University of Groningen

Spiegelneuronen

Eronen, Markus I.

Published in:
Neuropraxis

DOI:
[10.1007/s12474-019-00240-4](https://doi.org/10.1007/s12474-019-00240-4)

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2019

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Eronen, M. I. (2019). Spiegelneuronen: het DNA van de psychologie? *Neuropraxis*, 23(6), 159-162.
<https://doi.org/10.1007/s12474-019-00240-4>

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Spiegelneuronen: het DNA van de psychologie?

Markus I. Eronen

Samenvatting

Spiegelneuronen zijn hersencellen die vuren op twee momenten: als je een actie uitvoert en als je waarneemt dat een ander diezelfde actie uitvoert. Lange tijd werden ze beschouwd als een revolutionaire ontdekking die tot nieuwe inzichten zou leiden over empathie, sociale cognitie en mentale stoornissen, zoals autisme. Recent onderzoek suggereert echter dat spiegelneuronen een zeer bescheiden rol hebben in het verklaren van menselijk gedrag. Het lijkt aannemelijk dat ze niet een aangeboren mechanisme vormen voor het begrijpen van elkaar, maar slechts een bijproduct van associatief leren zijn. De geschiedenis van het spiegelneuronen-onderzoek is een goed voorbeeld van een wetenschappelijke hype die op weinig feiten gebaseerd was.

Trefwoorden spiegelneuronen · autisme · broken mirror theory

Inleiding

Spiegelneuronen werden ooit beschouwd als de voorbode van een wetenschappelijke revolutie en beloofden “voor de psychologie te doen wat DNA deed voor de biologie”, aldus de prominente neurowetenschapper V.S. Ramachandran [1]. Maar die revolutie is uitgebleven. Recent onderzoek suggereert zelfs dat spiegelneuronen – in het beste geval – een zeer bescheiden rol hebben in het verklaren van menselijk gedrag.

Oorspronkelijk werden spiegelneuronen ontdekt door Giacomo Rizzolatti en zijn collega's aan de Universiteit van Parma, in de vroege jaren 90 van de vorige eeuw [2, 3]. Rizzolatti en zijn onderzoeksgroep bestudeerden de activiteit van individuele hersencellen van apen (makaken) en ontdekten bij toeval een bijzonder

fenomeen. Sommige hersencellen begonnen niet alleen te vuren wanneer een actie werd uitgevoerd, maar ook wanneer dezelfde actie werd waargenomen. Met andere woorden, ze vuurden niet alleen wanneer de aap een banaan greep, maar ook wanneer de aap een andere aap een banaan zag grijpen. De onderzoekers zagen onmiddellijk het potentieel van hun ontdekking [3]. Ze suggereerden dat spiegelneuronen konden verklaren hoe dieren de acties van anderen op een directe manier, ‘van binnenuit’, begrijpen door deze acties te simuleren in het motorische gebied van hun eigen brein.

Bij nader onderzoek werden spiegelneuronen in meerdere hersengebieden gevonden, en ook in verschillende diersoorten. Bij mensen is het moeilijker om de activiteit van individuele neuronen te meten (je moet daarvoor immers de schedel openen). Toch is er aannemelijk bewijs voor het idee dat ook wij spiegelneuronen hebben. Men kan bijvoorbeeld de activiteit van het vermoedelijke spiegelneuronensysteem indi-

M. I. Eronen (✉)

Heymans Institute for Psychological Research, Rijksuniversiteit
Groningen, Groningen, Nederland
e-mail: m.i.eronen@rug.nl

rect meten, door functionele MRI-technieken (fMRI) of door elektro-encefalografie (EEG) te gebruiken.

Cellen die gedachten lezen

De ontdekking van spiegelneuronen sprak tot de verbeelding van zowel wetenschappers als publiek. Een artikel in *New York Times* noemde spiegelneuronen 'cellen die gedachten lezen' die onthullen 'hoe kinderen leren, waarom mensen reageren op bepaalde soorten sport, dans, muziek en kunst, waarom het bekijken van mediageweld schadelijk kan zijn en waarom veel mannen van pornografie houden' [vert.] [4]. In een TED-talk uit 2007 die sindsdien meer dan 2,2 miljoen keer is bekeken, presenteerde Ramachandran spiegelneuronen als 'de neuronen die de beschaving hebben gevormd' [vert.], met het argument dat het door spiegelneuronen kwam dat cultuur en technologie zich zo snel konden verspreiden in premoderne menselijke populaties [5].

Het verhaal spreekt tot de verbeelding: de geërfde aanleg voor het 'spiegelen' van andere mensen, geïmplementeerd op het niveau van de hersenen, leverde onze voorouders zo'n enorm voordeel op dat spiegelneuronen universeel worden in de menselijke bevolking. Dit zou dan impliceren dat we door evolutie 'hard-wired' zijn geworden, zodat we ons in anderen kunnen inleven, hen kunnen imiteren en zelfs de ander kunnen begrijpen. Bovendien sluit deze opvatting mooi aan bij de bekende resultaten van Andrew Meltzoff en collega's die suggereerden dat pasgeboren baby's al in staat zijn om hun moeders te imiteren: als de moeder bijvoorbeeld haar tong uitsteekt, reageert de baby vaak door ook zijn tong uit te steken [6].

Spiegelneuronen zijn dus een aantrekkelijk concept. Zo aantrekkelijk dat verklaringen op basis van deze speciale neuronen niet beperkt bleven tot imitatievaardigheden en inlevingsvermogen. Andere fenomenen waarvoor spiegelneuronen als verklaring werden voorgesteld, omvatten taalverwerving, emotieherkenning, muziekverwerking, multiple sclerose, rookverslaving en obesitas [7]. Het heeft dan ook niet lang geduurd of theorieën rond spiegelneuronen werden toegepast om licht te werpen op de ontwikkeling van psychische stoornissen. De meest voor de hand liggende stoornis was autisme, waar immers gebreken in inlevingsvermogen en *theory of mind* een belangrijke rol spelen. Ramachandran en andere neurowetenschappers (bijvoorbeeld Lindsay Oberman en Marco Iacoboni) hebben rond 2005 deze *broken mirror theory* geïntroduceerd. Het idee hierachter was dat de oorzaak van autisme een disfunctie is van het spiegelneuronen-systeem [8, 9]. Symptomen zoals gebrekkige imitatievaardigheden, een onderontwikkelde *theory of mind* en communicatieproblemen zouden ontstaan door onvoldoende activiteit in spiegelneuronen-circuits, en toekomstige behandelingen zouden deze activiteit kunnen

herstellen [9]. De onderzoekers zochten steun voor deze theorie door hersenonderzoek te doen, en de resultaten waren veelbelovend: EEG- en fMRI-studies gaven aan dat het spiegelneuronen-systeem bij verschillende taken minder actief was bij mensen met autisme dan bij mensen zonder autisme [8, 10].

De bubbel barst

De beloften van het spiegelneuronen-onderzoek zijn gemeengoed, omdat ze op grote schaal zowel in wetenschappelijke tijdschriften als via massamedia zijn gepubliceerd. Kortom, begin 2000 was er een grote hype omtrent spiegelneuronen, met artikelen in grote kranten, zoals *New York Times* en *The Scientific American*, interviews op tv en meerdere populairwetenschappelijke boeken. Wat minder bekend is, is dat later onderzoek bijna alle grote claims in zowel de populaire als de wetenschappelijke literatuur heeft ondermijnd.

Laten we beginnen met autisme en de *broken mirror theory*, misschien de bekendste toepassing van spiegelneuronen-onderzoek. Ten eerste, er is geen duidelijk bewijs dat mensen met autisme minder spiegelneuronen-activiteit hebben dan mensen zonder autisme. Om dit te begrijpen, is het belangrijk om te weten dat EEG- of fMRI-technieken zeer indirect bewijs leveren voor spiegelneuronen-activiteit [11]. Men meet de activiteit van hersengebieden die vermoedelijk met het spiegelneuronen-systeem geassocieerd zijn, maar zeker ook andere functies hebben. Bovendien vonden meerdere studies met deze technieken geen significante verschillen in de hersenactiviteit van mensen met en mensen zonder autisme [11].

Een fundamenteeler probleem is dat een groot deel van de mensen met autisme eigenlijk goede imitatievaardigheden hebben, en ook prima de acties van anderen kunnen begrijpen en voorspellen [11, 12]. Ze hebben dus niet de gebreken die je zou verwachten bij een disfunctionerend spiegelneuronen-systeem. Ook zijn andere centrale symptomen van autisme, zoals repetitieve gedragspatronen, zeer moeilijk door spiegelneuronen te verklaren [11]. De *broken mirror theory* vindt dus niet alleen weinig steun in onderzoek, maar is ook conceptueel ongeloofwaardig.

Maar de huidige kritiek op spiegelneuronen-onderzoek gaat veel verder. Niet alleen de toepassingen, maar zelfs de basisideeën over de aard en oorsprong van spiegelneuronen worden tegenwoordig betwijfeld. Zoals hiervoor omschreven, was het oorspronkelijke idee dat spiegelneuronen een aangeboren en genetisch bepaalde *hard-wiring* zijn om te kunnen imiteren en om je in te kunnen leven. In de afgelopen jaren heeft Oxford-psycholoog Cecilia Heyes echter uitvoerig betoogd dat al het bewijs voor spiegelneuronen volledig compatibel is met een alternatieve hypothese: spiegelneuronen zijn niet aangeboren, maar het resultaat van associatief leren [7, 13]. Deze alternatieve verklaring gaat ruwweg

als volgt: een baby klappt in zijn handen en de moeder reageert door ook in haar handen te klappen. Terwijl dit wordt herhaald, legt de baby een verband tussen de visuele representatie van klappen en de motorische representatie van klappen. Wanneer de baby dan later ziet dat de moeder in haar handen klappt, worden de bijbehorende visuele neuronen geactiveerd, maar – vanwege de aangeleerde associatie – worden de neuronen die bij de motorrepresentatie van klappen horen ook meteen geactiveerd. Het resultaat is een spiegelneuron: een neuron dat niet alleen vuurt als je klappt, maar ook als je iemand anders ziet klappen.

Het verschil is cruciaal. Als de spiegelfuncties van neuronen niet iets zijn waarmee we worden geboren, maar enkel de neurale correlaten van aangeleerde associaties tussen visuele en motorische representaties, dan is het moeilijk om in te zien hoe ze de basis kunnen vormen voor ons vermogen om te imiteren en ons in te leven (of ons vermogen om talen te leren of hoe de spiegelfuncties van neuronen de opkomst van de menselijke beschaving kunnen verklaren) [7]. In plaats daarvan kunnen ze slechts een bescheiden rol spelen bij het verklaren van cognitie door te laten zien hoe de hersenen verbindingen maken tussen visuele en motorische informatie.

Natuurlijk is deze alternatieve kijk op spiegelneuronen een empirische hypothese die moet worden getoetst. Tot nu toe lijkt deze nieuwe invalshoek echter inderdaad goed te worden ondersteund door empirisch bewijs [7]. Bijvoorbeeld: sommige spiegelneuronen reageren maximaal op onnatuurlijke prikkels, zoals het waarnemen van een mechanische tang of het geluid van scheurend papier. Dit zou vreemd zijn als de functies van spiegelneuronen door evolutie *hard-wired* zouden zijn. In de natuurlijke omgevingen van onze evolutionaire voorouders waren er immers geen mechanische tangen of papier om waar te nemen. Verder blijkt het ook mogelijk te zijn om verbindingen tussen motorische en visuele gebieden opnieuw te bedraden, en hierdoor nieuwe spiegelfuncties te creëren. Onderzoekers hebben bijvoorbeeld deelnemers gevraagd om altijd een bepaalde beweging uit te voeren (bijv. pink opsteken) wanneer ze een andere persoon observeren die een andere actie uitvoert (bijv. wijsvinger buigen). Het resultaat is een nieuwe soort spiegelrespons, waarbij neuronen vuren bij het uitvoeren van een actie en bij het waarnemen van een *andere* actie. Dit soort bevindingen zijn zeer moeilijk te verklaren door de oorspronkelijke spiegelneuronen-theorie, maar zijn volkomen logisch als spiegelneuronen het gevolg zijn van associatief leren.

Een mogelijk tegenargument is imitatie bij pasgeborenen, een van de hoekstenen in de literatuur over spiegelneuronen. Dit onderzoek lijkt de opvatting te ondersteunen dat spiegelneuronen en bijbehorende imitatievaardigheden iets zijn waarmee we geboren werden, en niet alleen een resultaat van leren.

Het bewijs voor imitatie bij pasgeborenen is echter nooit afdoende geweest [7, 13]. Onderzoek met pasgeboren baby's is zeer uitdagend en relatief onbetrouwbaar [14]. Meerdere studies konden de oorspronkelijke resultaten van Meltzoff niet repliceren, terwijl andere studies wel tot gelijksoortige resultaten kwamen [13]. Onlangs is een grootschalig onderzoek ($n=106$) uitgevoerd om imitatie op de meest uitgebreide manier tot nu toe te testen [15]. Het resultaat was eenduidig: onderzoekers vonden geen bewijs voor imitatie bij pasgeborenen. Het is wel waar dat wanneer je je tong uitsteekt, de baby op een gegeven moment ook zijn tong uit zal steken, maar het blijkt dat de baby dit ook doet nadat hij andere gezichtsuitdrukkingen heeft waargenomen, zoals glimlachen en grimassen. De onderzoekers vonden geen enkel significant verschil tussen de omstandigheden. Met andere woorden, het lijkt er niet op dat pasgeboren baby's kunnen imiteren; ze houden er gewoon van om hun tong uit te steken. Echte imitatie begint waarschijnlijk pas rond de leeftijd van 6–8 maanden, maar dan zijn baby's ook al in staat om associatief te leren. Dat is dus volledig compatibel met de associatieve theorie van spiegelneuronen.

Conclusies

De ontdekking van spiegelneuronen was zeker een opmerkelijke wetenschappelijke prestatie. Het is echter belangrijk om in gedachten te houden wat er precies was ontdekt: geen mechanisme voor sociale cognitie of voor het begrijpen van acties, maar simpelweg neuronen die vuren wanneer een actie wordt waargenomen en wanneer dezelfde actie wordt uitgevoerd. Dat is alles. Deze ontdekking zegt als zodanig niet veel over de functie van deze neuronen. Niettemin waren veel onderzoekers en media blij dat zij de conclusie konden omarmen dat dit neuronen zijn voor imitatie, empathie of begrip; claims waarvoor het beschikbare wetenschappelijke bewijs volledig ontoereikend was. De geschiedenis van het spiegelneuronen-onderzoek is dus een goed voorbeeld om wetenschappers en anderen eraan herinneren om kritisch te blijven en naar het feitelijke bewijsmateriaal te kijken en niet alleen naar de gewaagde beweringen.

De functie en rol van spiegelneuronen is een open wetenschappelijke vraag die nader moet worden bestudeerd. Het is aannemelijk dat spiegelneuronen een rol spelen in het neurale mechanisme dat ten grondslag ligt aan de perceptie van handelingen. De resultaten van Heyes en collega's suggereren echter sterk dat spiegelneuronen slechts een heel bescheiden rol zullen spelen bij het verklaren van hogere functies, zoals sociale cognitie of empathie, om ingewikkeldere concepten zoals autisme nog maar buiten beschouwing te laten. Kortom, de revolutionaire beweringen over het belang van spiegelneuronen zijn vooralsnog ongegrond.

Literatuur

1. Ramachandran VS. Mirror neurons and imitation learning as the driving force behind 'the great leap forward' in human evolution. 2000. Beschikbaar via https://www.edge.org/3rd_culture/ramachandran/ramachandran_index.html. Geraadpleegd op 4 oktober 2019.
2. Di Pellegrino G, Fadiga L, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Understanding motor events: a neurophysiological study. *Exp Brain Res*. 1992;91(1):176–80.
3. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res*. 1996;3(2):131–41.
4. Blakeslee S. Cells that read minds. 2006.
5. Rachamandran V. The neurons that shaped civilization. 2010. Beschikbaar via https://www.ted.com/talks/vs_ramachandran_the_neurons_that_shaped_civilization, Ted talk. Geraadpleegd op 4 oktober 2019.
6. Meltzoff AN, Moore MK. Newborn infants imitate adult facial gestures. *Child Dev*. 1983;54(3):702–9.
7. Cook R, Bird G, Catmur C, Press C, Heyes C. Mirror neurons: from origin to function. *Behav Brain Sci*. 2014;37(2):177–92.
8. Oberman LM, Hubbard EM, McCleery JP, Altschuler EL, Ramachandran VS, Pineda JA. EEG evidence for mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Brain Res Cogn Brain Res*. 2005;24(2):190–8.
9. Ramachandran VS, Oberman LM. Broken mirrors. *Sci Am*. 2006;295(5):62–9.
10. Dapretto M, Davies MS, Pfeifer JH, Scott AA, Sigman M, Bookheimer SY, et al. Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nat Neurosci*. 2006;9(1):28–30.
11. Hamilton AFDC. Reflecting on the mirror neuron system in autism: a systematic review of current theories. *Dev Cogn Neurosci*. 2013;3:91–105.
12. Bird G, Leighton J, Press C, Heyes C. Intact automatic imitation of human and robot actions in autism spectrum disorders. *Proc Biol Sci*. 2007;274(1628):3027–31.
13. Heyes C. Where do mirror neurons come from? *Neurosci Biobehav Rev*. 2010;34(4):575–83.
14. Peterson D. The baby factory: difficult research objects, disciplinary standards, and the production of statistical significance. *Socius*. 22 januari 2016; <https://doi.org/10.1177/2378023115625071>.
15. Oostenbroek J, Suddendorf T, Nielsen M, Redshaw J, Kennedy-Costantini S, Davis J, et al. Comprehensive longitudinal study challenges the existence of neonatal imitation in humans. *Curr Biol*. 2016;26(10):1334–8.

Markus I. Eronen universitair docent