in bloed van de moeder.

## **Next-generation sequencing bij pasgeborenen**

Laten we van zwangerschappen de stap maken naar de pasgeborenen.

Er zijn ernstig zieke kinderen waarbij na de gewone eerste diagnostiek de oorzaak van hun ziektebeeld onbekend is. Therapiekeuzes zijn dan lastig en de prognose is onduidelijk. Misschien wel zoveel als 1 op de 3 van deze ziektebeelden heeft een erfelijke oorzaak. Maar het is wel een lange lijst van stuk voor stuk zeldzame erfelijke aandoeningen. Het gaat niet snel genoeg en het is veel te duur alle genen van die lijst op de ouderwetse tijdrovende manier te testen en ook hier biedt next generation sequencing, dat immers veel genen in 1 klap kan bekijken, een oplossing. In het buitenland is dat al toegepast en de resultaten zijn veelbelovend.

In het UMCG gaan we dit onderzoek in de loop van volgend jaar starten.

In eerste instantie zal het gaan om rond de 25 kinderen per jaar die voor deze test in aanmerking komen in ons ziekenhuis. Later kan die groep zo nodig worden uitgebreid. Technisch zijn we alle voorbereidingen aan het treffen waarbij we verder willen investeren in de nodige rekenkracht, data veiligheid en sequencing capaciteit. Ook met het oog op andere patiëntengroepen die we willen gaan bedienen. We zijn in overleg met onze kinderartsen en kinderneurologen om de indicaties voor dit onderzoek vast te stellen. Bij welke kinderen wel en bij welke niet? En hoe gaat het uitslagtraject er uit zien? Welke genen nemen we wel en welke nemen we niet onder de loep? En ook: welke uitslagen willen behandelaars en ouders horen? Genafwijkingen die een verklaring zijn voor de ziekte bij het kind daar draait het op dat moment natuurlijk om. Maar wat doen we met genafwijkingen die op dat moment klinisch niet belangrijk zijn maar later wel? Of nu al belangrijk kunnen zijn voor de volwassen familieleden van het kind?

Het American College of Medical Genetics deed daar onlangs een stevige uitspraak over die veel stof heeft doen opwaaien. Het stelt dat, los van de reden van het onderzoek, van een bepaalde lijst van genen, afwijkingen *moeten* worden meegedeeld aan de onderzochte personen.

en als het om minderjarigen gaat, aan hun ouders. Die hebben daarin niets te kiezen. Het college doet die aanbeveling omdat het om genafwijkingen gaat waar klinisch maatregelen voor te treffen zijn. De redenering is daarbij dat de gevolgen van die kennis voor gezondheid van de patiënt maar ook die van familieleden zwaarder weegt dan het "recht op niet-weten". Wij, en met ons velen, vinden dat patiënten en ouders wel degelijk iets te kiezen hebben en we doen daar ook wetenschappelijk onderzoek naar.

We spraken net over *zieke* pasgeborenen. In Nederland en veel andere landen bestaat er voor *elke* pasgeborenen al een beperkte genetische test die we hielprik noemen. Amerikaanse ouders van gezonde pasgeborenen werd recent gevraagd of ze de hielprik wilden uitbreiden met een onderzoek van alle genen. De ruime meerderheid van die ouders zei ja. Ook zeiden ze niet alleen de uitslag van behandelbare erfelijke ziekten te willen weten, maar ook van de onbehandelbare. Een Canadees onderzoek gaf soortgelijke resultaten. Een dergelijke uitbreiding van de hielprik is in ons land nu nog niet aan de orde. In ieder geval in Amerika start volgend jaar een DNA onderzoek van alle genen bij gezonde pasgeborenen op kleine schaal *wel*. Niet alleen onderzoek bij patiënten dus.

### **Direct-to-consumer testing**

Een deel van de consumenten zal op dergelijke ontwikkelingen vooruit gaan lopen. Het is goed ons te realiseren dat genetisch onderzoek nu al geen zaak meer is die uitsluitend binnen de gezondheidszorg wordt verricht. Het is nu mogelijk dat je als consument zonder tussenkomst van artsen een dergelijke test met je credit card in de hand bestelt.

Sommigen vinden deze zogenaamde direct-to-consumer-testing zorgelijk. Is dit wel verantwoord? De grootste firma op het gebied van genetisch onderzoek voor consumenten, het Amerikaanse 23andMe, heeft enige tijd geleden voor iets minder dan 1000 dollar een onderzoek van alle genen aangeboden. 23andMe

maakte reclame voor die test met de kreet dat het ongewoon opwindend is om als een van de eersten al je genen te laten nakijken.

“Be a trailblazer” schreven ze. Dat is nou niet direct een medische indicatie. Maar is dat erg? Een commercieel initiatief op dit gebied hoeft op zich niet verkeerd te zijn, ook niet in Nederland. Over de bruikbaarheid van de testen zou je vooraf uiteraard helder moeten zijn.

En een degelijke medisch uitleg over de uitslag moet beschikbaar zijn.

Het moet in onze ogen mogelijk zijn dergelijke commerciële testen verantwoord uit te voeren. Onze afdeling start in de loop van volgend jaar met een screenend onderzoek op dragerschap voor ernstige erfelijke aandoeningen bij paren met kinderwens. Het direct aan het publiek aanbieden van deze test is daarbij nadrukkelijk een van de opties die we bekijken.

Waar gaat het om? Als beide ouders toevallig drager zijn van een aanleg voor *dezelfde* ziekte dan hebben ze daarvan geen last voor hun eigen gezondheid, maar ze hebben wel voor elk kind een kans van 25% op die ziekte. Het klassieke scenario is dat zo’n aandoening de eerste keer als donderslag bij heldere hemel in een familie optreedt. Pas na zo’n gebeurtenis wordt DNA onderzoek naar dragerschap in de reguliere zorg aangeboden. Allemaal zijn we wel drager van de aanleg voor enkele van die aandoeningen. Aanstaande ouders hebben, als ze geen nabije bloedverwanten zijn, op zich niet zo’n grote kans alle twee drager te zijn voor dezelfde aandoening. Op voorhand dus maar een kleine kans op zo’n ernstige aandoening. Sommige paren met kinderwens willen deze kans echter niet zomaar nemen, maar willen zekerheid over dragerschap bij henzelf. Binnen de reguliere zorg bestaat daarvoor nu nog geen mogelijkheid. Dat vinden we vanuit oogpunt van autonomie van de patiënt/consument en medisch perspectief ongewenst.

Onze universiteit moedigt haar werknemers aan om ook over commerciële opties te denken. Om, als dat kan, initiatieven te ontplooiën buiten de reguliere zorg om. Die dan indirect de zorg en het wetenschappelijk onderzoek weer ten goede komen. De faculteit Geneeskunde werkt daarom samen met ons en andere afdelingen al enige tijd aan een plan voor een commerciële labfaciliteit. Op korte termijn worden deze plannen hopelijk meer concreet.

## Farmacogenetica

Het laatste voorbeeld dat ik u wil geven gaat over geneesmiddelen. Niet bij iedereen zijn alle geneesmiddelen even effectief en bij niet iedereen is de kans op bijwerkingen even groot. Dit kan betekenen dat een standaard dosis van een geneesmiddel niet helpt of juist een veel te sterke reactie geeft. Mensen verschillen hierin dus. Te sterke of te lage gevoeligheid voor middelen tegen depressie zijn een bekend voorbeeld. Net als de bijwerkingen van het gebruik van de cholesterolverlagende statines. Twintig tot vijfennegentig procent van deze verschillen wordt veroorzaakt door erfelijke variaties in genen die betrokken zijn bij onze verwerking van en reactie op geneesmiddelen. We noemen het vakgebied dat hier naar kijkt *farmacogenetica*. De Farmacogenetica Werkgroep van de Koninklijke Nederlandse Maatschappij ter bevordering der Pharmacie, de KNMP, heeft in het verleden al een lijst gemaakt van de voor de Nederlandse praktijk belangrijkste genvarianten en de bijbehorende voorschrijfadvisen. Het testen van patiënten op genvarianten die geneesmiddelengebruik effectiever en veiliger maken klinkt aantrekkelijk en toch gebeurt het vrijwel niet in de praktijk. Daarvoor zijn meerdere redenen te bedenken. Kennis, kostprijs en beschikbaarheid bijvoorbeeld.

Wij hebben nu een test ontwikkeld waarbij tegen een materiaalkostprijs van enkele tientjes alle genvarianten kunnen worden getest die de Farmacogenetica Werkgroep heeft uitgekozen. Met enthousiaste collega's van de Klinische Farmacologie en de ziekenhuisapotheek van het UMCG en samen met verschillende collega's uit andere academische en niet-academische ziekenhuizen, hebben we een voorstel gedaan om onderzoek te doen naar de praktische mogelijkheden en hindernissen om een farmacogenetische test in ons land breed te gaan gebruiken. Dit met financiële steun van een grote Nederlandse zorgverzekeraar en de KNMP. Of dit concrete plan nu gehonoreerd gaat worden of niet, we gaan met deze test in ieder geval volgend jaar al bepaalde groepen patiënten in onderzoeksverband op geneesmiddelengevoeligheid testen.

## Data analyse en Datasharing

Dames en Heren,

Ik heb u verschillende voorbeelden laten zien van Genomic Medicine.

In mijn ogen *veelbelovende* voorbeelden. Voor brede invoering van Genomic Medicine met next generation sequencing moeten echter verschillende hindernissen worden overwonnen. Een van de knelpunten die mij en mijn collega's zorgen baart is het interpreteren van de vele genvarianten die we in de diagnostiek vinden. Behalve een hoop varianten waarmee behandelaars direct aan de slag kunnen zijn er wereldwijd met DNA onderzoek al vele duizenden genvarianten gevonden die klinisch nog niet duidelijk te interpreteren zijn. En dat worden er met het inzetten van de nieuwe technieken alleen nog maar meer. Ze vormen klinisch een groot probleem omdat we niet weten wat ze voor de gezondheid van de patiënt te betekenen hebben. Dit weerhoudt ons dan bijvoorbeeld van het starten van interventies die we bij het vinden van een duidelijke *ziekteverwekkende* genvariant wel zouden hebben uitgevoerd.

Waarom zijn die genvarianten soms zo lastig te begrijpen? Omdat het daarbij gaat om subtiele veranderingen in de DNA code. Vaak is daarbij maar 1 letter in het DNA recept veranderd en is niet duidelijk wat het effect daarvan is op het eiwit dat in ons lichaam aan de hand van dat gen gemaakt wordt. En daardoor is het ook niet duidelijk wat het effect is op de gezondheid. Er zijn allerlei methoden om die betekenis te voorspellen. Samen met een groep internationale collega's hebben we ons vastgebeten in varianten die we vinden in de genen voor erfelijke darmkanker type Lynch syndroom. We hebben een paar duizend varianten heel systematisch de revue laten passeren en het artikel dat we als groep daarover hebben geschreven is vorige week geaccepteerd door het tijdschrift Nature Genetics. Maar laat ik duidelijk zijn: ondanks alle inspanningen konden we op lang niet alle varianten een duidelijk stempel "normaal" of "ziekteverwekkend zetten".

Om voor veel patiënten en hun families DNA uitslagen completer en bruikbaar te maken helpt het om op ongehoord grote schaal data te gaan delen, ook wel datasharing genoemd. Het gaat daarbij onder andere om anonieme informatie

over de waargenomen genvarianten en de belangrijkste gezondheidsskenmerken van de personen die getest werden, met inachtneming van de privacy regels natuurlijk. Op die manier kan al veel makkelijker worden vastgesteld welke genvarianten normaal in de verschillende bevolkingen voorkomen. Die normaal verklaarde varianten kunnen dan van de lijst “twijfelgevallen” af. De energie kan dan worden gericht op de overblijvers en ook daarvoor is die grootschalige informatie belangrijk. Wat “normaal” is weten we nu nog lang niet goed genoeg, al is het succesvolle GoNL project, waarbij al het DNA van enkele honderden Nederlanders is bekeken, een waardevolle hulp. Internationaal zijn er een hoop initiatieven om publieke databases aan te leggen voor dit doel, maar het vullen daarvan door ons allemaal verloopt zeer traag. Energie stoppen in datasharing betaalt zich op zijn minst deels terug in de geringere tijd die nodig is voor de variantinterpretatie in het lab. We zullen via slimme technieken de tijdsinvestering voor het submitten naar de databases zo klein mogelijk moeten maken, bij voorkeur automatisch op de achtergrond zonder druk op de knop. Enkele weken geleden hadden we met de Nederlandse DNA diagnostiek laboratoria de aftrap van een stappenplan om tot een werkzame oplossing te komen. De andere stakeholders zullen hier natuurlijk ook bij betrokken gaan worden.

Niet alleen sharing van bestaande data, maar ook op grote schaal genereren van nog veel meer data over genvarianten en bijbehorende gezondheidstoestand is belangrijk voor ons begrip van wat we in ons DNA zien. In Engeland gaat men van 100.000 inwoners alle genen sequencen. Daar is 100 miljoen pond voor beschikbaar gesteld. Is er iets soortgelijks wat we als UMCG met onze partners zouden kunnen bijdragen? We hebben immers het LifeLines project waar 165.000 bewoners aan meedoen. Hierin wordt in de loop der jaren veel gezondheidsinformatie van de deelnemers verzameld en is ook al beperkt genetisch onderzoek gedaan. Het UMCG zou zichzelf internationaal enorm op de kaart zetten als het zou besluiten de genetica van alle deelnemers nog veel verder te ontrafelen dan nu het geval is en die in relatie zou brengen met de verzamelde gezondheidsinformatie.

## Virtual Clinic for Genomic Medicine

Dames en Heren,

Genomic Medicine is nieuw, snel veranderend en de technische achtergrond niet alledaags. Dat vormt niet alleen een technische en klinische maar ook een onderwijskundige uitdaging. Op dit moment wordt het thema Genomic Medicine erg versnipperd en onvolledig behandeld in de diverse RUG curricula. Hoe kunnen we kennis op dit gebied effectief overdragen aan studenten Geneeskunde, Life Sciences, huisartsen en specialisten, al dan niet in opleiding? Ik vind het hoog tijd om iets anders te proberen en wel *Serious Gaming*. Ofwel het spelen waarbij vermaak niet het primaire doel is, maar een middel om kennisoverdracht te realiseren. TNO publiceerde in 2011 haar onderzoek naar het rendement van het gebruik van games voor onderwijsdoeleinden en concludeerde in haar studie "Transfer of Gaming" dat voor het onderwijs serious gaming na internet misschien wel de belangrijkste technologische ontwikkeling is sinds de uitvinding van de boekdrukkunst.

Wij zijn een online virtuele kliniek aan het ontwerpen met spreekkamers en laboratoria waar aan de hand van verschillende speelse of patiëntgebonden vragen proeven kunnen worden gedaan, of op andere manieren gejaagd kan worden op de benodigde data. Deze leeromgeving zal in mijn ogen een waardevolle aanvulling zijn op bestaande scholing en nascholing. We willen dit ontwerp in de loop van volgend jaar uitvoeren en in de praktijk testen.

## Tot slot

Mijnheer de Rector Magnificus, geachte aanwezigen,  
Genomic Medicine kan de zorg effectiever en veiliger maken en verdient een gewoon onderdeel te worden van wat we Geneeskunde noemen.  
Daarvoor zijn lokaal en nationaal stevige initiatieven nodig en is grootschalige internationale samenwerking cruciaal.

Als we over 5 jaar in het UMCG kijken, dan wordt bij de meeste patiënten routinematig een uitgebreid DNA onderzoek verricht dat dan nog maar een paar honderd Euro, of minder kost. Zodat die DNA informatie deel uitmaakt van het medisch dossier en als het vroeg of laat nodig is de relevante gegevens direct beschikbaar zijn. Voor geneesmiddelengebruik bijvoorbeeld. Voor het maken van klinisch zinvolle risicoprofielen. Als ondersteuning van andere klinische diagnostiek. Als bron voor wetenschappelijk onderzoek om de zorg verder te verbeteren. En als het om patiënten met kanker gaat: we maken dan ook bij de meeste van hen een DNA profiel van de genafwijkingen die we in de tumoren vinden. Als hulp bij de keuze voor therapie en het geven van een prognose.

Is 5 jaar te optimistisch, of misschien zelfs te behoudend geschat? Er zijn veel factoren die het tempo van deze ontwikkelingen bepalen.

*Maar*, dit is geen science fiction en ook geen verre toekomstmuziek.

Ik kan u in ieder geval verzekeren dat er in Groningen *nu* al muziek zit in Genomic Medicine.

Ik heb gezegd.



## **Naschrift**

*Het Groningse protocol voor het houden van oraties staat een dankwoord niet toe. Ik wil graag in dit boekje mijn dank uitspreken voor alle hulp die ik mocht ontvangen gedurende de meer dan twintig jaar die ik in het vakgebied van de genetica werkzaam ben en voor de vruchtbare samenwerkingen met velen van u. Zonder mijn familie en vrienden zou ik nu niet staan waar ik sta. Voor hen is daarom het slotakkoord, in majeure.*

