

Læringstendensen i balansen mellom autistiske og psykotiske trekk under høy volatilitet hos den generelle populasjonen

Kandidatnummer: 10078

PSY2913

Bacheloroppgave i psykologi

Veileder: Rebekka Solvik Lisøy

30.05.2022

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet

Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap

Institutt for psykologi

Trondheim



NTNU

Forord

Denne bacheloroppgaven markerer en avslutning på en treårig bachelor i psykologi på Instituttet for psykologi på Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet. Den markerer også en milepæl for utøvelsen av kritisk tenkning, kommunikasjon og vitenskapelig forskning. Temaet til nåværende studie betrakter læring under usikkerhet hos autisme og schizofreni og tendensen til å oppfatte endringer. Mens en interaksjon mellom trekkene foreslås øker det incentivet for nærmere undersøkelse av fenomenet.

En stor takk går til veilederen min, Rebekka Solvik Lisøy. Kommunikasjonen med henne og tilbakemeldingene hennes måler opp til en standard for veiledning jeg håper andre veiledere strekker til for studentene sine, og av meg til andre. Veiledningen gjenspeiles i varierende grader under hele bacheloroppgaven. Mest framtrædende av bidragene hennes angår 'cut-offs' foreslått og implementert for gruppekombinasjonene og konstruksjon av relevante variabler før analyse. Ettersom god forskningspraksis for oppgaven var en prioritering jeg hadde, var samtaler rundt dette i kontekst av beslutninger post-hoc hjelpsomt.

Litteraturgjennomgang av teori og evidens, konstruksjon av hypotesene, valg av analyse, tolkning og diskusjon av resultater og skriving har hovedsakelig vært selvstendig. Idéen om forskningsspørsmålet er en kombinasjon av innholdet i introduksjonsdokumentet for prosjektet «The Volatile Bunny» gitt før jul og to forskningsspørsmål, tilbøyeligheten til å oppfatte endringer hos autisme og schizofreni og den dimensjonelle tilnærmingen for lidelsene.

En takk går også til studenter og veileder for samarbeidet knyttet til PSY2913 for rekruttering til datainnsamling.

Sammendrag

Læring under usikkerhet innebærer å predikere uforutsigbare omstendigheter. Mens normale mennesker lærer optimalt under usikkerhet, påstås autisme og schizofreni til avvikende læringstendenser i rammeverket av Bayesiansk prediktiv koding. I tillegg, foreslår nylig forskning en interaksjon mellom trekkene med normaliserende effekt. For å undersøke læringstendensene til trekkene og eventuell interaksjon under høy volatilitet, brukte vi en ny oppgaveparadigme, kaninoppgaven, med 9 deltagere med subklinisk SSD, 101 deltagere med subklinisk ASD og 9 deltagere med subklinisk ASD og subklinisk SSD, mot 148 friske deltagere som kontroll. Det var forventet at deltagere med subklinisk ASD eller subklinisk SSD hadde liberal læringstendens mot kontroll, mens deltagere med subklinisk ASD og subklinisk SSD var forventet med lik læringstendens som kontroll. Ingen signifikante gruppeforskjeller mellom gruppene mot kontroll var funnet, mot kontroll. Kun deltagere med subklinisk ASD viste relativ tilstrekkelig statistisk styrke for faktisk gruppeforskjell, indikerende for lik læringstendens som kontroll. Det foreslår at avvikende Bayesiansk prediktiv koding ikke er framtrede for subklinisk ASD ved konteksten gitt ved kaninoppgaven. Helhetlig, var alle resultatene inkonsistente med underbyggende teori og evidens.

Teori

Prediksjonsevnen

Når mennesker orienterer seg i verden krever det å takle uforutsigbare omstendigheter. En forutsetning for dette er evnen til å predikere. Prediksjonsevnen handler om å forutse fram i tid hva som vil skje i form av *prediksjoner*. Disse forbereder oss for hvorvidt et utfall fopstrer eller truer levekårene våre (Van de Cruys et al., 2014). Hvis prediksjonen er presis, kan beslutningstakeren oppnå positive utfall, som tilegnelse av ressurser eller trygghet, men dersom prediksjonen er upresis kan skade oppstå eller fratakelse av ressurser. Ingen situasjoner er derimot 100% predikerbar grunnet normalvariasjon. Normalvariasjon betrakter aksepterte, tilfeldige avvik fra den gjennomsnittlige situasjon, kalt for *støy*, og er av lite prediksjonsverdi. Situasjonen oppfattes som normalt. Tvilsomt vil tidligere opplevelser og etterfølgende konsekvenser gjenta seg til hver minste detalj. Realistisk sett, varierer detaljene noe. Enhver prediksjon resulterer altså med noe avvik, kalt for *prediksjonsfeil* - bare ikke nødvendigvis stor nok til å oppfatte en fundamental endring i omstendighetene. Med mer erfaring nok vil beslutningstakeren utvikle bedre prediksjoner for senere beslutningstaking. Prediksjoner og prediksjonsfeil bidrar sammen til å oppdatere representasjoner for en verden i konstant endring og hvordan vi tar beslutninger (Frith & Friston, 2012).

Forventet usikkerhet, uforventet usikkerhet og volatilitet

Beskrivelsen ovenfor for hvordan man orienterer seg i verden på hviler noe på antagelsen om at det kun fins statistiske regulariteter i verden. Gitt at antagelsen stemmer, er beskrivelsen riktig, men virkeligheten er sjelden så forenklet. Faktisk, er det statistiske irregulariteter hvor selve omgivelsene varierer. Mens beskrivelsen ovenfor refererer til *forventet usikkerhet*, refererer statistiske irregulariteter til *uforventet usikkerhet* (Bland & Schaefer, 2012). Førstnevnte kan defineres som kjente og predikerbare S-R-O-mønstre (Stimulus-Respons-Utfall), mens sistnevnte kan defineres som endring(-er) i S-R-O-mønstrene. Sammenhengen mellom disse er at alle nye situasjoner i utgangspunktet med minimal forventet usikkerhet og maksimal uforventet usikkerhet. Nye situasjoner er uforutsigbare fordi S-R-O-mønstrene er ukjent. Prediksjoner har ingen verdi. Imidlertid, med utforskning og akkumulerende erfaring nok, er utfallet ett med maksimal forventet usikkerhet og minimal uforventet usikkerhet. Beslutningstakeren har minsket og skilt reduserbar usikkerhet fra ikke-reduserbar usikkerhet. Altså, det regelmessige og tilfeldige med S-R-O-mønstrene er velkjent henholdsvis. Hvis S-R-O-mønstrene endrer seg derimot har erfaring

ingen prediksjonsverdi. Ny utforskning er nødvendig. Hvor ofte slike endringer oppstår kalles for *volatilitet*. Volatilitet refererer til frekvensen av endringer i S-R-O-mønstre over tid. Den er en høyere-orden parameter for uforventet usikkerhet. Når volatilitet er høy har erfaring ingen prediksjonsverdi fordi S-R-O-mønstrene er i konstant endring. For oppsummering, kjente og predikerbare S-R-O-mønstre har maksimal forventet usikkerhet og minimal uforventet usikkerhet, mens for ukjente S-R-O-mønstre er tilfellet vice versa, hvor volatilitet bestemmer hvor ofte S-R-O-mønstrene endrer seg.

Prediktiv koding

Teorien om prediktiv koding betrakter prediksjonsevnen. Originalt, en metode for datakomprimering innen signalprosessering (Rao & Ballard, 1999), anvendes ofte som rammeverk for hvordan hjernen perseptuerer, lærer og tar slutninger (Clark, 2013). Teorien påstår at sensasjoner, sensorisk informasjon fra lavere-nivåer, sansene våre, enten internt generert av eller eksternt generert utenfor, kroppen vår henholdsvis, sendes oppover til høyere-nivåer for prosessering. Prosesseringen forsøker og predikere aktiviteten fra høyere-nivåer på lavere-nivåer via bakveiskoblinger. Sensasjoner sendt nedenfra og kaskader av prediksjoner ovenfra sammenlignes og gjentas som tilbakemeldingsløyfer. I tilfeller hvor sammenligningen mellom prediksjoner og sensorisk evidens er uforventet nok, forplanter resultatet, prediksjonsfeilen, seg i høyere-nivåer. Forplantningen forbedrer prediksjoner fra høyere-nivåer til neste innkommende sensorisk evidens på lavere-nivåer. Merk at det ikke er nødvendigvis at hjernen vet om årsakene for evidensene, men i det minste *effektene* (gitt ved sensorisk informasjon) av årsakene. Effektene kan indikere opprinnelsene til årsakene. Som resultat, klargjøres S-R-O-mønstre for situasjoner.

Bayesiansk læring

Mens prediktiv koding egner seg til å representere prediksjonsfeil på nevralt nivå, illustrerer den manglende hvordan hjernen bruker dette under usikkerhet (Aitchison & Lengyel, 2017). Imidlertid, komplementeres Bayes'-teori ofte til prediktiv koding (Fletcher & Frith, 2009; Bayes 1763/1958):

$$P(h|e) = \frac{P(e|h) * P(h)}{P(e)} \quad (1)$$

Formelt sett, refererer $P(h | e)$ til sannsynligheten for at en hypotese stemmer gitt sensorisk evidens, $P(e | h)$ refererer til sannsynligheten for at evidensen stemmer gitt at hypotesen stemmer, $P(h)$ refererer til sannsynligheten for hypotesen, og sist, refererer $P(e)$ til

sannsynligheten for evidensen. Konseptuelt sett, handler Bayes' teori om oppdatering av antagelser om verden ved integrasjon av tidligere erfaring og antagelser om en hypotese med sensorisk evidens.

Sannsynlighetene for sensorisk evidens, tidligere antagelse om en hypotese (prediksjon) og oppdatert antagelse kan representeres ved Gaussiske sannsynlighetsdistribusjoner (Adams, Brown & Friston, 2014; Palmer, Lawson & Hohwy, 2018). Vektingen eller overbevisningen du holder ved de to førstnevnte, kalt for presisjon (invers av varians), representerer reliabilitetsestimater. Balansen mellom presisjonene bestemmer oppdateringene av antagelsene dine om S-R-O-mønstre (Sterzer et al., 2018). For eksempel, hvis den relative presisjonen er større for tidligere antagelser om kjente S-R-O-mønstre enn sensorisk evidens, vil sannsynlighetsdistribusjonen for oppdatering av antagelsene ligge nærmere tidligere antagelser. Læringsraten, raten du tilegner ny læring, burde være stabilt lav (Palmer, Lawson & Hohwy, 2018). Lite nytt burde læres under maksimal forventet usikkerhet og minimal uforventet usikkerhet. Likeså, hvis presisjonen er relativt større for sensorisk evidens, og resulterende prediksjonsfeil er stor, burde et nytt S-R-O-mønster oppfattes. Gradene for usikkerhetene reverseres og læringsraten burde være høy. Under utforskning reverserer gradene av usikkerhetene seg, og læringsraten blir stabilt lav igjen. I volatile situasjoner, derimot, kan ikke tidligere antagelser om omstendighetene holdes med stor overbevisning fordi innkommende sensorisk evidens er gjentagende annerledes. Læringsraten burde være stabilt høy. Oppsummert, betyr optimal læring en balansert forhandling mellom vektingene av tidligere antagelser og sensorisk evidens avhengig av situasjon. Mens dette er en forenklet lineær modell for hjernen, påstås heller et komplekst, multinivå hierarki. Dualstrukturen beskrevet foreslås gjentatt i flere nivåer, fra lavere-nivåer av unimodal input til høyere abstraksjoner med multimodalitet over større rom og tidsperspektiv.

Mens læringstendensen ovenfor beskrevet er normativt for sunne individer, er læring påvirket av forventninger og antagelser man har om verden (Sterzer et al., 2019). Imidlertid, påstås autisme og schizofreni for avvikende læringstendens. Neste del redegjør lidelsene hver for seg og læringstendensene deres. Senere, til tross for å være to, separate lidelser diagnostisk sett, eksisterer evidens for et underliggende fenomen forklarende for fenotypene til lidelsene. Sist, skal observasjoner for symptomene i den generelle populasjonen som trekk gjennomgås før målet med nåværende studie presenteres.

Schizofreni

Læring under usikkerhet varierer mellom mennesker. En undergruppe av mennesker med atypisk læring er mennesker diagnostisert i schizofrenispekteret (SSD). SSD angår en rekke psykiske lidelser inkludert schizofreni, schizotypisk personlighetslidelser samt andre (APA, 2013). Spektret som et syndrom betrakter mange forskjellige symptomer. SSD kan deles i positive symptomer og negative symptomer. Positive symptomer angår tilstedeværelsen av symptomer som hallusinasjoner, vrangforestillinger, uorganisert tenkning (fra tale) og grovt uorganisert og unormal motorisk oppførsel, mens negative symptomer refererer til fraværet av symptomer, som for eksempel redusert følelsesmessig uttrykk, avolisjon og anhedoni. Spektret ligger på et kontinuum. Plassering på kontinuumet er avhengig av langvarigheten og alvorligheten til symptomene.

Prevalens

Den internasjonale prevalensen til schizofreni er relativ lav. En systematisk gjennomgåelse konkluderer prevalens mellom fire til syv per 1000 hos ikke-institusjonaliserte mennesker, avhengig av tidsperspektiv, sosioøkonomisk status, urbanitet samt annet (Saha et al., 2005) En nyere studie fant lignende til noe høyere estimater, fra tre til ti per 1000, avhengig av variabler (Moreno-Küstner, Martín & Pastor, 2018). Omtrentlig 1 av 150 individer diagnostiseres med psykotiske lidelser på et tidspunkt i livet deres.

Sykdomsbyrde

Til tross for lav prevalens, bidrar SSD til enorm sykdomsbyrde som en av femten ledende årsaker for uførhet globalt (t 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators, 2017). GBD 2019 viser at schizofreni er den tredje største bidragsyteren av mentale lidelser til helsestapsjusterte leveår med 12.1% (DALY: summen av YLL (tapte leveår) og YLD (helsetap)). Alvorlighetsvekten, et mål på helsetap, til akutt psykosetilstand hadde høyest estimat i hele studien. Det er estimert 13.4 millioner YLD globalt, og forventer tilfellene vil stige grunnet økende populasjon og levealder (Charlson et al., 2018). På individnivå, er schizofreni forbundet med psykososial svekkelse, som hjemløshet, arbeidsledighet, og avhengig av familie og helsetjenester. SSD har økt risiko for tidlig dødelighet med gjennomsnittlig 28.5 YLL estimert per individ (Olfson et al., 2015), noe forklart av komorbide og somatiske sykdommer, som hjerte- og karsykdommer, lungekreft, kols, og influensa. Over halvparten har minst en komorbid psykisk lidelse, som depresjon eller rusavhengighet (Tsai & Rosenheck, 2013). På samfunnsnivå, viser en

litteraturgjennomgang at den økonomiske byrden estimeres mellom 94 - 102 milliarder dollar årlig (Chong et al., 2016).

SSD og Bayesiansk prediktiv koding

Hallusinasjoner og vrangforestillinger har oftest blitt tilnærmet i Bayesiansk prediktiv koding. Generelt, konvergerer forsøkene til samme læringstendensen: Unormal innkoding av presisjon på lavere-nivå sensorisk evidens. Tidligere antagelser kan ikke forklare prediksjonsfeilen, og oppdaterte antagelser engasjerer læring. Hallusinasjoner og vrangforestillinger påstås å ha samme underliggende mekanisme: en suboptimal Bayesiansk hierarkisk oppdeling av persepsjon av sensorisk evidens på lavere nivåer og tidligere antagelser på høyere nivåer (Fletcher & Frith, 2009). En teori betrakter symptomene i en rekkefølge. Læringstendensen oppstår ved reduksjon av presisjon på tidligere antagelse eller manglende evne på å redusere presisjon på sensorisk evidens, etterfulgt av en kompenserende økning i presisjon på tidligere antagelser eller reduksjon i presisjon på sensorisk evidens (Adams et al., 2013). Falske prediksjonsfeil (hallusinasjoner) forplantes i hierarkiet til høyere nivåer av antagelser om verden. Dessuten, ettersom de falske prediksjonsfeilene er overpresise, forplantes de i høyere nivåer med stor overbevisning også (vrangforestilling). Imidlertid, beskriver Frith og Friston (2012) læringstendensen noe annerledes - læringstendensen attribueres til tidligere antagelser i høyere-nivåer i hierarkiet. Ettersom de oppdaterte antagelser, bestående av overpresise, feile prediksjonsfeil, blir til overpresise, feile tidligere antagelser i høyere nivåer senere, oppstår avviket nettopp her. Overbeviste antagelser om verden er urokkelig for innkommende sensoriske evidens.

SSD under usikkerhet

Observasjoner har resultert i relativt etablerte kognitive biaser i SSD (Moritz et al., 2010). En bias er 'jumping-to-conclusions'-biasen (JTC-bias), tendensen til å ta beslutninger gitt manglende informasjon. JTC-bias er ofte observert i perleoppgaver. Deltagere velger én av to krukker med konstante, kjente, og motsatte forhold av fargeperler (eksempelvis 85 røde og 15 svarte og vice versa). Perleoppgaver reflekterer stabile og kjente S-R-O-mønstre. Krukkevalg avhenger av antall perler deltageren trenger å se før overbevist at dem stammer fra én krukke spesifikk. So et al. (2016) fant at pasienter hadde raskere beslutningsstil med moderat effektstørrelse enn sunne individer, konsistent med tidligere resultater (Fine et al., 2007; Garety & Freeman, 2013). Nært knyttet er 'bias-against-disconfirmatory-evidence' (BADE), som refererer til manglende evne til fortolkning selv for akkumulerende

motstridende evidens. Vanlige prosedyrer angår presentasjon av tolkninger til tvetydige scenarioer, hvor sannsynlighetene for tolkningene endres ved akkumulerende evidens. BADE assosieres med manglende evne til å redusere sannsynlighetene for 'løkke'-tolkninger. En metaanalyse viser at psykotiske deltagere med og uten vrangforestillinger hadde moderat og liten effektstørrelse mot sunne individer, henholdsvis (McLean et al., 2017). Under volatilitet spesifikt, er reversibellæringsoppgaver (PRL) en vanlig brukt metode. Ukjente S-R-O-mønstre lik perleoppgaver læres, etterfulgt av plutselige endringer i sannsynlighetsforholdene. Individer i risiko for psykose viste lavere presisjon på prediksjonsfeil og oftere oppdatering av usikkerhet i tidligere antagelser, altså høyere estimater for volatilitet (Cole et al., 2020). Medisinerte og ikke-medisinerte pasienter viste atferd assosiert med forhøyet antagelser om volatilitet og større tendens til å bytte valg, mot kontroll, indikerende for en økt oppdatering om S-R-O-mønstre (Deserno et al., 2020).

Autisme

Autismespekteret (ASD) kjennetegnes ved to syndromer: sosiale symptomer og repetitiv atferd (DSM-V, 2013). Første syndrom innebærer symptomer for vedvarende mangler i sosial interaksjon og kommunikasjon på tvers av situasjoner. Symptomene gjelder avvik i sosioemosjonell gjensidighet, avvik i ikke-verbale kommunikative atferd brukt i sosial interaksjon, og avvik i utvikling, opprettholdelse, og forståelse av forhold. Sistnevnte syndrom refererer til symptomer relatert til restriktive og gjentakende mønstre av atferd, interesser og/eller aktiviteter. Symptomene gjelder stereotypiske eller repetitive motorbevegelser, bruk av objekter eller tale, insistering på ensartethet, uflexibel tilslutning til rutiner eller ritualiserte mønstre av verbal eller ikke-verbal atferd, høyt restriktive, fikserte interesser med unormal intensitet eller fokus, eller hyper- eller hypoaktivitet til sensorisk input eller uvanlige interesser til sensoriske aspekter ved miljøet. Likt med schizofreni, bestemmer varigheten og alvorligheten med symptomene hvor man ligger på kontinuumet.

Prevalens

Forskere oppdaterte en systematisk gjennomgåelse nylig om prevalensen til ASD. Litteraturen brukt gjaldt hovedsakelig barn (Zeidan et al., 2022). Omtrentlig 1 av 100 barn er diagnostisert med ASD globalt. I tillegg, varierte globale prevalensestimater fra 1.09 - 436 per 10 000, med en medianprevalens på 100 per 10 000. Variasjon i estimater skyldes metodologiske og kontekstuelle forskjeller, for eksempel i diagnosemanualer brukt, datainnsamlingsprosedyrer, representativiteten av utvalgene, offentlig oppmerksomhet og

respons fra folkehelse, og forskjeller i sosiale determinanter, som demografi og sosioøkonomisk status.

Sykdomsbyrde

Sykdomsbyrden til ASD er stor. ‘Global Burden of Disease Study’ 2016 (GBD) (2017) viste at global sykdomsbyrde hos ASD bidrar til 9026 YLD per 1000. GBD 2019 avslører 4.3 millioner år YLD globalt. Ingen rapporterte YLL gir DALY lik YLD. Imidlertid, avslørte en svensk studie at lavtfungerende og høytfungerende individer med ASD hadde 5.78 og 2.18 ganger økt risiko for prematur dødelighet henholdsvis, mot kontroll (Hirvikoski et al., 2016). Den mest vanlige årsaken for død i lavtfungerende ASD var epilepsi. Generelt på individnivå, hadde individer med ASD 2.56 ganger økt risiko for prematur dødelighet. Spesifikke årsaker for død betraktet nervesystemet, sirkulasjonssystemet, luftveissystemet eksempelvis. Komorbide mentale lidelser var for eksempel ADHD, OCD, angst og spiseforstyrrelser (Romero et al., 2016). På samfunnsnivå, er den økonomiske byrden estimert mellom var livstidskostnader for mennesker med ASD estimert mellom 2.4 – 3.2 millioner dollar alt i alt. Leigh og Du (2015) predikerte direkte, medisinske og ikke-medisinske kostnader, samt produksjonskostnader på 268 milliarder dollar i 2015 og 461 milliarder dollar i 2025, i USA.

ASD og Bayesiansk prediktiv koding

Teorier for ASD konvergerer til liberal læringstendens også. Autistisk persepsjon ser verden mer presist og sånn som den faktisk er, og mindre partisk av tidligere antagelser (Pellicano & Burr, 2012). Avviket er ikke grunnet evidensprosessering, men heller tolkningen av den for oppdaterte antagelser. De interne modellene av tidligere erfaringer er for brede og ikke generaliserbar. Dermed er innkommende sensoriske evidens upredikerbar og ukjent, etterfulgt av induert læring. Imidlertid, fordi tidligere antagelser er til enhver tid svake, vil også neste innkommende sensorisk evidens oppleves som ukjente og upredikerbar. Det induserer derimot nødvendig læring. Altså, oppfatter hjernen evidensen til å være mer informativt enn den egentlig er (Palmer, Lawson & Hohwy, 2017). Avviket foreslås ikke til å være nødvendigvis grunnet sensoriske symptomene, men heller i tolkningen deres under oppdatering. Problemene for autistiske er ikke endring i seg selv, men heller prediksjoner av endring grunnet presisjon (Lawson, Rees & Friston, 2014). Unøyaktige presisjonsestimater for enten sensorisk evidens eller tidligere antagelser kan produsere samme fenomenologi. I likhet, attribuerer Van de Cruys et al. (2014) læringstendensen oppsummert som HIPPEA,

høy uflexibel presisjon av prediksjonsfeil i autisme, uavhengig av kontekst. Her inkluderes støy som ellers burde vært ignorert. På bakgrunn av dette kan de ikke-sosiale syndromet forklares - Restriktiv og repetitiv atferd kan være en måte å takle nye situasjoner og redusere usikkerhet på, eller øke sikkerheten i tidligere antagelser.

ASD under usikkerhet

I motsetning til SSD, er ASD under usikkerhet mindre undersøkt. En perleoppgavestudie derimot, med pasienter med Aspergers syndrom (AS) (inkludert i ASD i DSM-V) viste at AS-gruppen valgte krukke basert på lavere antall perler mot kontroll. I betingelsen med store forskjeller mellom perlefargeforholdene valgte de 50% mindre perler, mens i betingelsen med relativt mindre forskjeller valgte de 33% mindre perler, likevel signifikant nok for JTC-bias. I tillegg, ingen i AS-gruppen svarte riktig, og valgte heller alternativet med minst sannsynlighet framfor å velge flere perler (Jänsch & Hare, 2013). Derimot har andre funnet en konservativ bias (Brosnan et al., 2014). En studie med Iowa Gambling Task (ukjente S-R-O-mønstre med belønning og kostnader) undersøkte ytelsen til ungdommer og unge voksne med høyt-fungerende ASD (Mussey et al., 2015). ASD-gruppen valgte færre fra lav frekvens-tapskortstokken, lærte saktere om fordelaktige kortstokker, og byttet oftere kortstokker uavhengig av tap eller ingen tap, mot sunne individer. Det var også funnet en negativ korrelasjon mellom de to førstnevnte, altså tidlig, frekvent bytting førte ikke til fordelaktige valg senere. Resultatene indikerer at ASD-gruppen tar dårligere avgjørelser ved gevinst/tap-situasjoner og skifter mellom valg oftere enn vanlig, konsistent med tidligere resultater (Johnson et al., 2006; Yechiam et al., 2010). En PRL-studie viste hos individer med ASD avvik i kognitiv fleksibilitet uttrykt via preferanse for tidlig lært atferd. Dette relaterte til det kliniske syndromet om rigid og repetitiv atferd for ASD (D' Cruz et al., 2013). Lawson, Mathys og Rees (2017) undersøkte atferden til individer med ASD på lærte assosiasjoner og sensorisk støy med en probabilistisk assosiativ læringsoppgave, hvor de fant ut at individer med ASD overlærte volatiliteten i møte med endringer i miljøet samt manglende evne til å lære om uregelmessige hendelser.

Flere likheter

Mens forskerne nyanserer lidelsene noe ulikt konvergerer de til lik læringstendens: Relative overpresise sensorisk evidens mot underpresise tidligere antagelser. I tillegg, viser studier til flere likheter. Komorbiditeten observert er høyere enn forventet i den generelle populasjonen (Chrisholm et al., 2015). En metaanalyse viste robust forhold mellom lidelsene,

hvor prevalensen av ASD hos individer med schizofreni varierte fra 3.4% til 52% (Zheng, Zheng & Zou, 2018). Lidelsene deler en rekke atferdsmessige symptomer også. Begge avviker i sosial interaksjon: mens ASD mangler emosjonell gjensidighet, har SSD avstumpet affekt (fravær av uttrykk eller tale) (Chrisholm et al., 2015). Symptomer karakteristisk for en lidelse eksisterer i den andre lidelsen også. Ungdommer med ASD skåret høyt på positive og negative symptomer, hvor positive symptomer korrelerte med oppmerksomhetsbyttning, mens negative symptomer korrelerte med sosiale evner, kommunikasjon og forestillingsevne (Barneveld et al., 2011). Individer med SSD generelt utviste repetitiv atferd, som motoriske væremåter og merkelig bruk av objekter (Tracy et al., 1995).

Den diametriske modellen

En dominerende tilnærming for likhetene er den diametriske modellen (Chrisholm et al., 2015). Modellen plasserer lidelsene på hver sin ekstreme side av et kontinuum med normalitet i sentrum (Crespi & Badcock, 2008). Evidensene hittil er mest framtreddende i det sosiokognitive domenet. For eksempel, begge lidelser har problemer med mentalisering, evnen til å ta slutninger om mentale tilstander hos andre, som intensjoner, overbevisninger og følelser (Green, Horan & Lee, 2015). Fenotypene for ASD og SSD kalles for undermentalisering og overmentalisering, underdrivelse og overdrivelse av mentale tilstander, henholdsvis (Crespi & Badcock, 2008). Mens undermentalisering manifesteres ved blikkmangel, intensjonalitet og fellesoppmerksomhet eksempelvis, manifesteres overmentalisering ved vrangforestillinger om overvåkning, forfølgelse, erotomani eller konspirasjoner eksempelvis (Baron-Cohen, 1997; Badcock, 2004). Observert her er at fenotypen for ASD og SSD opptrer i et underskudd og overskudd henholdsvis, konsistent med andre funn som sensasjonssøking, sosioseksuell atferd, sosiale bedømmelser og visuell perspektivtaking (Del Giudice et al., 2014; Stanfield et al., 2017; Eack et al., 2017). I tillegg, påstås proporsjonale alvorlighetsgrader av lidelsene til å balansere hverandre ut til normalitet. For eksempel, hos individer med schizofreni, førte en interaksjon mellom trekkene til bedre mentalisering, generell og sosial fungering (Vaskinn & Abu-Akel, 2018). Dessuten, var normaliseringen størst når alvorlighetsgradene til trekkene var høye. Den normaliserende effekten er konsistent med andre funn, deriblant perspektivtaking og konkurranse (Abu-Akel et al., 2015; Abu-Akel et al., 2017a).

Den generelle populasjonen

Vanligvis, betraktes lidelser som noe kvalitativt forskjellig, men evidens eksisterer for heller en kvantitativ representasjon. Det impliserer en subklinisk populasjon, en populasjon med sykdommen under terskelen for klinisk diagnostisering. For den generelle populasjonen, måles dette som trekk - reduserte uttrykk av symptomene. Eksempelvis, prevalenstimer for schizofreni er større i den generelle populasjonen enn populasjoner innen helsetjenester (Moreno-Küstner, Martín & Pastor, 2018). Lidelsene viser til å befinne seg i kontinuerlige distribusjoner, bestående av variasjoner i multidimensjonalitet som trekk (Hoekstra et al., 2011; Stefanis et al., 2002). En systematisk gjennomgåelse viste normaldistribusjon av ASD med god test-retest reliabilitet hos den generelle populasjon, indikerende for uoppdagete kliniske tilfeller (Ruzich et al., 2015). Distribusjonen til psykose viste til å være fra halvnormaldistribuert til noe positiv skjevt distribuert. Imidlertid, viser forskjeller i målinger av schizotype trekk, en mildere form for psykose, forskjeller i resultater: en klinisk tilnærming viste halvnormaldistribusjon, mens en normalisert tilnærming viste omtrentlig normaldistribusjon (Johns & van Os, 2001; Stefanis et al., 2004). Den diametriske modellen og den normaliserende effekten er også vist evidens for i den generelle populasjonen (Abu-Akel et al., 2015; Abu-Akel et al., 2017b). For nåværende mål, antas normaldistribusjon for trekkene til senere analyse.

Målet med nåværende studie:

Denne studien representerer en syntese av 1) gjennomgått teori og evidens, og 2) mangler i litteraturen. Førstnevnte innebærer lidelsene som trekk i den generelle populasjonen, læringstendensene deres, og en interaksjon mellom trekkene, mer spesifikt den normaliserende effekten i balansen mellom trekkene. Mangler i litteraturen angår relativt underanerkjennelse av volatilitet observert i forskning hittil (Bland & Schaefer, 2012), og mangel på sammenligninger av lidelsene generelt utenom sosialkognisjon (Eack et al., 2013). Også, mer spesifikt, er interaksjon mellom trekkene, som den diametriske modellen og en normaliserende effekt gjennomgått her, relativt ny og lite undersøkt for kognisjon generelt, til tross for å være en høyere-orden kategori for sosialkognisjon. Unntak er vedvarende oppmerksomhet, generell fungering og framtredenhet knyttet til informasjon (Abu-Akel et al., 2020; Vaskinn & Abu-Akel, 2018; Abu-Akel et al., 2017b). Til slutt, ettersom den generelle populasjonen undersøkes her, har det som fordel å hindre konfunderende effekter av sykdomshistorikk og medikamentbruk (Zhou et al., 2019).

Målet med nåværende studie er å undersøke læringstendensen i balansen mellom autistiske trekk og psykotiske trekk under høy volatilitet hos den generelle populasjon.

Forskningsspørsmålet formelt er «Hva er læringstendensen under høy volatilitet i balansen mellom autistiske og psykotiske trekk?». For å undersøke interaksjonen mellom trekkene lages gruppekombinasjoner med ulike alvorlighetsgrader, med gruppekombinasjonen L-AQ & L-CAPE valgt som kontroll. Tilhørende hypoteser er **1)** vi forventer at L-AQ & H-CAPE er mer liberal enn kontroll, gitt observert læringstendens til schizofreni, **2)** forventer at H-AQ & L-CAPE er mer liberal enn kontroll, gitt observert læringstendens til autisme, og **3)** forventer ingen gruppeforskjell mellom H-AQ & H-CAPE og kontroll, gitt observert normaliserende effekt.

Materiell og metode

Utvalg

445 deltagere totalt fra den generelle populasjonen fullførte studien. Inkluderingskriterier var samtykke for å være over 18 år, normalt eller korrigert syn, utførelsen av undersøkelsen på stasjonær eller bærbar datamaskin med tastatur, og enten på Chrome, Firefox eller MS Edge. To ekskluderingskriterier utelukket 106 deltagere: 1) titreringsterskelen var over 80, indikerende for misforståelse av oppgaven, eller 2) over seks i skåre på kontrollspørsmål inkludert i CAPEp. Det endelige utvalget på 349 deltagere ble brukt. Utvalget besto av 178 menn (51%), 164 kvinner (47%) og 7 annet (2%). Aldersspennet var fra 18-70, $M = 28.97$, $SD = 10.22$.

Rekrutteringsprosedyre

Rekruttering hendte ved 1) via Prolific, en nettbasert rekrutteringsplattform i forskning (Palan & Schitter, 2018), og 2) 15 bachelorstudenter i psykologi ved Instituttet for psykologi på NTNU var instruert om å rekruttere åtte deltagere fra den generelle populasjonen bosatt i Norge hver for seg. Rekrutterte deltagere hadde ingen kjennskap til prosjektet og helst ikke psykologistudenter. De ble bedt om enten å utføre spørreundersøkelsen på norsk eller engelsk, etterfulgt av mail sendt med anonym link med ønsket språk.

Insentiver for deltagelse var anonymitet og belønning på ca. 70 kr og digitalt SuperGavekort på 150 kr til Prolific-deltagere og norske deltagere henholdsvis. Etter spørreundersøkelsen, sendte deltageren en deltager-ID til rekruttereren deres. ID-en var videresendt til prosjektleder for godkjenning av data, etterfulgt av sendt gavekort. Rekruttererne forsikret deltagerne at kodene og emailadressene deres ikke ble knyttet sammen og koden eventuelt slettes for anonymitet. Hvis deltageren avsluttet underveis regnet det som

fratrekk av studiet. Ingen krav om etisk godkjenning var nødvendig grunnet anonym spørreundersøkelse.

Datainnsamlingsprosedyre

Den nettbaserte datainnsamlingen besto av to deler: spørreskjemaene og kaninoppgaven. Relevante spørreskjemaer var AQ-Short og Cape-42 Positive Subscale. Kaninoppgaven besto av tre blokker, titreringsblokken, en stabil testblokk og en volatil testblokk. Spørreskjemaene ble utført på Qualtrics, en nettside for spørreskjemaene (<https://www.qualtrics.com>). Kaninoppgaven ble utført på JATOS (3.7x), programmet ansvarlig for kaninoppgaven (Lange, Kühn, & Filevich, 2015). Andre spørreskjemaer var NASA Task Load Index (mental belastning), spørsmål om alder, kjønn og instruksforståelse, humør og Strain Query (egenvurdering). For å unngå effekter av slitenhet, var testblokker av kaninoppgaven og spørreskjemaene alternert.

Før informasjon om undersøkelsen ble gitt, var samtykkeskjema delt ut. Testen avsluttet hvis deltageren ikke samtykket, eller brukte mobil eller nettbrett. Deretter var deltagerne informert om at hensikten med studien var å måle sammenhengen mellom oppfatning av endringer og personlighetstrekk basert på idéen om at disse forekommer i den generelle populasjonen, og dermed antatt at mennesker utviser noen av trekkene. De var også informert at de vil se animasjoner av kaniner med etterfølgende spørsmål. I tillegg, ville de motta spørsmål om preferanser, oppfatninger, vaner, erfaringer samt annet. Til slutt, var varigheten på undersøkelsen fortalt til vare omtrentlig 45 minutter og om frivillig deltagelse, der mulighet for å trekke tilbake samtykke var når som helst.

Manipulerte variabler

Med to manipulerte variabler, to testblokker og to typer endringer i gjennomsnittsretninger, gir det en 2 x 2-matrise for deltagergrupper: 1) endringer skjer alltid med klokka; hvor blokken med store familier oppstår før blokken med små familier og 2) vice versa, og 3) endringer skjer alltid med klokka; hvor blokken med store familier oppstår før blokken med små familier, og 4) vice versa.

For å unngå rekkefølgeeffekter, er rekkefølgen av testblokkene og type endring i gjennomsnittsretning motbalansert, altså likt fordelt, ca. ¼ av deltagerne per deltagergruppe. Ingen fikk verken begge volatilitetsrekkefølgene eller begge endringer av gjennomsnittsretninger.

Randomiseringsprosedyre

Fordeling av deltagere var randomisert. Først, begynte undersøkelsen på Qualtrics hvor deltager-ID-en var produsert, og sendt videre til JATOS. Fordeling skjedde ved mod-4-operasjon på ID-nummeret. En mod-4-operasjon subtraherer det nærmeste tallet fra ID-nummeret delelig på fire. Restsummen, et tall mellom 0-3, tilsvarer deltagergruppe. For eksempel, hvis deltager-ID-en er 12, er det nærmeste delelige tallet på fire også 12, og deltageren tildeles til gruppe 0. Hvis ID-en er 13, da gruppe 1, hvis 14, da gruppe 2 osv.

Instruksjoner

Dekkhistorie var gitt til deltagerne. Deltageren valgte kaninfamilien han trodde en kanin tilhørte ved å trykke på talltaster. Talltastene attribuerte kaniner til familier. Mulige valg for tall var synlig på høyre side av sirkelen som grå rektangelformede knapper. Valg framheves med blå kant rundt tastet knapp. Så lenge deltageren trodde kaninene tilhørte samme underliggende familie, trykket han på samme familie. Første familie startet på 1. For å attribuere neste kanin (trial), må mellomromstasten trykkes på. Samtidig var alternativet for neste kaninfamilie, 2, tilgjengelig. Hvis deltageren trykket ny kaninfamilie ville talltasten for neste kaninfamilie deretter, 3 eksempelvis, oppstå. Deltageren kan ombestemme seg med forrige talltast før talltasten for ny familie var tastet tre ganger på rad. For eksempel, hvis kanin 1 var attribuert til kaninfamilie 1, og man trykket på kanin 2, 3, og 4 for kaninfamilie 2, forsvant alternativet til kaninfamilie 1. Når tosifrede tall oppsto, tastet deltageren på det siste sifferet for tilhørende familie. Ved familienummer 15 tastet deltageren på 5 eksempelvis. Testblokken avsluttet når alle familier har forlatt kaninhullet.

Måleinstrumenter

CAPE-42 Positive Subscale

‘The Community Assessment of Psychic Experiences Positive Subscale’ (CAPEp) er en forkortet versjon av et større spørreskjema for klinisk psykose (Stefanis et al., 2002). CAPEp måler de positive symptomene for den generelle populasjonen. Det større spørreskjemaet inkluderer items-er for målinger av engstelse etter hver item, men var ekskludert her. CAPEp har fem subskalaer, hallusinasjoner, magisk tenkning, grandiositet, paranoia og bisarre opplevelser. Eksempler er «Føler du deg noen gang forfulgt på en eller annen måte?», «Hender det at du hører stemmer når du er alene?» og «Hender det at du ser gjenstander, folk eller dyr som andre ikke kan se?». For å kontrollere om deltagerne løy, var

kontrollitemens reflekterende for misoppfatninger om psykose inkludert (Moritz et al., 2013). Eksempler var «Tror du på at folk har blitt bortført av romvesener, eller at dette kan ha hendt deg?» og «Har du noen gang følelsen av at du er en berømt, historisk personlighet?». Et spørsmål om hvite mus var utelatt grunnet kulturell relevans hos kun tyske deltagere. Spørreskjemaet har 23 items totalt. Responser til items-ene var skåret ved tvunget valg 4-poengs-Likertskala., hvor 1 var «Helt uenig»; 2 var «Litt uenig»; 3 var «Litt enig»; og 4 var «Helt enig». En reliabilitetsanalyse viste god reliabilitet, $\alpha = .82$, og samsvarer med verdier rapportert i andre studier (Lu et al., 2020). Total sumskåre var kalkulert.

AQ-Short

‘The Abridged Version of The Autism Quotient’ (AQ-Short) er en forkortet versjon av et større spørreskjema for rask kartlegging av autistiske trekk for den generelle populasjonen (Hoekstra et al., 2011; Baron-Cohen et al., 2001). AQ-Short har høy validitet og betydningsfull faktorstruktur, bestående av høyere-orden faktorene sosial atferd og preferanse for tall/mønstre. Førstnevnte faktor kan videre deles i fire subfaktorer, sosiale evner; rutine, veksling og fantasi. Eksempler er «Jeg synes sosiale situasjoner er enkle», «Jeg liker å gjøre ting spontant», «Hvis det skjer en avbrytelse, kan jeg bytte tilbake svært raskt» og «Jeg er fascinert av tall». Spørreskjemaet har 28 items totalt med responser lik som CAPEp. En reliabilitetsanalyse viste god reliabilitet, $\alpha = .85$, og samsvarer med verdier rapportert i andre studier (Koolschijn et al., 2015). Total sumskåre var kalkulert.

Tilnærming for sårbarhet for autisme, positiv psykose og gruppekombinasjoner

‘Cut-offs’ for gruppering av deltagere med psykotiske trekk målt ved CAPEp betraktet deltagere med skåre under $0.5 SD$ over gjennomsnittet for ‘lav’-gruppen (L-CAPE), og deltagere med skåre over $2 SD$ over gjennomsnittet for ‘høy’-gruppen (H-CAPE), som utført tidligere (Chapman, Chapman & Alpert, 1985; Lenzenweger & Korfine, 1994; Moritz et al., 2017).

‘Cut-offs’ for gruppering av deltagere med autistiske trekk målt ved AQ-Short betraktet deltagere med skåre under og over 65 poeng for ‘lav’-gruppen (L-AQ) og ‘høy’-gruppen (H-AQ) henholdsvis, som utført tidligere (Scheeren et al., 2022). ‘Cut-off’-punktet var anbefalt for rask undersøkelse med sensitivitet og spesifisitet på .97 og .82 henholdsvis (Hoekstra et al., 2011).

Kaninoppgaven

Kaninoppgaven ble pilottesten to ganger før undersøkelsen. Pilottesting var utført av bachelorstudenter i psykologi ved Instituttet for psykologi på NTNU. Pilottesting ga anslag for tidsbruk på undersøkelsen og forbedringer i klarhet på instruksjoner.

Generelt om testblokkene

Stimuli. En svart sirkel med radius på 300 piksler og grå bakgrunnsfarge var vist på skjerm. Hver trial (kanin) begynte med en grå rektangelknapp ved sentrum teksten med «Next bunny (space)». 500 ms etter tastering, beveget kaniner seg, tegnet med et grått kaninhode på 50x50 piksler, i ca. 429 ms fra sentrum av sirkelen i rett linje til periferien av sirkelen. Kaninene var synlig til mellomromstasten trykkes igjen. Knappen til tidligere tall var kun synlig til før knappen til neste tall var trykket på tre ganger på rad.

Kaniner og familier. Alle kaniner tilhørte én familie. Kaninfamilie beveget seg mot periferien orientert rundt en gjennomsnittsretning (S-R-O-mønster) i grader. Familieendringer skjedde enten med eller mot klokka for hele oppgaven. Hver kanins faktiske retning var gitt ved objektiv z-skåre, bestemt ved kaninens retning subtrahert med gjennomsnittsretningen til underliggende kaninfamilie, delt på standardavviket. Ligning gitt ved:

$$\frac{\text{Retning}_{\text{nåværende kanin}} - \text{Underliggende gj. snitt}_{\text{Forrige kaninfamilie}}}{\text{Underliggende st. avvik}_{\text{Forrige kaninfamilie}}} \quad (2)$$

Normalvariasjon var reflektert ved 1 *SD* eller 20 grader. For eksempel, hvis retningen til kanin 10 var 60 (grader) og underliggende gjennomsnittsretning var 50 var tilsvarende z-skåre 0.5. Merk at positiv z-skåre og negativ z-skåre indikerte en kanins retning med og mot klokka fra underliggende gjennomsnitt henholdsvis.

Ettersom kaninene startet i sentrum av en sirkel og endringer i gjennomsnittsretning skjer enten med eller mot klokka, er øvre grense for maksimal endring i gjennomsnittsretning 180 grader. Nedre grense er ½ *SD* eller 10 grader. Til sammen, inneholdt hver testblokk 24 endringer, altså 25 familier. Alle deltagere fikk samme rekkefølge på familiestørrelser og samme z-skårer for hver kanin, men rekkefølgen til listen for z-skårer var tilfeldig. Størrelsen på kaninfamilier bestemte grad av volatilitet, altså frekvensen av endringer for underliggende gjennomsnittsretninger.

Hvis retningen til en kanin er lik retningen til endringer i gjennomsnitt til underliggende familier kan det indikere endring. Motsatt retning til en kanin kan indikere støy. For eksempel, hvis endringer av familier var med klokka, ville en positiv z-skåre til kaniner

indikere endring, mens en negativ z-skåre til kaniner (mot klokka) indikere støy. Data med retningsendring mot klokka var invertert.

Titreringsblokk

Alle deltagere ble testet for individuell titreringsterskel, et psykometrisk mål på sensitivitet, i titreringsblokken. Titreringsterskelen er et estimat på endring i gjennomsnitt i grader for hva deltageren kan 50% av tilfeller oppdage. Størrelsen på endring er et mål på vanskelighetsgrad. Altså, refererer titreringsterskelen til vanskelighetsgraden deltageren kan utføre riktig 50% av gangene.

Titreringsterskelen var beregnet med estimeringsmetoden 'Parameter Estimation by Sequential Testing' (Best PEST) (Lieberman & Pentland, 1982). Best PEST baserer seg på en adaptiv trappetrinnsprosedyre. Den tester deltagere i forskjellige nivåer av vanskelighetsgrader avhengig av ytelse på tidligere nivåer. Ytelsen bestemt var gitt ved riktige eller feile valg tatt. Jo flere nivåer deltageren testes på, jo mer konvergerer estimatet til deltagerens faktiske titreringsterskel. Hvis deltageren korrekt identifiserte enten endring (hit) eller ingen endring (correct rejection), ble han testet senere på et vanskeligere nivå. Likeså motsatt, hvis deltageren ukorrekt identifiserte enten endring (false alarm) eller ingen endring (miss), ble han testet senere på et enklere nivå. Kontekstuellt, var deltagere testet med mindre eller større endring i gjennomsnittsretning for neste kaninfamilie henholdsvis.

Best PEST baserer på enkelte antagelser. En antagelse er hva største endring mulig er, her 180 grader. Også, på grunn av en nedre og øvre grense (0% endringer oppdaget og 100% oppdaget) antar Best PEST en sigmoidformet eller logistisk funksjon. Skråningen til funksjonen er $180/5$ som anbefalt (Lieberman & Pentland, 1982).

Resultatet fra titreringen var lik gjennomsnittet av de tre siste estimatene. Grunnet begrenset antall trials deltageren går gjennom var siste estimat et utestet nivå beregnet av Best PEST. Minimumsendring var 10 grader. Øvre grense for titreringsterskelen var 80. Hvis titreringsterskelen til en deltager var over 80, måtte deltageren utføre titreringsblokken på nytt uten beskjed. Den nye titreringsterskelen var den endelige for resterende testblokker. Titreringsblokken hadde 233 kaniner, medium familiestørrelse mellom 6-14 kaniner med gjennomsnittlig 9.32 kaniner per familie.

Volatil blokk

Familiestørrelsene i volatil (små familier) blokk hadde 177 kaniner, små familiestørrelse fra 5-12 kaniner med gjennomsnittlig 7.08 kaniner per familie.

Outlier Detection Threshold

Variabelen for læringstendens var målt ved 'Outlier Detection Threshold' (ODT). ODT er terskelen for størrelsen på avviket nødvendig for å oppfatte endringer. ODT tok utgangspunkt i subjektive z-skårer, representert ved avviket mellom kanin ved rapportert ny familie og fra alle tidligere kaniners gjennomsnittsretning og standardavviket til forrige rapporterte ny familie. Likning gitt ved:

$$\frac{\text{Retning}_{\text{Nåværende kanin}} - \text{Gj. snitt observert retning}_{\text{Fra forrige ny familie}}}{\text{Observert standardavvik}_{\text{Fra forrige ny familie}}} \quad (3)$$

For eksempel, hvis kanin 7 var forrige rapporterte ny familie, og kanin 7, 8, og 9 hadde retning 52, 54, og 56 henholdsvis, var $M = 54$, $SD = 1.6$. Kanin 10 fra (2) med retning på 60 hadde z-skåre på 3.75. ODT er median til subjektive z-skårer. ODT til volatil blokk var målt.

Statistiske analyser

Cut-offs til Hoekstra et al. (2011) og Moritz et al. (2017) var implementert for sumskåre til AQ-Short (AQ) og sumskåre til CAPEp (CAPE) henholdsvis. To grupper fra hver sumskåre ble skapt. Gruppene representativt for den generelle og friske populasjonen ble kalt for L-AQ og L-CAPE og gruppene representativt for den subkliniske populasjonen ble kalt for H-AQ og H-CAPE, for autisme og schizofreni, henholdsvis. Med fire grupper ble fire gruppekombinasjoner laget. Altså, 1) L-AQ & L-CAPE inkluderte deltagere med skåre under 65 poeng på AQ og skåre under $0.5 SD$ over gjennomsnittet på CAPE, 2) L-AQ & H-CAPE inkluderte deltagere med skåre under 65 poeng på AQ og skåre over $2 SD$ over gjennomsnittet på CAPE, 3) H-AQ & L-CAPE inkluderte deltagere med skåre over 65 poeng på AQ og skåre under $0.5 SD$ over gjennomsnittet på CAPE og 4) H-AQ & H-CAPE inkluderte deltagere med skåre over 65 poeng på AQ og skåre over $2 SD$ gjennomsnittet på CAPE.

Volatil ODT, median av subjektive z-skårer for volatil blokk, måler tendensen til å rapportere endringer. ODT var anvendt som kontinuerlig variabel.

Med fire gruppekombinasjoner og en kontinuerlig variabel ble en enveis-ANOVA utført. Analysene ble utført på IBM Statistical Program for Social Sciences versjon 27.0 (SPSS). Alfanivået valgt var $p < 0.05$ (to-halet).

Merk at positiv gruppeforskjell og negativ gruppeforskjell indikerer konservativ og liberal læringstendens henholdsvis.

Resultater

En enveis-ANOVA viste en ikke statistisk signifikant forskjell mellom gruppene $F(3, 263) = 0.28, p = .841$. Grunnet lik varians, var en Dunnetts post-hoc test med L-AQ & L-CAPE ($n = 148$) valgt som kontroll, $M = 1.52$, viste ikke statistisk signifikant forskjell mellom L-AQ & H-CAPE ($n = 9$), $M = 1.54, \Delta M = 0.02, p = .999$, ikke statistisk signifikant forskjell mellom H-AQ & L-CAPE ($n = 101$), $M = 1.60, \Delta M = 0.08, p = .787$, og ikke statistisk signifikant forskjell mellom H-AQ & H-CAPE ($n = 9$), $M = 1.65, \Delta M = 0.13, p = .943$.

Diskusjon

Nåværende studie undersøkte læringstendensen, her tendensen til å oppfatte endringer ved rapportert endring gitt kanin, under volatilitet i balansen mellom autistiske og psykotiske trekk. Inkonsistent med teoriene og evidensene nevnt, var det ingen signifikante forskjeller funnet mellom gruppekombinasjonene etter post-hoc test. For resultater til hypotese 1 og 3 spesifikt, er eventuell tolkning og forklaring av effektstørrelser mesteparten spekulasjon grunnet lav statistisk styrke til å faktisk oppdage gruppeforskjeller gitt lave antall deltagere. Resultatene er heller ikke generaliserbar. I tillegg, mens forsøk på tolkninger og forklaringer nedenfor innebærer sammenligninger mellom resultatene her og andre studier, er sammenligninger begrenset imidlertid. Fordi, til tross for nyutviklede oppgaver, som kaninoppgaven, har som fordel å avdekke lite undersøkte deler av kognitive evner, lar den seg vanskelig sammenlignes med resultater fra andre oppgaveparadigmer. Forskjeller i resultater kan dermed attribueres noe til forskjeller i oppgaveparadigmer. Mens forskjeller i oppgaveparadigmer vanskeliggjør sammenligninger, er imidlertid resultatene deres noe indikativ for resultatene her.

Hypotese 1

L-AQ & H-CAPE er mer liberal enn kontroll

Resultatet er mest sannsynlig påvirket av lavt antall deltagere i gruppen L-AQ & H-CAPE. Resultatet er inkonklusivt og kan verken gi støtte eller ei for hypotesen. Statistisk signifikans utelatt, indikerer den positive gjennomsnittsforskjellen mot kontroll en konservativ læringstendens – et resultat i motsatt retning enn predikert. Mens teoriene og evidensene beskrevet tidligere støtter en liberal læringstendens, eksisterer funn på linje med

resultatene her. For eksempel, Balzan et al. (2017) undersøkte JTC-bias med boksoppgaven, en konseptuell lik og enklere erstatning for perleoppgaven grunnet observert misforståelse om instruksjoner (Balzan, Delfabbro & Galletly, 2012; Balzan, et al., 2012). Deltagerne med høy sårbarhet for vrangforestillinger og påvist JTC-bias på perleoppgaven forespurte mer informasjon og var mer konservativ på boksoppgaven relativt til deltagerne uten påvist JTC-bias, konsistent med andre funn (Moritz et al., 2020). Til tross for at oppgavene er konseptuelt lik, fant en pilotstudie en ikke signifikant korrelasjon mellom dem, og foreslår at oppgavene måler forskjelligartede kognitive mekanismer (Chu et al., 2015). Det reiser gjerne spørsmål om kaninoppgaven undersøker en annen mekanisme også. Imidlertid, konvergerer resultatene fra boksoppgaven og nåværende hypotese her til konservativ læring, indikerende for at mekanismene målt henholdsvis er noe sammenhengende eller like. Nøyaktig hva slags mekanisme dette er forblir uklart.

En perleoppgavestudie med volatilitet inkludert fant ingen signifikante forskjeller mellom klinisk SSD og kontroll (Kreis et al., 2021). Studien lider derimot av få deltagere. Eksplorerende analyse fant likevel overestimert volatilitet i subgrupper av SSD. En mulig forklaring her var grunnet forskjeller i prosesseringsmoduser for beslutningstaking (Freeman & Dale, 2013). I tilfellet deres, var høy-volatilitetsklustret assosiert med en modellfri modus, karakterisert ved vane, drevet av prøving og feiling, mens lav-volatilitetsklustret var assosiert med en modellbasert modus, karakterisert ved mentale representasjoner av tilstander og en kompleks modell av oppgaven. I motsetning, indikerer resultatet her heller for modellbasert modus. Det kan argumenteres da at deltagerne her kan ha feilprosessert informasjon under høy volatilitet som informasjon typisk for lav volatilitet, etterfulgt av en beslutningsstil mer typisk for stabile situasjoner. Dette går mot hva tidligere teori påstår om læringstendensen for SSD. Tidligere teori ville beskrevet SSD i konteksten her, en tilegnelse av modellfri modus i stabile situasjoner, og enda mer modellfri modus i volatile situasjoner. Imidlertid, ettersom resultatene fra Kreis et al. og resultatene her konvergerer noe, kan ingen gruppeforskjell observert her indikere at deltagerne tilegnet en modellbasert modus.

Mekanismene bak de forskjellige resultatene er imidlertid uklare (Balzan et al., 2017). Helhetlig, er et forslag at den avvikende Bayesianske prediktive kodingen for SSD ikke er generaliserbart til læringsdomenet generelt, men hovedsakelig sensoriskprosessering og sosialkognisjon domenespesifikt. Igjen, grunnet ikke signifikant resultat er dette spekulasjon.

Hypotese 2

H-AQ & L-CAPE er mer liberal enn kontroll

Til tross for relativt høyt antall deltagere er resultatet likevel ikke signifikant, og dermed uforventet. Resultatet viser ikke støtte for hypotesen. Resultatet foreslår heller at læring under volatilitet hos subklinisk populasjon med ASD og den generelle populasjonen er like. En PRL-studie med belønning fant at autistiske barn oppdaterte læringsrate under volatilitet lik nevrotypiske barn og voksne, konsistent med resultatene våre (Manning et al., 2017). De konvergerende resultatene kan foreslå undersøkelsens måler samme mekanismer. Forskjell i aldersgrupper og belønningsaspektet svekker en sammenligning noe. Imidlertid, kan en nyansert belønning bidra til bedre forståelse av resultatet her. Forfatterne spekulerer om visse mengder av endringer i belønningsverdi introdusert tidlig kan ha bidratt barna med å takle større endringer under volatilitet senere. De foreslår at noe avvik fra rutine, atferd karakteristisk for ASD, kan være nyttig for situasjoner under usikkerhet senere. Mens nåværende studie ikke inkluderte belønning og kostnader, introduserer titreringsblokken heller noe volatilitet gitt medium familiestørrelse. Altså, endringene i titreringsblokken har hjulpet deltagerne her med å takle endringene under høy volatilitet. Påstanden om relativt underpresise tidligere antagelser hos ASD svekkes noe med denne forklaringen. Mens dette fortsatt er spekulasjon, og belønningsaspektet fortsatt kan utgjøre andre forskjeller for resultatene deres, er spørsmålet om inokulering av endringer tidlig eller en rekkefølgeeffekt for ASD verdt å reise.

Faktisk, fant Shi et al. (2021) en rekkefølgeeffekt fra stabil til volatil hos individer med ASD. Imidlertid, var underliggende mekanisme assosiert med feilaktig respons til endringer, attribuert til HIPPEA beskrevet tidligere (van de Cruys et al., 2014). Et annet funn derimot, fant at til tross for at ASD-gruppen ytet verre under volatilitet, var læringsraten lik kontroll (Goris et al., 2021), som konvergerer noe med Manning et al., (2017) og her. HIPPEA foreslås heller til å være framtidig hovedsakelig på lavere-nivå sensoriskprosessering, og ikke til mekanismer i høyere-nivåer som beslutningstaking med belønning. Gitt at forslaget stemmer, og studien vår betrakter høyere-nivåer som Manning et al. (2017), kan det argumenteres for at HIPPEA ikke er framtidig for nåværende studie. I så fall, kan det ha forklaringsverdi for ingen gruppeforskjell vist mellom H-AQ & L-CAPE og kontroll.

Barna med ASD hos Manning et al (2017) viste økte nivåer av angst også. En mulig interaksjon med angst og ASD på læring var derimot ikke undersøkt. Imidlertid, gitt at de underbyggende teoriene våre konvergerer til liberal læring, men resultatene våre indikerer

typisk læring, kan mulig interaksjon mellom ASD og angst ha en additiv effekt, enten av normaliserende eller beskyttende art. Det vil si, trekkene balanserer hverandre ut eller ett trekk reduserer fenotypen til det andre trekket henholdsvis. For sistnevnte mekanisme, er det noe usikkert om hvilket trekk beskytter mot det andre trekket relatert til utvisende konservativ læring. Det kan argumenteres for at ettersom eksisterende litteratur påstår at læringstendensen til ASD er liberalt, kan påvirkningen av angst på ASD redusere liberal læring ned til normal læring. Imidlertid, er dette også spekulativt, men det reiser et interessant spørsmål om tilstedeværelsen av andre lidelser, som schizofreni allerede nevnt, interagerer sammen for et utfall. For nåværende studie kan lite diskuteres ettersom ingen angstmålinger var utført, men det øker incentivet til å inkludere angstmålinger til kaninoppgaven, også grunnet høy komorbiditet observert mellom lidelsene (Romero et al., 2016).

Avviket mellom resultatene våre og studiene nevnt i introduksjonen forblir uforklart. Helhetlig, foreslår Manning et al (2017) den avvikende Bayesianske prediktive kodingen mulig betrakter persepsjon i autisme spesifikt, eventuelt sensoriskprosessering og sosialkognisjon også, men ikke generaliserbart til læringsoppgaver.

Hypotese 3

Forventer ingen gruppeforskjell mellom H-AQ & H-CAPE og kontroll

Det var forventet at proporsjonale mengder av autistiske og psykotiske trekk ville balansert hverandre til normalitet. Imidlertid, i likhet med hypotese 1, er resultatet mest sannsynlig påvirket av lavt antall deltagere hos H-AQ & H-CAPE. Resultatet er inkonklusivt og kan verken gi støtte eller ei for hypotesen. Statistisk signifikans utelatt, viste gruppen heller relativ konservativ læringstendens mot kontroll – et resultat i motsatt retning enn predikert. Faktisk, er læringstendensen mest konservativ i undersøkelsen,

Med tanke på forskningsspørsmålet, indikerer læringstendensen i balansen mellom autistiske og psykotiske trekk på en additiv, forsterkende effekt. Som nevnt, er interaksjon mellom autisme og schizofreni lite undersøkt. Mangelen på studier vanskeliggjør eventuell diskusjon. Likevel, ettersom resultatet indikerer en forsterkende effekt, kan den mulige interaksjonen bak effekten angå en sum av forklaringene til resultatene for hypotese 1 og 2. Med dette, åpner det opp for to mulige mekanismer ansvarlig. Først, resultatet for hypotese 1 indikerer ingen gruppeforskjell mellom ASD og kontroll. Hvis det antas at konservativ læring til ASD er 'latent' eller skjult, kan en interaksjon med SSD oppmuntre den konservative læringen til ASD å manifestere seg. Den andre mekanismen beskriver heller en motsatt

påvirkning – innflytelsen til ASD på SSD gjør tilhørende konservativ læring mer ekstrem. Mens det er vanskelig å tilegne hvilken mekanisme er mer relevant, er et kompromiss mellom dem mer realiserbar. Det vil si, begge mekanismene virker samtidig. I hvor stor grad mekanismene virker relativt til hverandre, og hva de tilsynelatende mekanismene er spesifikt, er usikkert og i det minste spekulativt.

Ettersom verken det diametriske forholdet og den normaliserende effekten ikke var funnet her for generell kognisjon under høy volatilitet, kan det heller indikere at fenomenene er hovedsakelig framtreddende i sensoriskprosessering og sosialkognisjon, konsistent med en metaanalyse (Zhou et al., 2019).

Metodologiske problemer

Resultatene er avhengig av metodene valgt. To av resultatene her er mest sannsynlig grunnet lave antall deltagere. Altså, resultatet avhengig av faktorer i metodene. Først, 'cut-offs'-ene valgt og senere gruppekombinasjoner utelukker flere deltagere. For eksempel, 'Cut-offs' for CAPEp utelukker deltagere mellom $0.5 SD$ over gjennomsnittet og under $2 SD$ over gjennomsnitt. Disse kunne ellers bidratt til informasjon om potensiell atferd. Det reiser spørsmål om andre alternativer for gruppering. Imidlertid, representerer 'cut-offs'-ene valgt subklinisk populasjon og den generelle populasjonen. Videre forskning kan innebære andre typer grupperingsmetoder for undersøkelse av interaksjonen mellom trekkene.

Imidlertid, er grupperingen av deltagerne valgt relatert til en begrensning med nåværende studie. Flere grupper åpner opp for flere hypoteser. Ved å ha flere hypoteser derimot, innebærer det enda mer teori og evidens for bakgrunn og eventuell diskusjon. Den potensielle mengden med teori og evidens i tillegg er ikke nødvendigvis forenlig med begrensningene til en bacheloroppgave. Det var anbefalt med veileder og holde seg til mer realiserbar antall hypoteser, her 2-3. Dette var dermed etterfulgt.

Relatert til ovennevnte, har rammene for bacheloroppgave en annen begrensning på nåværende forskningsspørsmål. For nåværende studie, var en enveis-ANOVA valgt grunnet fire grupper og en kontinuerlig variabel. For forskningsspørsmålet og tilhørende hypoteser, kan det argumenteres for at andre statistiske analyser hadde vært mer hensiktsmessig. Et alternativ var å utføre flere t-tester. Imidlertid, utførelsen av flere tester øker risikoen for Type-I feil eller falske positive (Walters, 2016), og var dermed ikke implementert. Enveis-ANOVA kan dermed være mest hensiktsmessig her. Imidlertid, er dette kun mest hensiktsmessig gitt innen begrensningene ved forventet statistikkunnskap på bachelornivå.

Studier som undersøker den diametriske modellen og den normaliserende effekten bruker andre statistiske analyser mer avansert utover forventet statistikkunnskap på bachelornivå. For eksempel, den første artikkelen med den normaliserende effekten observert implementerte generalisert lineærmodell og Johnson-Neymanmetoden (Abu-Akel et al., 2015; Hayes & Mathes, 2009). En fordel med disse er at alle deltagere er inkludert, og dermed beholder noe av den statistisk styrken som nåværende metode mistet. Mens disse kunne ha blitt implementert i nåværende studie, kan det argumenteres for at risiko for feil implementering og tolkning av resultater hadde økt uten formell opplæring. Av den grunn, var ikke analysene nevnt implementert her. Videre forskning oppmuntres til bruk av analysene foreslått for en nærmere undersøkelse av læringstendensen i balansen mellom autistiske og psykotiske trekk.

Antagelse om læring hos deltagere

ODT antar deltagere rapporterer endringer ved å sammenligne enkeltkaniner med gjennomsnittet til hele, forrige kaninfamilie. Dette er ikke nødvendigvis tilfelle, heller ei for alle deltagere. Imidlertid, kan det heller være tilfelle at en rekke deltagere rapporterer endringer ved gjennomsnittet til et fåtall av kaniner fra forrige kaninfamilie. Denne prosessen betrakter en 'recency bias' (Baddeley & Hitch, 1993). For eksempel, vil retningen til nåværende kanin 10 sammenlignes med gjennomsnittet til kun kanin 7, 8 og 9, mens forrige, underliggende familie egentlig inneholder kanin 5 og 6. Betydningen av dette er noe uvisst. For ettersom rekkefølgen til listen på z-skårene er tilfeldig, er gjennomsnittsretningen til fåtallet av kaninene av forrige, underliggende familie, også noe tilfeldig. Forskjellen mellom retningen til en enkeltkanin og gjennomsnittsretningen til et fåtall av kaniner i underliggende familier kan være større eller mindre enn gjennomsnittsretningen til alle kaninene tatt i betraktning, hvis alle i fåtallet av kaninene har negativ z-skåre eller positiv z-skåre henholdsvis. Hvis man heller antar at fåtallet av kaninene tenderer mot gjennomsnittet, kan familiestørrelsene oppfattes som mindre, grunnet kortere rekkevidde på periferien, og dermed mer volatil. Ettersom volatil ODT var brukt, kan 'recency bias' ha gjort blokken enda mer volatil enn forutsett. Likevel, hvilken betraktning som gjelder for deltagerne er uvisst. Heller ei, hvor stor andel av deltagerne dette påvirker. Imidlertid, kan dette indikere at bruken av ordinær ODT i nåværende studie ikke er mest passende.

Svakheter

Svakheterne nevnt hittil kan oppsummeres her. Resultatene lider av lavt antall deltagere for L-AQ & H-CAPE og H-AQ & H-CAPE. Antall deltagere er derimot bestemt av

tilnærmingene valgt for fordeling av autisme ved AQ-Short og schizofreni ved CAPEp i grupper representerende for subklinisk populasjon og den generelle populasjonen. Også, innebar senere gruppekombinasjoner enda færre deltagere. Overordnet for dette, er analysen valgt grunnet begrensningene til en bacheloroppgave. Imidlertid, kunne forskningsspørsmål og tilhørende hypoteser undersøkt hatt nytte av mer avansert statistiske analyser, som generalisert lineærmodell eller Johnsons-Neymanmetode, som kunne beholdt deltagere ellers utelukket her. Nevnt for hypotese 1, kunne en interaksjon mellom skårer på autisme og angst forklart resultatet observert, imidlertid, dette var ikke målt for nåværende studie og forblir spekulativt.

Styrker

En styrke med nåværende studie er bruken av Best PEST i kaninoppgaven. For å vite om deltagerens ytelsesnivå, innebærer det et kompromiss mellom presisjon i estimatet på ytelsesnivået og tiden og energien brukt. Som regel, jo mer tid og energi man bruker på en testing, jo mer presis er estimatet. Imidlertid, ulempen er at jo mer tid det brukes på testing på deltagere, jo mer slitne blir dem. Slitenhet kan gi forskjeller i resultater på senere testblokker. Også, fordi bedre presisjon krever mer tid og energi fra deltagerne, kan det kreve høyere belønning. Derimot har forskning øvre grenser for finansering til prosjekter. Heller ei, kan det argumenteres for at noen tvilsomt deltar i et langtekkelig og utmattende prosjekt. Av den grunn, er et begrenset antall trials som deltagere testes på passende. For dette formål, er Best PEST hensiktsmessig.

En annen styrke er syntesen av teori og evidens med manglene observert i litteraturen. Teori og evidens innebærer avvikende Bayesiansk prediktiv koding observert i autisme og schizofreni, mens manglene består av volatilitet relativt underanerkjent, sammenligning av lidelsene her, potensiell interaksjon mellom dem (her den diametriske modellen og den normaliserende effekten) for kognisjon generelt (Bland & Schaefer, 2012; Eack et al., 2013).

Konklusjon

Nåværende studie undersøkte læringstendensen i balansen mellom autistiske og psykotiske trekk under høy volatilitet hos den generelle populasjonen. To av tre resultater var inkonklusiv for gruppeforskjeller i læringstendens under høy volatilitet mellom deltagere med subklinisk SSD og deltagere med både subklinisk ASD og subklinisk SSD, mot friske kontroll hver for seg. Hovedårsaken attribueres til lav statistisk styrke. Mens spekulativt, var disse deltagerne assosiert med konservativ læring, med en forsterkende effekt for sistnevnte gruppe.

Siste resultat viste at deltagere med subklinisk ASD hadde lik læringstendens som kontroll. Det foreslås at avvikende Bayesiansk prediktiv koding i ASD ikke er framtreddende i en kontekst med kaninoppgaven. Helhetlig, var alle resultater inkonsistent med underbyggende teori og tilhørende evidens for avvikende Bayesiansk prediktiv koding hos lidelsene.

Referanseliste

- Abu-Akel, A., Apperly, I. A., Wood, S. J., Hansen, P. C., & Mevorach, C. (2017). Autism Tendencies and Psychosis Proneness Interactively Modulate Saliency Cost. *Schizophrenia Bulletin*, 43(1), 142–151. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbw066>
- Abu-Akel, A. M., Apperly, I. A., Wood, S. J., & Hansen, P. C. (2017). Autism and psychosis expressions diametrically modulate the right temporoparietal junction. *Social Neuroscience*, 12(5), 506–518. <https://doi.org/10.1080/17470919.2016.1190786>
- Abu-Akel, A. M., Wood, S. J., Hansen, P. C., & Apperly, I. A. (2015). Perspective-taking abilities in the balance between autism tendencies and psychosis proneness. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1808), 20150563. <https://doi.org/10.1098/rspb.2015.0563>
- Abu-Akel, A., Philip, R. C. M., Lawrie, S. M., Johnstone, E. C., & Stanfield, A. C. (2020). Categorical and Dimensional Approaches to Examining the Joint Effect of Autism and Schizotypal Personality Disorder on Sustained Attention. *Frontiers in Psychiatry*, 11. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyt.2020.00798>
- Adams, R. A., Brown, H. R., & Friston, K. J. (2014). Bayesian Inference, Predictive Coding and Delusions. *Avant: Trends in Interdisciplinary Studies*, 5(3), 51–88. <https://doi.org/10.26913/50302014.0112.0004>
- Adams, R. A., Stephan, K. E., Brown, H. R., Frith, C. D., & Friston, K. J. (2013). The Computational Anatomy of Psychosis. *Frontiers in Psychiatry*, 4, 47. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2013.00047>
- Aitchison, L., & Lengyel, M. (2017). With or without you: Predictive coding and Bayesian inference in the brain. *Current opinion in neurobiology*, 46, 219–227. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2017.08.010>
- Badcock, C. (2004). *Mentalism and mechanism: The twin modes of human cognition*.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1993). The recency effect: Implicit learning with explicit retrieval? *Memory & Cognition*, 21(2), 146–155. <https://doi.org/10.3758/BF03202726>
- Balzan, R., Delfabbro, P., & Galletly, C. (2012). Delusion-proneness or miscomprehension? A re-examination of the jumping-to-conclusions bias. *Australian Journal of Psychology*, 64(2), 100–107. <https://doi.org/10.1111/j.1742-9536.2011.00032.x>
- Balzan, R. P., Ephraums, R., Delfabbro, P., & Andreou, C. (2017). Beads task vs. box task: The specificity of the jumping to conclusions bias. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 56, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2016.07.017>

- Barnard, G. A., & Bayes, T. (1958). Studies in the History of Probability and Statistics: IX. Thomas Bayes's Essay Towards Solving a Problem in the Doctrine of Chances. *Biometrika*, 45(3/4), 293–315. <https://doi.org/10.2307/2333180>
- Barneveld, P. S., Pieterse, J., de Sonnevile, L., van Rijn, S., Lahuis, B., van Engeland, H., & Swaab, H. (2011). Overlap of autistic and schizotypal traits in adolescents with Autism Spectrum Disorders. *Schizophrenia Research*, 126(1–3), 231–236. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2010.09.004>
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J., & Clubley, E. (2001). The Autism-Spectrum Quotient (AQ): Evidence from Asperger Syndrome/High-Functioning Autism, Males and Females, Scientists and Mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(1), 5–17. <https://doi.org/10.1023/A:1005653411471>
- Bland, A., & schaefer, alexandre. (2012). Different Varieties of Uncertainty in Human Decision-Making. *Frontiers in Neuroscience*, 6. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnins.2012.00085>
- Brosnan, M., Chapman, E., & Ashwin, C. (2014). Adolescents with autism spectrum disorder show a circumspect reasoning bias rather than «jumping-to-conclusions». *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 44(3), 513–520. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1897-5>
- Chapman, L. J., & Chapman, J. P. (1985). Psychosis proneness. I *Controversies in schizophrenia: Changes and constancies: Proceedings of the 74th Annual Meeting of the American Psychopathological Association, New York City, March 1-3, 1984* (s. 157–172). Guilford Press.
- Charlson, F. J., Ferrari, A. J., Santomauro, D. F., Diminic, S., Stockings, E., Scott, J. G., McGrath, J. J., & Whiteford, H. A. (2018). Global Epidemiology and Burden of Schizophrenia: Findings From the Global Burden of Disease Study 2016. *Schizophrenia Bulletin*, 44(6), 1195–1203. <https://doi.org/10.1093/schbul/sby058>
- Chisholm, K., Lin, A., Abu-Akel, A., & Wood, S. J. (2015). The association between autism and schizophrenia spectrum disorders: A review of eight alternate models of co-occurrence. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 55, 173–183. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.04.012>
- Chong, H. Y., Teoh, S. L., Wu, D. B.-C., Kotirum, S., Chiou, C.-F., & Chaiyakunapruk, N. (2016). Global economic burden of schizophrenia: A systematic review. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 12, 357–373. <https://doi.org/10.2147/NDT.S96649>

- Clark, A. (2013). Whatever next? Predictive brains, situated agents, and the future of cognitive science. *Behavioral and Brain Sciences*, *36*(3), 181–204.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X12000477>
- Cole, D. M., Diaconescu, A. O., Pfeiffer, U. J., Brodersen, K. H., Mathys, C. D., Julkowsky, D., Ruhrmann, S., Schilbach, L., Tittgemeyer, M., Vogeley, K., & Stephan, K. E. (2020). Atypical processing of uncertainty in individuals at risk for psychosis. *NeuroImage: Clinical*, *26*, 102239. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102239>
- Crespi, B., & Badcock, C. (2008). Psychosis and autism as diametrical disorders of the social brain. *The Behavioral and Brain Sciences*, *31*(3), 241–261; discussion 261-320.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X08004214>
- D’Cruz, A.-M., Ragozzino, M. E., Mosconi, M. W., Shrestha, S., Cook, E. H., & Sweeney, J. A. (2013). Reduced behavioral flexibility in autism spectrum disorders. *Neuropsychology*, *27*(2), 152–160. <https://doi.org/10.1037/a0031721>
- Del Giudice, M., Klimczuk, A. C. E., Traficante, D. M., & Maestripieri, D. (2014). Autistic-like and schizotypal traits in a life history perspective: Diametrical associations with impulsivity, sensation seeking, and sociosexual behavior. *Evolution and Human Behavior*, *35*(5), 415–424. <https://doi.org/10.1016/j.evolhumbehav.2014.05.007>
- Deserno, L., Boehme, R., Mathys, C., Katthagen, T., Kaminski, J., Stephan, K. E., Heinz, A., & Schlagenhauf, F. (2020). Volatility Estimates Increase Choice Switching and Relate to Prefrontal Activity in Schizophrenia. *Biological Psychiatry. Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, *5*(2), 173–183.
<https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2019.10.007>
- Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5TM, 5th ed* (s. xlv, 947). (2013). American Psychiatric Publishing, Inc.
<https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Eack, S. M., Bahorik, A. L., McKnight, S. A. F., Hogarty, S. S., Greenwald, D. P., Newhill, C. E., Phillips, M. L., Keshavan, M. S., & Minshew, N. J. (2013). Commonalities in Social and Non-Social Cognitive Impairments in Adults with Autism Spectrum Disorder and Schizophrenia. *Schizophrenia research*, *148*(0), 24–28.
<https://doi.org/10.1016/j.schres.2013.05.013>
- Eack, S. M., Wojtalik, J. A., Keshavan, M. S., & Minshew, N. J. (2017). Social-cognitive brain function and connectivity during visual perspective-taking in autism and schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *183*, 102–109.
<https://doi.org/10.1016/j.schres.2017.03.009>

- Fine, C., Gardner, M., Craigie, J., & Gold, I. (2007). Hopping, skipping or jumping to conclusions? Clarifying the role of the JTC bias in delusions. *Cognitive Neuropsychiatry*, *12*(1), 46–77. <https://doi.org/10.1080/13546800600750597>
- Fletcher, P. C., & Frith, C. D. (2009). Perceiving is believing: A Bayesian approach to explaining the positive symptoms of schizophrenia. *Nature Reviews Neuroscience*, *10*(1), 48–58. <https://doi.org/10.1038/nrn2536>
- Freeman, J. B., & Dale, R. (2013). Assessing bimodality to detect the presence of a dual cognitive process. *Behavior Research Methods*, *45*(1), 83–97. <https://doi.org/10.3758/s13428-012-0225-x>
- Frith, C., & Friston, K. (2013). False perceptions & false beliefs: Understanding schizophrenia. *Neurosciences and the Human Person: New Perspectives on Human Activities*, *121*, 1–15.
- Garety, P. A., & Freeman, D. (2013). The past and future of delusions research: From the inexplicable to the treatable. *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science*, *203*(5), 327–333. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.113.126953>
- GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. (2017). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990–2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet (London, England)*, *390*(10100), 1211–1259. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32154-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32154-2)
- Global, regional, and national burden of 12 mental disorders in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. (2022). *The Lancet Psychiatry*, *9*(2), 137–150. [https://doi.org/10.1016/S2215-0366\(21\)00395-3](https://doi.org/10.1016/S2215-0366(21)00395-3)
- Green, M. F., Horan, W. P., & Lee, J. (2015). Social cognition in schizophrenia. *Nature Reviews Neuroscience*, *16*(10), 620–631. <https://doi.org/10.1038/nrn4005>
- Hayes, A. F., & Matthes, J. (2009). Computational procedures for probing interactions in OLS and logistic regression: SPSS and SAS implementations. *Behavior Research Methods*, *41*(3), 924–936. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.3.924>
- Hirvikoski, T., Mittendorfer-Rutz, E., Boman, M., Larsson, H., Lichtenstein, P., & Bölte, S. (2016). Premature mortality in autism spectrum disorder. *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science*, *208*(3), 232–238. <https://doi.org/10.1192/bjp.bp.114.160192>
- Hoekstra, R. A., Vinkhuyzen, A. A. E., Wheelwright, S., Bartels, M., Boomsma, D. I., Baron-

- Cohen, S., Posthuma, D., & van der Sluis, S. (2011). The construction and validation of an abridged version of the autism-spectrum quotient (AQ-Short). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *41*(5), 589–596. <http://dx.doi.org/10.1007/s10803-010-1073-0>
- Johns, L. C., & van Os, J. (2001). The continuity of psychotic experiences in the general population. *Clinical Psychology Review*, *21*(8), 1125–1141. [https://doi.org/10.1016/s0272-7358\(01\)00103-9](https://doi.org/10.1016/s0272-7358(01)00103-9)
- Johnson, S. A., Yechiam, E., Murphy, R. R., Queller, S., & Stout, J. C. (2006). Motivational processes and autonomic responsivity in Asperger’s disorder: Evidence from the Iowa Gambling Task. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *12*(5), 668–676. <https://doi.org/10.1017/S1355617706060802>
- «Just Another Tool for Online Studies» (JATOS): An Easy Solution for Setup and Management of Web Servers Supporting Online Studies—PubMed. (u.å.). Hentet 30. mai 2022, fra <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26114751/>
- Jäsch, C., & Hare, D. J. (2014). An Investigation of the «Jumping to Conclusions» Data-Gathering Bias and Paranoid Thoughts in Asperger Syndrome. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *44*(1), 111–119. <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1855-2>
- Koolschijn, P.C.M.P., Geurts, H.M., van der Leij, A.R. et al. Are Autistic Traits in the General Population Related to Global and Regional Brain Differences?. *J Autism Dev Disord* *45*, 2779–2791 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2441-6>
- Kreis, I., Biegler, R., Tjelmeland, H., Mittner, M., Klæbo Reitan, S., & Pfuhl, G. (2021). Overestimation of volatility in schizophrenia and autism? A comparative study using a probabilistic reasoning task. *PLoS ONE*, *16*(1), e0244975. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244975>
- Lawson, R. P., Rees, G., & Friston, K. J. (2014). An aberrant precision account of autism. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2014.00302>
- Leigh, J. P., & Du, J. (2015). Brief Report: Forecasting the Economic Burden of Autism in 2015 and 2025 in the United States. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *45*(12), 4135–4139. <https://doi.org/10.1007/s10803-015-2521-7>
- Lenzenweger, M. F. (1994). Psychometric high-risk paradigm, perceptual aberrations, and schizotypy: An update. *Schizophrenia Bulletin*, *20*(1), 121–135. <https://doi.org/10.1093/schbul/20.1.121>

- Lieberman, H. R., & Pentland, A. P. (1982). Microcomputer-based estimation of psychophysical thresholds: The Best PEST. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, *14*(1), 21–25. <https://doi.org/10.3758/BF03202110>
- Lu, Wang, W., Qiu, X., Qing, Z., Lin, X., Liu, F., Wu, W., Yang, X., Otake, Y., Luo, X., & Liu, X. (2020). The prevalence of confirmed childhood trauma and its' impact on psychotic-like experiences in a sample of Chinese adolescents. *Psychiatry Research*, *287*, 112897–112897. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2020.112897>
- Manning, C., Kilner, J., Neil, L., Karaminis, T., & Pellicano, E. (2017). Children on the autism spectrum update their behaviour in response to a volatile environment. *Developmental Science*, *20*(5), e12435. <https://doi.org/10.1111/desc.12435>
- McLean, B. F., Mattiske, J. K., & Balzan, R. P. (2017). Association of the Jumping to Conclusions and Evidence Integration Biases With Delusions in Psychosis: A Detailed Meta-analysis. *Schizophrenia Bulletin*, *43*(2), 344–354. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbw056>
- Moreno-Küstner, B., Martín, C., & Pastor, L. (2018). Prevalence of psychotic disorders and its association with methodological issues. A systematic review and meta-analyses. *PLoS ONE*, *13*(4), e0195687. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195687>
- Moritz, S., Favrod, J., Andreou, C., Morrison, A. P., Bohn, F., Veckenstedt, R., Tonn, P., & Karow, A. (2013). Beyond the Usual Suspects: Positive Attitudes Towards Positive Symptoms Is Associated With Medication Noncompliance in Psychosis. *Schizophrenia Bulletin*, *39*(4), 917–922. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbs005>
- Moritz, S., Göritz, A. S., Balzan, R. P., Gawęda, Ł., Kulagin, S. C., & Andreou, C. (20170309). A new paradigm to measure probabilistic reasoning and a possible answer to the question why psychosis-prone individuals jump to conclusions. *Journal of Abnormal Psychology*, *126*(4), 406. <https://doi.org/10.1037/abn0000262>
- Moritz, S., Veckenstedt, R., Hottenrott, B., Woodward, ToddS., Randjbar, S., & Lincoln, TaniaM. (2010). Different sides of the same coin? Intercorrelations of cognitive biases in schizophrenia. *Cognitive Neuropsychiatry*, *15*(4), 406–421. <https://doi.org/10.1080/13546800903399993>
- Mussey, J. L., Travers, B. G., Klinger, L. G., & Klinger, M. R. (2015). Decision-making skills in ASD: Performance on the Iowa Gambling Task. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, *8*(1), 105–114. <https://doi.org/10.1002/aur.1429>
- Olfson, M., Gerhard, T., Huang, C., Crystal, S., & Stroup, T. S. (2015). Premature Mortality

- Among Adults With Schizophrenia in the United States. *JAMA Psychiatry*, 72(12), 1172–1181. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2015.1737>
- Palmer, C. J., Lawson, R. P., & Hohwy, J. (20170323). Bayesian approaches to autism: Towards volatility, action, and behavior. *Psychological Bulletin*, 143(5), 521. <https://doi.org/10.1037/bul0000097>
- Pellicano, E., & Burr, D. (2012). When the world becomes ‘too real’: A Bayesian explanation of autistic perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(10), 504–510. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.08.009>
- Rao, R. P. N., & Ballard, D. H. (1999). Predictive coding in the visual cortex: A functional interpretation of some extra-classical receptive-field effects. *Nature Neuroscience*, 2(1), 79–87. <https://doi.org/10.1038/4580>
- Romero, M., Aguilar, J. M., Del-Rey-Mejías, Á., Mayoral, F., Rapado, M., Peciña, M., Barbancho, M. Á., Ruiz-Veguilla, M., & Lara, J. P. (2016). Psychiatric comorbidities in autism spectrum disorder: A comparative study between DSM-IV-TR and DSM-5 diagnosis. *International Journal of Clinical and Health Psychology: IJCHP*, 16(3), 266–275. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2016.03.001>
- Ruzich, E., Allison, C., Smith, P., Watson, P., Auyeung, B., Ring, H., & Baron-Cohen, S. (2015). Measuring autistic traits in the general population: A systematic review of the Autism-Spectrum Quotient (AQ) in a nonclinical population sample of 6,900 typical adult males and females. *Molecular Autism*, 6, 2. <https://doi.org/10.1186/2040-2392-6-2>
- Saha, S., Chant, D., Welham, J., & McGrath, J. (2005). A systematic review of the prevalence of schizophrenia. *PLoS Medicine*, 2(5), e141. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020141>
- Scheeren, A. M., Buil, J. M., Howlin, P., Bartels, M., & Begeer, S. (2022). Objective and subjective psychosocial outcomes in adults with autism spectrum disorder: A 6-year longitudinal study. *Autism*, 26(1), 243–255. <https://doi.org/10.1177/13623613211027673>
- Shi, Z., Theisinger, L., Allenmark, F., Pistorius, R., Müller, H., & Falter-Wagner, C. (2022). *Predictive coding in ASD: Inflexible weighting of prediction errors when switching from stable to volatile environments*. <https://doi.org/10.1101/2022.01.21.477218>
- So, S. H.-W., Siu, N. Y.-F., Wong, H.-L., Chan, W., & Garety, P. A. (2016). «Jumping to conclusions» data-gathering bias in psychosis and other psychiatric disorders—Two meta-analyses of comparisons between patients and healthy individuals. *Clinical*

- Psychology Review*, 46, 151–167. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2016.05.001>
- Stefanis, N. C., Hanssen, M., Smirnis, N. K., Avramopoulos, D. A., Evdokimidis, I. K., Stefanis, C. N., Verdoux, H., & Van Os, J. (2002). Evidence that three dimensions of psychosis have a distribution in the general population. *Psychological Medicine*, 32(2), 347–358. <https://doi.org/10.1017/s0033291701005141>
- Stefanis, N. C., Smyrnis, N., Avramopoulos, D., Evdokimidis, I., Ntzoufras, I., & Stefanis, C. N. (2004). Factorial composition of self-rated schizotypal traits among young males undergoing military training. *Schizophrenia Bulletin*, 30(2), 335–350. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.schbul.a007083>
- Sterzer, P., Adams, R. A., Fletcher, P., Frith, C., Lawrie, S. M., Muckli, L., Petrovic, P., Uhlhaas, P., Voss, M., & Corlett, P. R. (2018). The Predictive Coding Account of Psychosis. *Biological Psychiatry*, 84(9), 634–643. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2018.05.015>
- Sterzer, P., Voss, M., Schlagenhauf, F., & Heinz, A. (2019). Decision-making in schizophrenia: A predictive-coding perspective. *NeuroImage*, 190, 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.05.074>
- Tracy, J. I., de Leon, J., Qureshi, G., McCann, E. M., McGrory, A., & Josiassen, R. C. (1996). Repetitive behaviors in schizophrenia: A single disturbance or discrete symptoms? *Schizophrenia Research*, 20(1), 221–229. [https://doi.org/10.1016/0920-9964\(95\)00104-2](https://doi.org/10.1016/0920-9964(95)00104-2)
- Tsai, J., & Rosenheck, R. A. (2013). Psychiatric comorbidity among adults with schizophrenia: A latent class analysis. *Psychiatry Research*, 210(1), 16–20. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2013.05.013>
- Van de Cruys, S., Evers, K., Van der Hallen, R., Van Eylen, L., Boets, B., de-Wit, L., & Wagemans, J. (20141027). Precise minds in uncertain worlds: Predictive coding in autism. *Psychological Review*, 121(4), 649. <https://doi.org/10.1037/a0037665>
- Vaskinn, A., & Abu-Akel, A. (20181022). The interactive effect of autism and psychosis severity on theory of mind and functioning in schizophrenia. *Neuropsychology*, 33(2), 195. <https://doi.org/10.1037/neu0000499>
- Walters, E. (2016). The P-value and the problem of multiple testing. *Reproductive BioMedicine Online*, 32(4), 348–349. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2016.02.008>
- Yechiam, E., Arshavsky, O., Shamay-Tsoory, S. G., Yaniv, S., & Aharon, J. (2010). Adapted to explore: Reinforcement learning in Autistic Spectrum Conditions. *Brain and Cognition*, 72(2), 317–324. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.10.005>

- Zeidan, J., Fombonne, E., Scolah, J., Ibrahim, A., Durkin, M. S., Saxena, S., Yusuf, A., Shih, A., & Elsabbagh, M. (u.å.). Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism Research*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1002/aur.2696>
- Zheng, Z., Zheng, P., & Zou, X. (2018). Association between schizophrenia and autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, 11(8), 1110–1119. <https://doi.org/10.1002/aur.1977>
- Zhou, H.-Y., Yang, H.-X., Gong, J.-B., Cheung, E. F. C., Gooding, D. C., Park, S., & Chan, R. C. K. (2019). Revisiting the overlap between autistic and schizotypal traits in the non-clinical population using meta-analysis and network analysis. *Schizophrenia Research*, 212, 6–14. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2019.07.050>