

Subliminale Perceptie van Beroemde Gezichten gemeten door Pupillometrie

Rienk (N.A) Wagenaar

Studentnummer: s3674568

Afdeling Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

PSB3A-BT15: Bachelor These

Begeleider: dr. Robbert van der Mijn

Tweede beoordelaar: dr. Pieter de Vries

In samenwerking met: Nouska van Waveren Hogervorst , Linda Masará, Kostantinos

Mazarakis, en Alie de Jong.

19 juni 2022

Een scriptie is een proeve van bekwaamheid voor studenten. De goedkeuring van de scriptie is het bewijs dat de student over voldoende onderzoeks- en rapportagevaardigheden beschikt om af te studeren, maar biedt geen garantie voor de kwaliteit van het onderzoek en de resultaten van het onderzoek als zodanig, en de scriptie is daarom niet per se geschikt als academische bron om naar te verwijzen. Als u meer wilt weten over het in deze scriptie besproken onderzoek en de daarop gebaseerde publicaties waarnaar u zou kunnen verwijzen, neem dan contact op met de genoemde begeleider.

Subliminal Perception of Famous Faces measured by Pupillometry

Abstract

The *concealed information test* (CIT) is a test to detect concealed information by measuring physiological responses on stimuli. Because people can deceive the CIT for example by thinking of irrelevant things, the CIT is barely used in practice. To prevent those countermeasures researchers designed a new method; Rapid Serial Visual Presentation (RSVP). In the RSVP, information is presented at a high speed on the fringe of awareness which leads to disarming countermeasures. Although previous studies mainly use EEG (electroencephalography) to measure the data from the RSVP, with pupillometry a new promising and more practical alternative came to mind to detect whether someone saw a familiar item in the RSVP. In this study we investigated whether the hidden, famous face would be noticed in the RSVP by participants and would elicit a bigger pupil size. 53 participants got an appointed target face which they had to detect in the RSVP, what they did not know was that a hidden, famous face (Obama) occasionally popped up in the RSVP. The results showed that despite differences in the dilation of the pupil, no significant effects were found measuring the presence of the famous face in the RSVP in comparison with a random face. However, the target face did elicit a significant response, proving that pupillometry is a valid method to show whether a person recognizes a face in the RSVP. For further research it would be interesting to focus on experimenting with combining different methods, different kinds of familiarity and finding the right difficulty for the task.

Keywords: CIT, RSVP, pupillometry, subliminal salience, concealed information, famous faces

Samenvatting

De *concealed information test* (CIT) is een test waarbij het achterhalen van verborgen informatie centraal staat door middel van het meten van fysiologische reacties op stimuli. Doordat mensen deze reacties kunnen manipuleren door bijvoorbeeld te denken aan irrelevante dingen wordt de CIT nauwelijks in de praktijk gebruikt. Om deze zogenaamde tegenmaatregelen te ontwijken bedachten onderzoekers een nieuwe methode; *Rapid Serial Visual Presentation* (RSVP). Bij een RSVP wordt een reeks stimuli op dermate hoge snelheid afgespeeld waardoor personen geen tijd hebben om tegenmaatregelen toe te passen. Voorheen werd deze data in kaart gebracht door middel van EEG-apparatuur, maar recentelijk zijn er veelbelovende resultaten gevonden dat het gebruik van pupillometrie een praktischere manier is om aan te tonen of iemand een bekend item heeft gesignaleerd in de RSVP. In deze studie onderzochten wij specifiek of een beroemd gezicht in de RSVP zou worden opgemerkt door participanten en zou leiden tot een vergroting van de pupil. 53 participanten kregen vooraf een toegewezen gezicht die zij moesten detecteren in de RSVP, wat zij niet wisten is dat sporadisch een verstopt, beroemd gezicht (Obama) verscheen in de RSVP. Uit de resultaten bleek dat ondanks verschillen, de pupilgrootte bij het laten zien van het beroemde gezicht in vergelijking met een willekeurig gezicht in de RSVP niet significant waren. Het vooraf gekregen gezicht leverde daarentegen wel een significante respons op, wat bevestigt dat pupillometrie een geschikte methode is voor het aantonen dat een proefpersoon een gezicht herkend heeft in de RSVP. Voor verdere ontwikkeling van pupillometrie is het interessant om te experimenteren met het combineren van verschillende meetmethodes, verschillende soorten familiariteit en het vinden van de juiste moeilijkheidsgraad voor de taak.

Trefwoorden: CIT, RSVP, pupillometrie, subliminale perceptie, verborgen informatie, beroemde gezichten

Subliminale Perceptie van Beroemde Gezichten gemeten door Pupillometrie

Het achterhalen van informatie die een persoon verborgen houdt voor anderen is al tijden een groot thema van onderzoek in de criminologie en psychologie. De reden is een eindeloos kat-en-muisspel tussen het vinden van de perfecte methode om verborgen informatie te detecteren en het toepassen van strategieën om deze informatie verborgen te houden. Een valide en betrouwbare methode zou onderscheid maken tussen schuld en onschuld en zou daarmee van onschatbare waarde zijn voor het bestrijden van de misdaad (Ben-Shakhar & Elaad, 2003).

Concealed information testing (CIT) is een van de meest gebruikte methodes om verborgen informatie te detecteren (Rosenzweig & Bonne, 2020). Tijdens de CIT wordt een reeks stimuli aangeboden. Een stimulus kan neutrale informatie bevatten, of informatie die alleen voor de dader van de misdaad bekend is. Bij het presenteren van de stimulus die voor de specifieke misdaad relevant is wordt, vanwege de bekendheid met de stimulus, alleen een reactie bij de dader verwacht (Rosenzweig & Bonne, 2020). De reacties op de CIT kunnen fysiologisch (hartslag, Ben-Shakhar & Elaad, 2003), gedragsmatig (reactietijden, Seymour et al., 2000) en neurologisch (fMRI, Langleben et al., 2002) van aard zijn. De CIT is met de jaren ontwikkeld tot een geschikte methode en is inzetbaar op verschillende gebieden om verborgen informatie te detecteren (Matsuda et al., 2012).

Ondanks de veelbelovende wetenschappelijke resultaten wordt de CIT in de praktijk zelden gebruikt (Matsuda et al., 2012). Een van de redenen hiervoor is dat de CIT gevoelig is voor tegenmaatregelen. Tegenmaatregelen zijn strategieën die toegepast worden om de CIT te misleiden (Ganis & Patnaik, 2009). Deze maatregelen kunnen op twee verschillende manieren gebruikt worden. De eerste manier is het onderdrukken van reacties op daderrelevante stimuli en de tweede is het opwekken van reacties op de neutrale stimuli (Ben-Shaktar & Dolev, 2011). Deze reacties kunnen volgens Ben-Shaktar & Dolev (2011) fysiologisch en cognitief

van aard zijn. Fysiologische tegenmaatregelen kan bijvoorbeeld het bijten op de tong bij de presentatie van neutrale stimuli of het toepassen van ontspannende strategieën bij daderrelevante stimuli. Cognitieve reacties uiten zich door middel van het terughalen van pijnlijke herinneringen bij neutrale stimuli en het uitvoeren van een secundaire taak zoals het tellen van schapen tijdens de CIT. Het doel van iemand die tegenmaatregelen toepast is dat beoordelaars van de CIT moeilijk onderscheid kunnen maken tussen reacties op neutrale en op daderrelevante stimuli. Omdat er bij het gebruik van tegenmaatregelen geen onderscheid gemaakt kan worden gemaakt tussen de reacties zorgt de verstrengeling voor afbreuk aan de validiteit van de CIT. Een betere methode is daarom nodig om tegenmaatregelen te omzeilen.

Bowman et al. (2013) introduceerde *rapid serial visual presentation* (RSVP) om tegenmaatregelen te pareren. Bij een RSVP worden stimuli met hoge frequentie, op de rand van bewustzijn gepresenteerd. De verwachting is dat alleen saillante stimuli voor de proefpersoon doorbreken in het bewustzijn. Het doorbreken van een stimulus in het bewustzijn veroorzaakt een P3 component in het elektro-encefalogram (EEG) (Bowman et al., 2013). Net als bij de CIT, wordt verwacht dat misdaadrelevante stimuli alleen bij de dader een reactie en daarbij een P3 component oproept. In een studie van Bowman et al. (2013) werden proefpersonen geïnstrueerd om hun eigen naam (daderrelevante stimulus) verborgen te houden en een valse naam aan te nemen. Ondanks de instructie om informatie verborgen te houden werd er bij de eigen naam een grotere P3 component waargenomen. Als stimuli namelijk op hoge snelheid gepresenteerd wordt hebben participanten namelijk geen tijd om tegenmaatregelen toe te passen. Doordat zij geen tijd hebben om tegenmaatregelen toe te passen wordt er wel een P3 component geactiveerd bij daderrelevante stimuli en geen bij neutrale stimuli. (Bowman et al., 2013). Naast het succes van de studie van Bouman et al. (2013) met namen, bleek de RSVP effectief voor onderzoeken naar het herkennen van gezichten (Alsufyani et al., 2019) en online identiteiten (Harris et al., 2021). Deze studies

toonden aan dat de RSVP bestendig kan zijn tegen tegenmaatregelen en daarmee meer valide is dan eerdere vormen van de CIT.

Afgezien van de veelbelovende resultaten van Bowman en collega's, blijven er kanttekeningen. Zo kaartte Chen et al. (2021) de praktische complicaties van de onderzoeken van Bowman en collega's aan. De EEG-apparatuur - die zij gebruikten voor het verwerven van de data - hebben weinig instanties de beschikking over en is daarnaast complex en duur. Deze praktische complicaties dragen volgens Matsuda et al. (2012) bij aan de reden waardoor CIT's in de praktijk nauwelijks worden toegepast. Naast het verhelpen van praktische complicaties, stelden Mutsonda et al. (2012) dat de CIT robuuster moest worden door middel van onderzoek naar verschillende meetmethodes en het inpassen van verschillende soorten stimuli in de RSVP. De uitdaging bij onderzoeken naar RSVP's ligt dan ook bij het vinden van praktisch toegankelijke methodes en het verzamelen van nieuwe bewijskracht.

Om oplossingen te bedenken voor deze uitdagingen borduren wij in dit onderzoek voort op het werk van Chen et al. (2021) en Alsufyani et al. (2019). Chen et al. (2021) constateerden dat de grootte van de pupil een nauwkeurige graadmeter is bij een RSVP voor het herkennen van verborgen informatie. De grootte van de pupil maakt deel uit van een reeks automatische, fysiologische responsen die plaatsvinden bij een saillante gebeurtenis (Nieuwenhuis et al., 2011). Bij het ondergaan van een saillante gebeurtenis wordt de pupil groter. Deze respons wordt volgens Nieuwenhuis et al. (2011) tegelijkertijd met de eerdergenoemde P3 veroorzaakt door het LC-NE systeem (locus coeruleus-norepinephrine systeem). Het LC-NE systeem wordt geactiveerd als er taakgerichte, relevante stimuli verwerkt moeten worden. In het experiment van Chen et al. (2021) kregen participanten de taak om in een RSVP hun eigen naam verborgen te houden en een valse aan te nemen. Ondanks de instructies om de eigen naam verborgen te houden bleek de pupil significant groter bij het tonen van de eigen naam van de participant. Naast de sterke validiteit, is het

meten van de pupilgrootte volgens Chen et al. (2021) een stuk praktischer dan met EEG-apparatuur.

Voor het verzamelen van bewijskracht voor pupillometrie in combinatie met RSVP is het belangrijk om te kijken of deze methode - naast het gebruikmaken van namen - ook voor andere soorten stimuli werkt. Een interessant gebied waar Alsufyani et al. (2019) onderzoek naar deden is het herkennen van gezichten. Gezichten genereren bij mensen een sterke P3 component en worden vaak gebruikt in CIT's (Ganis & Patnaik, 2009). Vooraf kregen de participanten uit de studie van Alsufyani et al. (2019) een willekeurig gezicht toegewezen die zij moesten herkennen in een RSVP, de resultaten werden met EEG-apparatuur in kaart gebracht. Sporadisch zat er een beroemd gezicht (bijvoorbeeld Barack Obama) verstopt in de RSVP. Uit het onderzoek van Alsufyani et al. (2019) bleek dat participanten het beroemde gezicht alsnog opnamen in het geheugen omdat het saillante informatie bevat.

In ons onderzoek hebben we de experimenten van Chen et al. (2021) en Alsufyani et al. (2019) gecombineerd. Wij hebben hierin de focus gelegd op het toepassen van pupillometrie bij het herkennen van een beroemde gezichten in de RSVP. In grote lijnen voeren wij hetzelfde onderzoek uit als Alsufyani et al. (2019). Als eerst verwachten wij namelijk dat participant hun target gezicht herkennen in de RSVP. Daarom stellen wij dat de pupil groter wordt in reactie op het herkennen van de target. Ten tweede verwachten wij dat de pupil ook groter wordt bij het zien van een verstopt beroemd gezicht (Barack Obama) in de RSVP. Mochten onze hypothesen kloppen dan betekent dit dat pupillometrie in combinatie met RSVP een goedkopere, praktischere en meer toegankelijke methode is dan de EEG. Daarnaast zou het impliceren dat pupillometrie in combinatie met RSVP een adequate manier is voor het detecteren van herkenning van taakgerichte en verborgen maar bekende gezichten. Door het onschadelijk maken van de tegenmaatregelen zal hierdoor bijvoorbeeld onderscheid gemaakt kunnen worden tussen wie wel en wie niet bekend is met het gezicht van het

slachtoffer. Het differentiëren van deze personen zou een enorme impact maken op een voorlopig, nog eindeloos kat-en-muisspel.

Methode

Participanten

53 Engelssprekende personen namen deel aan het experiment. Allen waren eerstejaars psychologie studenten (37 vrouwen en 15 mannen) aan de Rijksuniversiteit Groningen, de leeftijd lag tussen de 18-24 jaar ($M = 19.62$, $SD = 1.25$). Participanten hadden normaal of gecorrigeerd zicht. Voor het experiment werden de participanten gevraagd om geen donkere oog make-up te dragen.

Ethiek

Het onderzoek is uitgevoerd volgens de richtlijnen van de World Medical Association Declaration on Helsinki (2013) en goedgekeurd door de Ethische Commissie van de Psychologie Faculteit van de Rijksuniversiteit Groningen (goedkeuringsnummer: PSY-2122-S-0168). Geïnformeerde toestemming werd digitaal verkregen van alle participanten voordat het experiment begon. Na deelname werden alle participanten geïnformeerd over het doel van het onderzoek.

Instrumenten

Participanten werd gevraagd hun hoofd op een kinsteun te rusten, die in hoogte kon worden aangepast. De afstand tussen de participant en een 27'' LCD Liyama PL2773H monitor was 60 cm. De resolutie van het scherm was 1280x720 pixels en had een vernieuwingsfrequentie van 1000 Hz. De RSVP werd gepresenteerd met OpenSesame (Mathôt, S., et al. 2012) op een Windows Enterprise. Participanten gebruikten een QWERTY-toetsenbord om hun antwoorden te geven. De grootte van de pupil van de participanten werd geregistreerd in arbitraire eenheden door een Eyelink 1000 (SR Research, Canada) gedurende de trials door PyGaze (Dalmaijer, E., et al. 2014). De analyses werden uitgevoerd in JASP (2022) en RStudio (2022).

Stimuli

We selecteerden 1127 foto's van gezichten voor het experiment uit de 10K faces database (<https://www.wilmabainbridge.com/facemorability2.html>). Uit deze gezichten werd voor elke participant een willekeurig gezicht geselecteerd als *target* stimulus (doelwit), dit gezicht werd gepresenteerd aan de participant voordat het experiment begon. Verder werd een foto van Barack Obama (Souza, 2012) (Figure 1a) toegevoegd aan de RSVP die diende als *probe* stimulus (sonde). De set stimuli werd verder aangevuld met irrelevante gezichten, die willekeurig geselecteerd werden uit het totale aantal gezichten. Verder werd er een controlegezicht willekeurig geselecteerd om te kunnen controleren voor eventuele verschillen tussen de *no-target* (willekeurige) en de controle conditie. Dit hebben we gedaan om er zeker van te zijn dat het willekeurig geselecteerde gezicht - dat net zo vaak te zien is als de probe - niet door de participant herkend werd als bekend gezicht en daarmee een vergroting van de pupil zou veroorzaken. De foto's waren monochroom en er waren naast het gezicht geen andere lichaamsdelen van de personen zien. Alle gezichten werden in het midden van een grijs scherm gepresenteerd binnenin een ovaal (140 x 200 pixels) zoals in Figuur 1a-b. De visuele hoek voor elke foto was 11.42° in hoogte and 6.82° in breedte. Door middel van grafische software is de foto van Barack Obama handmatig bewerkt zodat deze in bijvoorbeeld helderheid en contrast overeenkwam met de foto's uit de database.

Figuur 1a-b.

Voorbeelden van stimuli.



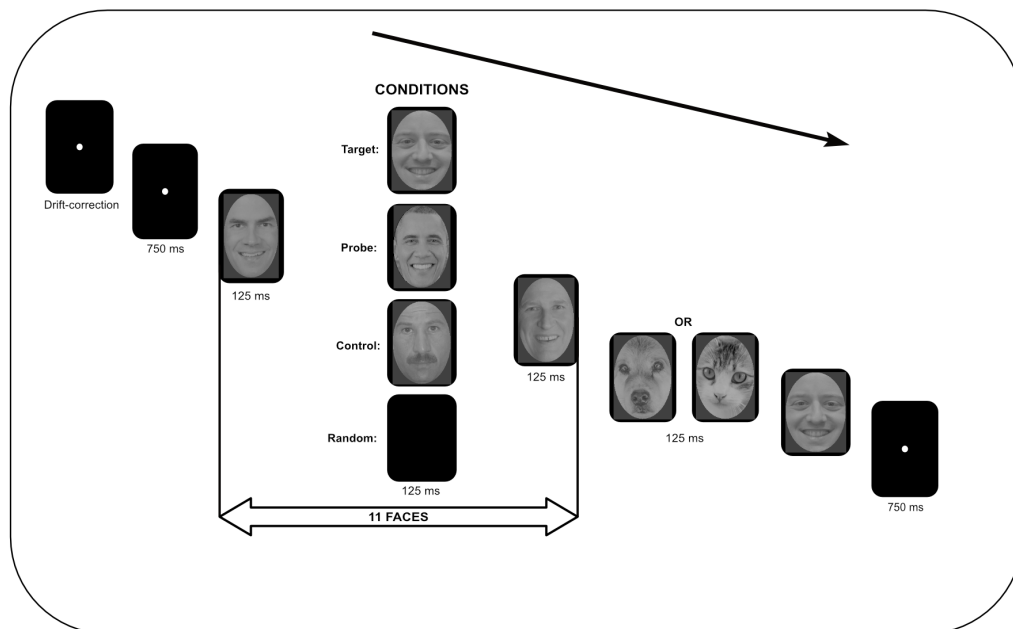
Noot. Figuur 1a toont het gezicht van Barack Obama (Souza, 2012). Figuur 1b toont een gezicht dat gebruikt is als stimulus. (Bainbridge, 2013).

Procedure

Voordat het experiment begon, werd aan de participanten een target gezicht laten zien. Vervolgens moesten de participanten tien oefentrials afronden om bekend te raken met de taak. Het experiment bestond uit drie opeenvolgende blokken en elk blok bestond uit 32 *trials*, wat resulteerde in 96 trials. Voor elke trial verscheen gedurende 500-1000 ms een fixatie punt om de aandacht van de participant te krijgen en om de pupil de tijd te geven om weer tot normale grootte te komen, zoals te zien in Figuur 2. Vervolgens werden aan de participanten 11 gezichten laten zien, waarna de reeks afsloot met een foto van een kat of een hond, alle foto's bleven 125 ms op het scherm.

Figuur 2.

Trial reeks.



Taak

Na elke trial was de eerste taak om een keuze te maken tussen of zij een foto van een hond of een kat hadden gezien. Dit werd gedaan om ervoor te zorgen dat de participanten gefocust bleven tijdens de trial. De participanten kregen de instructie om op het toetsenbord met 'm' aan te geven wanneer zij een hond hadden gezien en om met 'c' aan te geven wanneer zij een kat hadden gezien. Na deze taak verscheen het target gezicht opnieuw en werd de participanten gevraagd *'Did you see this face?'* ('Heeft u dit gezicht gezien?'). Wanneer dit het geval was moesten de participanten dit aangeven met 'm' en wanneer dit niet het geval was met 'c'.

Na elk antwoord kreeg de participant te zien of zij de vraag goed of fout hadden. Het antwoord op de eerste taak leidde tot een toename of afname van de score met vijf punten. Het antwoord op de tweede taak, of zij de target hadden waargenomen resulteerde in +10 of -10 punten.

Na het experiment vroegen we de participanten of ze hadden opgemerkt dat er een beroemd persoon te zien was en wie ze dachten dat deze persoon dan zou zijn. De laatste was een open vraag en diende als controle om er zeker van te zijn dat de participanten die 'ja' hadden geantwoord op de eerste vraag, ook daadwerkelijk Obama hadden herkend.

Ontwerp

In de RSVP reeks werden 11 gezicht gepresenteerd. Er waren vier condities, een waarin het target aanwezig was, een waarin de probe aanwezig was, een waarin een controle gezicht aanwezig was en een waarin er geen target maar een willekeurig gezicht gepresenteerd werd. Het controle gezicht was willekeurig geselecteerd uit de database en diende als een baseline, deze verscheen even vaak in de RSVP als de target en de probe. De kritieke stimulus werd gepresenteerd op positie 5, 6 of 7. De vier condities in combinatie met

de drie mogelijke posities en de twee mogelijke dieren resulteerde in 24 verschillende combinaties. Elke combinatie werd vier keer gepresenteerd, wat leidde tot 96 trials.

Data verwerking en Analyse

Na het inspecteren van het verloop van pupilgrootte, kwamen we tot een grenswaarde van vijf of meer ongeldige trials die veroorzaakt werden door het knipperen van de ogen. Dit werd berekend door alle participanten die meer dan drie absolute deviaties van de mediaan afweken te verwijderen ($Mdn = 1$, $MAD = 1$). Dit resulteerde in het verwijderen van de data van 10 van de 53 participanten, wat uiteindelijk 43 participanten opleverde.

Om te bepalen in hoeverre participanten hun aandacht konden vasthouden tijdens de trials, analyseerden wij de nauwkeurigheid van de antwoorden op de vraag of de participant een hond of een kat had gezien aan het eind van elke trial. Hierna werd een *baseline* berekend door de gemiddelde grootte na presentatie van de T1 van de eerste drie samples te gebruiken en af te trekken van de hierop volgende samples. Het venster dat gekozen is voor de analyse is gebaseerd op het onderzoek van Göl, Jansen and Raszta (2022). In hun onderzoek vonden ze de grootste pupil respons tussen de 640ms en 920ms na de presentatie van de T1.

Als exploratieve analyse maakten we gebruik van een Shapiro-Wilk test om de normaliteit te onderzoeken. Vervolgens gebruikten we twee non-parametrische Mann-Whitney U toetsen op groepsniveau om te onderzoeken of er verschillen bestonden in de pupilgrootte. Dit deden we door de gemiddelden van de baseline gecorrigeerde pupilgrootte gedurende het analyse venster te gebruiken als afhankelijke variabele en conditie als gefixeerd effect. Hiermee onderzochten wij of er een verschil bestond tussen de pupilgrootte bij het vergelijken van de target met de no target, probe met no target en controle met no target.

Resultaten

In onze studie hadden wij twee voorspellingen. Als eerst controleerden wij dat de pupil groter zou worden na de presentatie van het *target* gezicht, in vergelijking met de verschijning van het willekeurige *no target* gezicht in de RSVP. Dit zou betekenen dat de taakrelevante stimuli een reactie zouden opleveren die waargenomen kan worden door het gebruik van pupillometrie in combinatie met RSVP. De tweede voorspelling betrof het detecteren van het beroemde gezicht in de RSVP. Hierin stelden wij dat als de pupilgrootte in de probe conditie groter blijkt te zijn dan die in de no-target conditie, het taak-irrelevante, beroemde gezicht tot een vergroting van de pupil zou moeten leiden. Mocht deze voorspelling onderbouwd worden door de resultaten van het experiment dan geeft ons onderzoek bewijs voor het gebruik van pupillometrie in combinatie met RSVP om verborgen informatie te achterhalen.

Taakprestatie

Gemiddeld waren de participanten bij beide taken in staat om ruim boven het gokpercentage te antwoorden. Met betrekking tot de eerste taak (vraag: “*Did you see a cat or a dog?*”) waren participanten in staat met een nauwkeurigheid van 99% te indiceren of een foto van een hond of kat werd getoond aan het einde van de RSVP.

Verder inspecteerden we de prestaties op de tweede taak (vraag met daaronder een afbeelding van de target: “*Did you see this face?*”). Participanten waren in 57% van de trials in staat om aan te geven wanneer de target in de RSVP zat, wanneer de target niet voorkwam in de RSVP repondeerden de participanten hier met een 92% nauwkeurigheid op. Op de twee afsluitende vragen of de participanten een beroemd gezicht hadden opgemerkt en zo ja, wie zij hadden gezien (“*Did you notice the face of a famous person was shown sometimes?*” en “*If you had to guess which famous face we showed, who would it be?*”) gaven 38 van de 43 (79%)

participanten een antwoord. 45% van deze 38 participanten rapporteerden dat zij Obama gezien hadden in de RSVP.

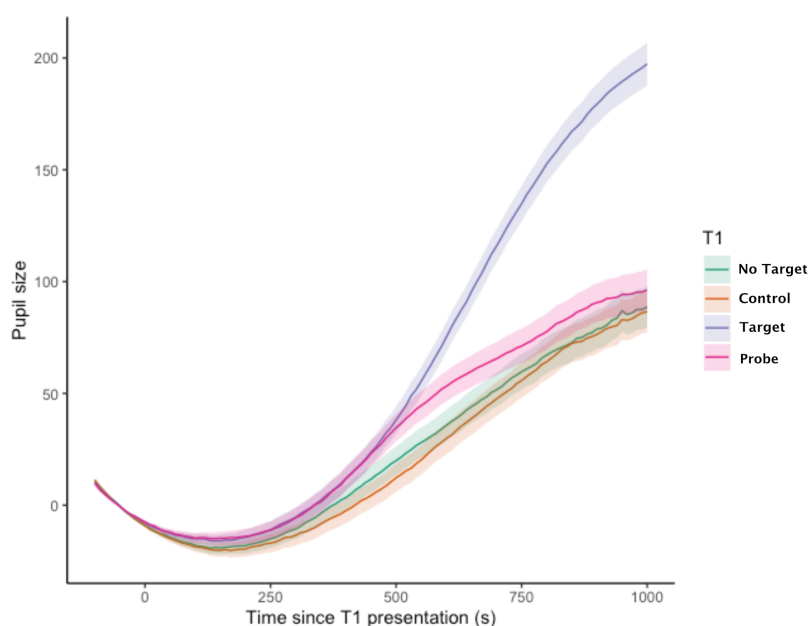
Verloop van Pupilmgrootte

Het verloop van de pupilmgrootte is gerapporteerd na de presentatie van T1. De pupilmgrootte toonde bij het laten zien van de target in de RSVP een zichtbaar verschil met de no-target conditie na ongeveer 500ms met een opwaartse trend tot 1000ms na de presentatie van de target. Daarnaast laat ook de probe een verschil zien na 500ms, echter is dit verschil niet zo groot in vergelijking met de target conditie. De controle en no-target laten onderling geen groot verschil zien. Deze verschillen kunnen waargenomen worden in de visuele representatie van het verloop van de pupilmgrootte na de presentatie van T1.

De gemiddelde waardes van de pupilmgroottes van de vier verschillende condities kunnen gezien worden in figuur 4. De waardes van de controle ($M = 60.15$, $SD = 253.28$), no target ($M = 63.88$, $SD = 255.76$), target ($M = 142.18$, $SD = 254.12$), en de probe conditie ($M = 75.12$, $SD = 251.48$) zijn allemaal gemeten in een tijdsbestek van 640 - 920ms.

Figuur 3.

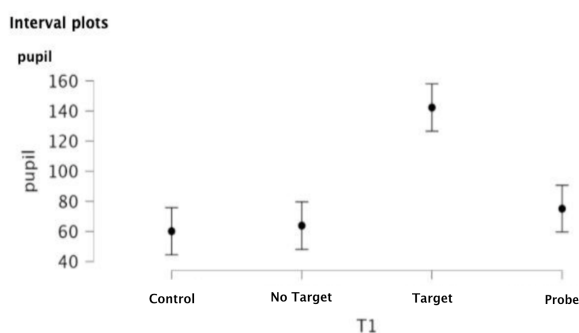
Visualisatie pupilsporen van de vier condities.



Omdat de normaliteitsassumpties zijn overtreden hebben wij voor de groepsanalyse een Mann-Whitney U test uitgevoerd om verschillen te onderzoeken tussen de target, probe en no target conditie. Volgens onze eerste hypothese zouden de verschillen in de grootte van de pupil voor de target groter moeten zijn dan voor de no target conditie. De uitkomsten van de Mann-Whitney U tests ondersteunen onze hypothese ($U = 412934$, $p < .001$, $d = -0.179$). Bij onze tweede hypothese stelden wij dat de verschillen in de pupilgrootte bij het tonen van de probe groter zouden zijn dan bij het tonen van de no target conditie. Uit de resultaten bleek dat het verschil tussen probe - no target niet significant is ($U = 490915$, $p = .246$, $d = -0.030$). Ten slotte is er getest of er een significant verschil bestaat tussen de controle en de no target conditie. Een significant verschil zou betekenen dat de participanten bekend zijn geraakt met het controle gezicht. Volgens onze resultaten bleek hier geen sprake te zijn van een significant verschil ($U = 496888$, $p = .584$, $d = -0.014$).

Figuur 4.

Gemiddeldes voor de pupilgroottes gedurende 640-920ms na de presentatie van de controle, no target, target of probe conditie.



Discussie

In onze studie hebben we aangetoond dat het gebruik van pupillometrie een adequate manier kan zijn voor het aantonen dat een proefpersoon een gezicht herkent heeft in de RSVP. We hebben specifiek getest of de pupil groter werd tijdens het tonen van het taak-irrelevante beroemde gezicht en het taakrelevante target gezicht in de RSVP. De resultaten van de studie sloten gemixt aan bij de vooraf gestelde hypotheses.

Eenzijds vonden wij namelijk geen significante verschillen tussen de pupilreacties van het beroemde gezicht en de willekeurige, no target conditie. Deze bevinding was in strijd met onze vooraf gestelde hypothese. Een mogelijke reden hiervoor is dat het beroemde gezicht in de RSVP niet saillant genoeg was om te zorgen voor een significant grotere pupil. Dit zou komen doordat het verwerken van gezichten meer tijd en vermogen kost dan het verwerken van enkel namen (Damasio et al. 1990) zoals bij de studie van Chen et al. (2021). Uit de resultaten bleek bovendien dat participanten moeite hadden met het vinden van het target gezicht in de RSVP. Op slechts 57% van de trials waarin de target verscholen zat werd correct gereageerd. Wanneer de taak lastig is en volledige aandacht treedt er selectieve aandacht op wat kan leiden tot *inattentional blindness*, inattentional blindness is het niet opmerken van de aanwezigheid van een onverwachte stimulus (Simons & Chabris, 1999). Hierbij eisen doelgerichte stimuli zoveel aandacht dat andere belangrijke stimuli - zoals het gezicht van Obama - niet worden waargenomen. Dit zou indiceren dat wanneer de taak veel aandacht opeist de participanten geen ruimte hebben om andere stimuli waar te nemen. Aan de ene kant zorgt een moeilijke taak ervoor dat het gebruik van tegenmaatregelen wordt tegengewerkt, aan de andere kant kan een te moeilijke taak bij participanten er voor zorgen dat er geen aandacht over is om stimuli zoals Obama te waar te nemen. Verder is de familiariteit van een participant ten opzichte van Obama (beroemde gezicht in de RSVP) subjectief. Voor personen die minder bekend zijn met Obama houdt dit in dat het zien van het

gezicht van Obama minder saillante waarde heeft en daardoor minder snel zal worden opgepikt en ook een minder grote reactie zou achterlaten. Deze familiariteit kan een oorzaak zijn dat maar 45% van de participanten na afloop aangegeven dat zij Obama in de RSVP hebben opgemerkt.

Anderzijds sloten de resultaten aan bij onze argumentatie dat het tonen van een target gezicht in de RSVP zou leiden tot een significante vergroting van de pupil. Als eerst betekenen deze resultaten dat de manipulatie van het experiment is geslaagd. Verder komen deze uitkomsten overeen met die van Chen et al. (2021) en bevestigen dat bij het ondergaan van een saillante gebeurtenis in de RSVP de pupil groter wordt. Daarnaast komen de resultaten overeen met de bevindingen van Alsufyani et al. (2019) die met EEG-apparatuur significante P3 effecten vonden bij een soortgelijke studie. Aangezien er met beide methodes in soortgelijke studies significante effecten zijn gevonden, bevestigt dit tevens de onderbouwing van Nieuwenhuis et al. (2011) die stelden dat beide reacties veroorzaakt worden door het LC-NE systeem. Dit impliceert dat de pupillometrie als goedkopere, praktischere en meer toegankelijke methode ten opzichte van de EEG kan worden ingezet voor het detecteren van herkenning van saillante stimuli in de RSVP.

Ondanks de potentie van de pupillometrie bij verborgen informatie in een RSVP staat het onderzoeksgebied voor grote uitdagingen. Een van deze uitdagingen is het vinden van de juiste moeilijkheidsgraad van de taken in het experiment. Een correcte moeilijkheidsgraad betekent dat aan de ene kant het experiment uitdagend genoeg moet zijn voor de participant om tegenmaatregelen tegen te gaan en om aandacht en motivatie vast te houden.

Daartegenover staat dat de taak niet te moeilijk moet zijn zodat er genoeg aandachtscapaciteit over moet zijn voor het verwerken van andere stimuli. Verder is de moeilijkheidsgraad afhankelijk van de soort stimuli en kan dit bewerkt worden door te sleutelen aan de tijd tussen de stimuli en de grootte en vorm van de stimuli op het scherm. Het vinden van de perfecte

balans tussen deze factoren kan bewerkstelligd worden door vooraf te experimenteren met de parameters.

Ook beargumenteerde Alsufyani et al. (2019) dat er mogelijke verschillen zijn in familiariteit tussen beroemde gezichten en gezichten die bekend zijn door persoonlijke ontmoeting. Gezichten die bekend zijn door persoonlijke ontmoeting, bijvoorbeeld een dader die zijn slachtoffer kent en vice versa, kunnen namelijk meer emotionele waarde bevatten en roepen daarmee een veel sterkere reactie op. In dat geval merken getuigen die niet bekend zijn met het misdrijf de verdachte niet op en zou er onderscheid gemaakt kunnen worden tussen schuld en onschuld. Hierdoor zou het interessant zijn om in soortgelijke experimenten familiariteit mensen die elkaar face to face kennen te onderzoeken door in plaats van Obama, een foto van bijvoorbeeld een familielid van de participant aan de RSVP toe te voegen.

Een andere uitdaging van de RSVP binnen de CIT is het verzamelen van bewijskracht voor de praktische inzetbaarheid tijdens strafrechtelijke onderzoeken (Matsuda et al., 2012). Een van de manieren om bewijskracht hiervoor te verzamelen is het combineren van verschillende methodes die hetzelfde meten. Een voorbeeld van een veelbelovende meetmethode op het gebied van het detecteren van verborgen informatie op de rand van bewustzijn komt voort uit de studie van Rozensweig en Bonneh (2020). In een mock-terror experiment vonden zij verschillen in kleine, onvrijwillige bewegingen van het oog (microsaccades) tussen de proefpersonen die informatie verborgen moesten houden en proefpersonen die niks te verbergen hadden. Het zou interessant zijn om te kijken of het combineren van beide methodes - meten van microsaccades en pupillometrie - bij hetzelfde experiment dezelfde resultaten opleveren. Doordat het instrument wat de grootte van de pupil meet ook oogbewegingen registreert, hoeft dit niet ten koste te gaan van de praktische inzetbaarheid. Het combineren van beide methodes zouden resultaten robuuster maken en daarmee zorgen voor meer bewijskracht voor het toepassen van RSVP's binnen de CIT.

Referenties

- Alsufyani, A., Hajilou, O., Zoumpoulaki, A., Filetti, M., Alsufyani, H., Solomon, C. J., Gibson, S. J., Alroobaea, R., & Bowman, H. (2019). Breakthrough percepts of famous faces. *Psychophysiology*, *56*(1). <https://doi.org/10.1111/psyp.13279>
- Ben-Shakhar, G., & Elaad, E. (2003). The validity of psychophysiological detection of information with the guilty knowledge test: A meta-analytic review. *Journal of Applied Psychology*, *88*(1), 131–151. <https://www-doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1037/0021-9010.88.1.131>
- Ben-Shakhar, G. (2011). Countermeasures. In B. Verschuere, G. Ben-Shakhar, & E. Meijer (Eds.), *Memory Detection: Theory and Application of the Concealed Information Test* (pp. 200–214). Cambridge University Press.
- Chen, I., Karabay, A., Mathôt, S., Bowman, H., & Akyürek, E. G. (2021). *Concealed identity information detection with pupillometry in rapid serial visual presentation*. <https://doi.org/10.1101/2021.06.18.448944>
- Dalmajer, E., Mathôt, S., & Van der Stigchel, S. (2014). PyGaze: An open-source, cross-platform toolbox for minimal-effort programming of eyetracking experiments. *Behavior Research Methods*. doi:10.3758/s13428-013-0422-2
- Damasio, A. R., Tranel, D., & Damasio, H. (1990). Face Agnosia and the Neural Substrates of Memory. *Annual Review of Neuroscience*, *13*(1), 89–109. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000513>
- Ganis, G., & Patnaik, P. (2009). Detecting concealed knowledge using a novel attentional blink paradigm. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, *34*(3), 189–196. <https://doi.org/10.1007/s10484-009-9094-1>

- Harris, K., Miller, C., Jose, B., Beech, A., Woodhams, J., & Bowman, H. (2021). Breakthrough percepts of online identity: Detecting recognition of email addresses on the fringe of awareness. *European Journal of Neuroscience*, 53(3), 895–901.
<https://doi.org/10.1111/ejn.15098>
- JASP Team (2022). JASP (Version 0.16.2)[Computer software].
- Langleben, D. D., Schroeder, L., Maldjian, J. A., Gur, R. C., McDonald, S., Ragland, J. D., et al. (2002). Brain activity during simulated deception: An event-related functional magnetic resonance study. *Neuroimage*, 15(3), 727–732.
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, 44(2), 314–324.
[doi:10.3758/s13428-011-0168-7](https://doi.org/10.3758/s13428-011-0168-7)
- Matsuda, I., Nittono, H., & Allen, J. J. B. (2012). The current and future status of the concealed information test for field use. *Frontiers in Psychology*, 3.
<https://www-doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.3389/fpsyg.2012.00532>
- Nieuwenhuis, S., De Geus, E. J., & Aston-Jones, G. (2011). The anatomical and functional relationship between the P3 and autonomic components of the orienting response: P3 and orienting response. *Psychophysiology*, 48(2), 162–175.
<https://www-doi-org.proxy-ub.rug.nl/10.1111/j.1469-8986.2010.01057.x>
- Rosenzweig, G., & Bonne, Y. S. (2020). Concealed information revealed by involuntary eye movements on the fringe of awareness in a mock terror experiment. *Scientific Reports*, 10(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-71487-9>

Seymour, T. L., Seifert, C. M., Mosmann, A. L., & Shafto, M. G. (2000). *Using Response Time Measures to Assess "Guilty Knowledge."* 85(1), 30–37.

<https://doi.org/10.1037/0021-9010~85.1.3>

Simons, D. J. & Chabris, F. (1999). Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28, 1059-1074.

Souza, P. (2012). President Barack Obama [Photograph]. Wikipedia.

https://en.wikipedia.org/wiki/File:President_Barack_Obama.jpg