

Wachten op het onverwachte: hoe we beter het effect van hersenschade kunnen voorspellen

Wat gebeurde, maar niet verwacht was

19 oktober 2011. Voor de meesten onder ons is dit een dag die we ons wellicht niet glashelder kunnen herinneren. Deze dag was echter een keerpunt in het leven van de toen 21-jarige Sam Schmid. Deze Amerikaanse student raakte op die dag betrokken in een zwaar verkeersongeval, waar hij verwondingen opliep die zo ernstig waren dat ze niet konden worden behandeld in het plaatselijke ziekenhuis van het stadje waar het ongeluk had plaats gevonden. De jongeman werd met spoed geopereerd, maar het mocht niet baten: Schmid werd hersendood verklaard. Deze diagnose duidde aan dat er geen hersenactiviteit meer waar te nemen was bij de jonge student. Een maand later, tijdens een bezoek van zijn ouders, gebeurde echter het onverwachte: Schmid bewoog twee vingers. Dit zou de start zijn van een miraculeus herstel waar Schmid alle verwachtingen ruimschoots overtrof. Twee jaar na het ongeval, na maanden van intensieve revalidatie, zou de jongeman er opnieuw in slagen om te praten en te wandelen, en plande hij zelfs verder te studeren.

Waar wij met deze case studie vooral aandacht op willen vestigen is dat niemand had kunnen voorspellen dat het herstel van Schmid zo zou verlopen. Voor de behandelde artsen was het duidelijk: er was geen hoop op herstel, gezien het feit dat de jongeman hersendood werd bevonden. De familieleden hadden geen enkele reden om aan het verdict van het team van neurologen te twijfelen: neurologen zijn uiteindelijk opgeleid om patiënten met hersenaandoeningen en hersenschade zo goed als mogelijk verder te helpen. Toch heeft iedereen wel al eens gehoord over een situatie waarin de behandelde arts stelt dat enkel 'tijd zal uitwijzen wat de gevolgen zijn'. Met andere woorden: soms is het zelfs voor een expert in hersenaandoeningen onmogelijk om te voorspellen hoe het herstel zal verlopen.

Op het eerste zicht hetzelfde

Het feit dat voorspellingen zo moeilijk te maken zijn ligt vooral aan de complexiteit van het menselijk brein. Wanneer we de hersenen van twee individuen zouden vergelijken zou dit een beetje zijn zoals het vergelijken van twee menselijke gezichten: ze zijn grofweg hetzelfde (beide hebben bijvoorbeeld een mond en oren), maar toch zit er aanzienlijk verschil in de details (zoals oogkleur). Omwille van deze grote diversiteit is het dan ook heel moeilijk om te voorspellen wat hersenschade doet met een specifiek stel hersenen. Zo kan exact dezelfde fysieke schade bij een ander stel hersenen heel andere gevolgen hebben. Dat voorspellingen maken over herstel dan ook aarts moeilijk is, is dus niet uit de lucht gegrepen. De hamvraag is dan ook: zijn we überhaupt in staat om betere voorspellingen te maken? Op deze vraag kunnen we dankzij recent onderzoek voorzichtig positief antwoorden. De grote drijfveer achter deze onderzoekslijn is 'The Virtual Brain' (Falcon et al., 2016), een project dat poogt om betere voorspellingen te maken over impact van hersenschade dankzij het creëren van een virtueel model van het getroffen brein.

Het creëren van zo een virtueel model van een brein is geen evident proces, maar het is mogelijk dankzij grotere computerkracht, en verbeterde meettechnieken, om het brein in kaart te brengen. Om een virtueel model te maken zijn eigenlijk twee soorten data nodig: anatomische data (over de fysieke opbouw van de hersenen), en functionele data (informatie over de hersenactiviteit). Deze twee informatiebronnen worden dan gebundeld in één virtueel model van het brein. Aangezien het model wordt gecreëerd op basis van verzamelde data van het individu is het model, net zoals de hersenen zelf, uniek voor ieder persoon.

Virtueel getest

Om uit te leggen hoe een virtueel model van het brein ons helpt bij het in kaart brengen van neurologische aandoeningen beschouwen we het voorbeeld van een beroerte. Een beroerte is het ziektebeeld waarbij neuronen in de hersenen van de patiënt afsterven door een zuurstoftekort. Dit zuurstoftekort kan veroorzaakt worden door meerdere factoren, maar de vaakst voorkomende factor is een bloedklonter die de bloedaanvoer naar een bepaald deel van de hersenen blokkeert. Het is evident dat een beroerte een enorme impact heeft op het functioneren van ons brein, maar helaas is het niet geheel duidelijk hoe de overdracht van informatie in de hersenen exact wordt beïnvloed. Het is namelijk mogelijk om het functioneren van de hersenen te beschrijven aan de hand van parameters. Deze parameters beschrijven dan hoe effectief de informatie overdracht verloopt. Met de hulp van The Virtual Brain kunnen we inschatten hoe deze parameters wijzigen na een beroerte. Dit is mogelijk door het creëren van een virtueel model van het brein. Vervolgens worden een aantal modelparameters gevarieerd tot ons virtueel model zich hetzelfde gedraagt als het virtueel model van een beroerte patiënt. De parameter waarden die geassocieerd zijn met het meest passende model duiden dan aan hoe de parameters gewijzigd zijn onder invloed van het beroerte. Bovendien kunnen we meerdere modellen maken, waarbij we dan kijken hoe de parameters bijvoorbeeld wijzigen over tijd. Dit geeft ons dan weer een idee over hoe onze neurale parameters wijzigen door revalidatie.

Het virtueel model kan voor meer gebruikt worden dan om het verloop van herstel te voorspellen: het kan ook gebruikt worden om een inschatting te maken van de best mogelijke behandeling. We verduidelijken dit met het voorbeeld van een patiënt die lijdt aan een hersentumor. Wanneer iemand wordt gediagnosticeerd met een hersentumor zijn er meerdere behandelingsmogelijkheden. Meestal wordt er geoordeeld of het mogelijk is de tumor operatief te verwijderen. Verder wordt er ook vaak gedacht aan bestraling en/of chemotherapie. Het grootste probleem is dat er geen ideale behandeling is: veel hangt bijvoorbeeld af van de locatie van de tumor, en van de aard van de tumor. Dankzij het simuleren van het brein van een patiënt ontstaat de mogelijkheid om virtueel te testen wat de mogelijke gevolgen van een behandeling zijn. Men zou dus een model van het brein kunnen maken, vervolgens een virtuele ‘operatie’ uitvoeren op dit model, en dan kijken wat de gevolgen zijn met betrekking tot de gesimuleerde hersenactivatie voor het ‘geopereerde’ virtuele brein. Zo kan men dus behandelingen uitproberen op het virtuele brein van een patiënt, alvorens ze toe te passen in de echte wereld.

Een verwacht mirakel

Op lange termijn is de hoop dat we ooit in staat zijn om behandelingen op maat te realiseren, waar we aan de hand van het virtuele brein van een patiënt in staat zijn om de best mogelijke behandelingswijze te bepalen. Verder is er hoop dat we over een aantal jaar in staat zijn om accuraat te voorspellen welk effect de behandeling zal hebben, en hoe de patiënt zal herstellen.

Referenties

Falcon, M. I., Riley, J. D., Jirsa, V., McIntosh, A. R., Elinor Chen, E., & Solodkin, A. (2016). Functional Mechanisms of Recovery after Chronic Stroke: Modeling with the Virtual Brain. *eNeuro*, 3(2). <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0158-15.2016>