

## Sosiaalisen tarkkaavaisuuden suuntautuminen

[Orienting of Social Attention]

Lectio praecursoria

Lauri Nummenmaa

Psykologian laitos

Turun yliopisto

Lyhyt otsikko Sosiaalinen tarkkaavaisuus

Asiasanat: Emootiot, fMRI, katse, silmänliikkeet, tarkkaavaisuus

Sanoja: 2470

Yhteystiedot

Lauri Nummenmaa

Turun yliopisto, Psykologian laitos

Assistentinkatu 7 20014 Turku

tel: +358 2 333 5051

fax: +358 2 333 5060

em@il : latanu@utu.fi

Näköjärjestelmäämme kuormitetaan jatkuvasti erilaisilla ärsykeillä, virikkeillä ja tapahtumilla. Kognitiiviset järjestelmämme voivat kuitenkin käsitellä vain murto-osan siitä informaatiosta, joka saapuu näköaistiimme verkkokalvolta. Esimerkiksi väitöstilaisuudessa luentosali on täynnä erilaisia tapahtumia, ihmisiä, kirjoja, tietokoneita ja tauluja. Yleisö on kuitenkin suunnannut huomionsa väittelijään, eikä edes huomaa suurinta osaa luentosalissa olevista muista henkilöistä tai esineistä. Tarkkaavaisuusmekanismien avulla voimme poimia jatkuvasta ärsykevirrasta merkitykselliset sisällöt yksityiskohtaisempaan käsittelyyn ja jättää vähemmän tärkeät huomioimatta. Osa tarkkaavaisuustoiminnoista on tietoisien kontrollimme alaisia, osa taas automatisoituja. Tämän tutkimussarjan tarkoituksena oli selvittää, miten tarkkaavaisuus ensinnäkin valikoi automaattisesti ympäristöstä hyvinvoinnin kannalta merkityksellisiä kohteita ja toiseksi, miten tarkkaavaisuus suuntautuu automaattisesti sosiaalisesti erittäin merkityksellisen signaalin, toisen henkilön katsesuunnan perusteella.

Tarkkaavaisuus valmistaa meidät kohtaamaan ympäristössä esiintyviä haasteita ja mahdollisuuksia. Tämä tapahtuu kahdella tavalla. Voimme ensinnäkin siirtää tarkkaavaisuuttamme tahdonalaisesti ympäristön eri kohteisiin. Esimerkiksi väitöstilaisuuden yleisö voi niin halutessaan kohdistaa tarkkaavaisuutensa väittelijään, ja jättää viereisellä tuolilla istuvan kustoksen huomioimatta. Niin kutsutun *tahdonalaisen tarkkaavaisuusmekanismin* avulla voimme poimia ympäristöstä kulloinkin tavoitteidemme kannalta merkityksellistä informaatiota. Hyvinvointimme kannalta merkityksellisiä tapahtumia saattaa kuitenkin tapahtua muuallakin kuin siellä, minne olemme suunnanneet tarkkaavaisuutemme tahdonalaisesti. Yleisesti ottaen tarkkailemattomien ärsykkeiden ominaisuuksia ei prosessoida kovinkaan monipuolisesti. Koska kognitiivisten järjestelmiemme prosessointikapasiteetti on rajoitettu, on osa tarkkaavaisuusprosesseista automatisoitu. Jos jokin ympäristön kohde on hyvin merkityksellinen, tarkkaavaisuutemme siirtyy automaattisesti siihen. Tästä

prosessista vastaa niin kutsuttu *refleksiivinen tarkkaavaisuusjärjestelmä*. On esimerkiksi osoitettu, että äkilliset ympäristössämme tapahtuvat muutokset kuten valonvälähdykset vetävät tarkkaavaisuuden automaattisesti puoleensa. Tällaiset signaalit viestivät usein siitä, että ympäristömme on muuttumassa ja meidän tulee valmistautua reagoimaan muutokseen. Refleksiivinen järjestelmä varmistaa, että kohteisiin reagoidaan, vaikkemme aikoisikaan kiinnittää niihin tietoisesti huomiota. Tarkkaavaisuus ohjautuu jatkuvasti sekä tavoitteidemme ja tahdonalaisen tarkkaavaisuusmekanismin, että toisaalta ympäristön ominaisuuksien ja refleksiivisen tarkkaavaisuusmekanismin perusteella. Suurimman osan ajasta tarkkaavaisuus on suuntautunut tahdonalaisen mekanismin perusteella sinne minne olemme sen halunneet suunnata, mutta jos ympäristössämme tapahtuu jotain riittävän merkityksellistä, suuntaa refleksiivinen järjestelmä tarkkaavaisuutemme tapahtumaa kohden.

Tarkkaavaisuuden automaattinen suuntautuminen

Millaisiin kohteisiin tarkkaavaisuus sitten suuntautuu automaattisesti? Refleksiiviset tarkkaavaisuusmekanismit eivät tietenkään poimi ympäristöstämme pelkkiä merkityksettömiä valonvälähdyksiä vaan sisältöjä. Yleisesti ottaen voidaan todeta, että kohteiden silmiinpistävyys (engl. salience) on keskeisin tekijä joka ohjaa automaattista tarkkaavaisuutta. Yksinkertaisimmillaan silmiinpistävyys on puhtaasti visuaalinen ominaisuus kuten taustasta erottuminen. Esimerkiksi vuokkokala on erittäin silmiinpistävä esiintyessään autojen joukossa, mutta toisten kalojen joukossa sen silmiinpistävyys on huomattavasti matalampi. Jos tarkkaavaisuus suuntautuisi refleksiivisesti pelkästään valonvälähdyksiin tai taustasta hyvin erottuviin kohteisiin, olisi organismin toiminta täysin päämäärätöntä. Tutkimuksissa onkin osoitettu, että silmiinpistävyyteen vaikuttaa taustasta erottumisen ohella myös kohteiden sisältö ja merkitys. Erilaiset sosiaaliset signaalit ja tapahtumat ovat yksilön hyvinvoinnin kannalta erityisen merkityksellisiä. Ne antavat tärkeää tietoa organismin

tilasta suhteessa sitä ympäröivään maailmaan. Esimerkiksi vaaralliset, epämiellyttävät kohteet kuten meitä lähestyvät aggressiiviset ihmiset muodostavat mahdollisen uhkan fyysiselle hyvinvoinnillemme. Toisaalta miellyttävät, hyödylliset kohteet kuten iloiset tai meille läheiset ihmiset ovat resursseja, joiden avulla voimme lisätä hyvinvointiamme. Onkin perusteltua olettaa, että adaptiivisesti toimiva kognitiivinen järjestelmä olisi automatisoinut sekä epämiellyttävän että miellyttävän informaation havaitsemista ja tunnistamista, sekä asettanut sen käsittelyn etusijalle. Jos näin on, visuaalisen tarkkaavaisuuden pitäisi suuntautua automaattisesti tämäntyyppisiin ärsykkeisiin.

Toinen sosiaalisesti hyvin merkityksellinen signaali on toisen henkilön katseen suunta. Katseen suunta kertoo, minne henkilön visuaalinen tarkkaavaisuus on kulloinkin suuntautunut. Tämä puolestaan kertoo, mitä asioita toinen henkilö kulloinkin pitää ympäristössään merkityksellisinä. Tarkkailemalla toisten henkilöiden katseen suuntaa voimme siis tehdä päätelmiä heidän aikeistaan ja tavoitteistaan. Tämä taito on keskeinen joustavan sosiaalisen vuorovaikutuksen onnistumiselle. Viimeaikaiset tutkimukset ovat myös osoittaneet, että sivuun suunnatun katseen havaitseminen suuntaa tarkkaavaisuutemme automaattisesti katseen suuntaan. Tämä on ollut hyvin yllättävä tulos - aikaisemmin oletettiin, että ainoastaan ympäristössä tapahtuvat äkkinäiset, silmiinpistävät muutokset voivat vetää tarkkaavaisuutta puoleensa. Nyt kuitenkin osoitettiin, että katse voi ikään kuin työntää tarkkaavaisuuden automaattisesti katseen suuntaan. Katse on adaptiivisesti hyvin tärkeä signaali. Sivuun suunnattu katse saattaa esimerkiksi viestiä vaarasta, jonka edessämme seisova henkilö on juuri havainnut näkökenttensä laidalta. Koska katse on keskeinen keino ihmisten välisen sosiaalisen vuorovaikutuksen ylläpitämiseen, isoavokuoren temporaalialueilla onkin soluryhmiä, jotka ovat erikoistuneet katseinformaation automaattiseen käsittelyyn. Katsesuuntaa ja tarkkaavaisuutta koskevat tulokset tulkittiinkin siten, että toisen henkilön sivuun suunnattu katse ohjaa havaittsijan

tarkkaavaisuutta refleksiivisesti juuri sen vuoksi, että katse on biologisesti ja sosiaalisesti merkityksellinen suuntasignaali.

Viime vuosien aikana tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että myös opittujen symbolien kuten nuolten havaitseminen saattaa suunnata tarkkaavaisuuden automaattisesti nuolen osoittamaan suuntaan. Näiden tulosten perusteella katseen suunta ei siis olisikaan mitenkään erityinen tai poikkeuksellinen tarkkaavaisuutta suuntaava signaali. On mahdollista, että katseen ja nuolten tarkkaavaisuutta ohjaava vaikutus perustuisi ainoastaan siihen että kohtaamme tämän tyyppisiä suuntasignaaleja päivittäin, ja myös katsesuunnan tapauksessa kyseessä olisi oppimiseen, ei niinkään lajinkehityksessä tapahtuneeseen katseinformaatiolle herkistymiseen, perustuva ilmiö. Koska toisen henkilön katse on sosiaalisen vuorovaikutuksen kannalta välttämätön suuntasignaali ja koska aivokuoren temporaalialueilta on katseinformaation käsittelemiseen erikoistuneita järjestelmiä, on mahdollista, että toisen henkilön katseen suunta ohjaisi tarkkaavaisuuttamme eri mekanismien avulla kuin symboliset suuntavihjeet kuten nuolet. On mahdollista että sekä opitut symbolit että biologisesti merkitykselliset katsevihjeet voisivat suunnata tarkkaavaisuutta nopeasti, mutta kuitenkin eri tarkkaavaisuusmekanismien avulla. Tästä ei kuitenkaan ole olemassa suoraa näyttöä. Väitöskirjatyöni tarkoituksena oli selvittää, miten tarkkaavaisuusmekanismit poimivat ympäristöstä hyvinvoinnin ja sosiaalisen vuorovaikutuksen kannalta merkityksellisiä kohteita, ja toisaalta miten tarkkaavaisuus suuntautuu toisen ihmisen katseen suunnan sekä symbolisten suuntavihjeiden perusteella. Seuraavaksi esittelen väitöskirjani neljän osatutkimuksen keskeisiä tuloksia, sekä tulosten merkitystä tarkkaavaisuuden ja automaattisen tiedonkäsittelyn tutkimukselle.

Tarkkaavaisuus suuntautuu automaattisesti emotionaalisiin kohteisiin

Ensimmäisen osatutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, suuntautuuko visuaalinen tarkkaavaisuus automaattisesti yksilön fyysisen ja psyykkisen hyvinvoinnin kannalta merkityksellisiin,

niin sanottuihin *emotionaalsiin* kohteisiin. Tällaisia ovat toisaalta uhkaavat ja haitalliset tilanteet kuten fyysisen ja psyykkisen koskemattomuuden loukkaaminen tai kipu, toisaalta taas miellyttävät tilanteet ja tapahtumat, kuten yhdessäolo ja läheisten ihmisten seurasta nauttiminen. Kokeessa tutkittaville esitettiin ruudulla pareittain emotionaalisia - sekä miellyttäviä että epämiellyttäviä - ja neutraaleita kohdekuvia. Kaikissa kohdekuviissa kuvissa esiintyi ihmisiä. Kuvien pareina esitettiin neutraaleita kuvia, jotka esittivät elottomia esineitä. Matalan tason visuaaliset ominaisuudet kuten valoisuus ja kontrastitiheys vaikuttavat tarkkaavaisuuden suuntautumiseen. Tämän vuoksi kuvien matalan tason visuaaliset ominaisuudet oli vertaistettu eri kuvakategorioiden välillä, joten keskimäärin eri kategorioihin kuuluvat kuvat poikkesivat toisistaan ainoastaan miellyttävyyden suhteen. Itse kokeessa kutakin kuvaparia esitettiin aina kolmen sekunnin ajan, ja tutkittavien tehtävänä oli arvioida, ovatko kuvat yhtä miellyttäviä. Tämä oli kuitenkin pelkästään peitet tehtävä, jonka tarkoituksena oli varmistaa että koehenkilöt joutuvat katsomaan molempia kuvia ainakin kerran. Tutkimuksen aikana koehenkilöiden silmänliikkeet rekisteröitiin 500Hz:n ajallisella ja puolen asteen tilallisella tarkkuudella. Viimeaikaiset yksittäissolurekisteröinnit ovat osoittaneet, että silmänliikkeiden suunnittelemisesta ja toteuttamisesta vastaavat järjestelmät aktivoituvat jo ennen kuin tarkkaavaisuus siirtyy. Täten katseen suuntaa voidaan pitää suorana mittana siitä, minne ihmisen tarkkaavaisuus on kulloinkin suuntautunut. Jos emotionaalinen sisältö vetää tarkkaavaisuuden automaattisesti puoleensa, oletimme koehenkilöiden suuntaavan katseensa todennäköisemmin emotionaalsiin kuin neutraaleihin kuviin.

Ensimmäisen kokeen tulokset tukivat oletustamme siitä, että emotionaalinen sisältö vetää tarkkaavaisuutta automaattisesti puoleensa. Sen lisäksi että koehenkilöiden tarkkaavaisuus siirtyi ensimmäisiksi emotionaalsiin kuviin, se kiinnittyi näihin kuviin pidemmäksi aikaa. Koska tutkittavat

saivat katsella kuvia vapaassa järjestyksessä, tulokset eivät vielä osoita tarkkaavaisuuden suuntautuvan refleksiivisesti emotionaalisiin kohteisiin. On mahdollista, että koehenkilöt päättivät tahdonalaisesti katsoa emotionaalisia kuvia ensin. Tämän vuoksi toisessa kokeessa koehenkilöiden tehtävänä oli suunnata tarkkaavaisuutensa mahdollisimman nopeasti joko emotionaalisiin tai neutraaleihin kohteisiin. Jos tarkkaavaisuus suuntautuu refleksiivisesti emotionaalisiin kohteisiin, ei koehenkilöiden pitäisi kyetä noudattamaan tehtävänantoa tilanteessa, jossa tarkkaavaisuus pitäisi suunnata neutraaleihin kuviin. Tulokset tukivat tätä hypoteesia. Tarkkaavaisuus suuntautui ensimmäiseksi emotionaalisiin kuviin myös silloin, kun koehenkilöiden tuli tarkkailla neutraaleita ja vältellä emotionaalisia kuvia. Täten tulokset osoittavat, että näkökentän äärlaidalta kyetään havaitsemaan emotionaalisia kohteita, ja niiden havaitseminen vetää tarkkaavaisuuden refleksiivisesti tällaiseen kohteeseen. Tällainen mekanismi palvelee lajinkehitystä, sillä se suuntaa organismin sekä kognitiivisesti että fyysisesti hyvinvoinnin kannalta merkityksellisiin kohteisiin. Tarkkaavaisuuden suuntautuminen sosiaalisten ja symbolisten vihjeiden perusteella

Seuraavissa tutkimuksissa tarkastelimme neurokognitiivisia järjestelmiä, jotka suuntaavat visuaalista tarkkaavaisuutta symbolisten ja sosiaalisten suuntavihjeiden perusteella. Kognitiiviset tutkimukset ovat pyrkineet selvittämään, perustuuko tarkkaavaisuuden suuntautuminen esimerkiksi nuolten ja katseen avulla erillisiin mekanismeihin. Tutkimukset ovat perustuneet pääasiassa Michael Posnerin vihjausparadigman muunnelmiin. Tällaisissa kokeissa koehenkilöiden tehtävänä on reagoida mahdollisimman nopeasti ruudun reunoilla esitettäviin kohteisiin, esimerkiksi asteriskeihin. Ennen kohdetta ruudulla esitetään suuntavihje, tässä siis kuva sivulle katsovista kasvoista. Vihje voi osoittaa joko samalle tai eri puolelle kuin minne kohde ilmestyy, tai vihjeen suunta voi olla neutraali suhteessa kohteen sijaintiin. Näistä vihjeistä käytetään yleisesti nimityksiä validi, neutraali ja invalidi vihje. Vihje ei kuitenkaan millään tavoin ennusta kohdeärsyksen tulevaa sijaintia. Vaikka

koehenkilöä kehoitetaan olemaan kiinnittämättä huomiota vihjeeseen, reaktioajat ovat nopeimpia silloin, kun vihje on osoittanut samalle puolelle kuin minne kohde ilmestyy. Tämä johtuu siitä, että vihje on suunnannut koehenkilön tarkkaavaisuuden valmiiksi sinne, minne kohdeärsyke ilmestyy. Tällaisia tuloksia on saatu käyttämällä vihjeenä sekä sivuun suunnattua katsetta että sivuun suunnattua nuolta. Näissä kokeissa katse- ja nuolivihjeet on kuitenkin esitetty aina erillisissä sarjoissa. Toisessa osatutkimuksessa tarkastelimme samanaikaisesti esitetyn katse- ja nuolivihjeen vaikutuksia tarkkaavaisuuden suuntautumiseen. Tässä ja seuraavissa tutkimuksissa kasvokuvina käytettiin yksinkertaisia piirroskuvia. Ihmiset havaitsivat tällaiset kuvat kasvoina, ja niiden havaitsemisen on osoitettu aktivoivan kasvojen prosessointiin osallistuvia fusiformus-poimun alueita isoaivuorella.

Yhteensä kolmessa kokeessa koehenkilölle esitettiin ruudulla yhdistettyjä katse- ja nuolivihjeitä, ja heitä kehoitettiin tarkkailemaan aina jompaakumpaa vihjeistä, joko katsetta tai nuolta. Toinen vihje toimi siis aina häirintä-ärsykkeenä eli distraktorina. Sekä tarkkailtu vihje että distraktori saattoivat toisistaan riippumatta olla valideja tai invalideja. Tämä mahdollistaa katse- ja nuolivihjeiden prosessoimisen suoran vertailemisen. Oletimme, että jos ainoastaan katsevihje suuntaa tarkkaavaisuutta refleksiivisesti, se nopeuttaa tai hidastaa reaktioaikoja validiteettinsa mukaan myös silloin kun sitä ei tarkkailla. Vastaavasti oletimme, että nuolet eivät vaikuttaisi reaktioaikoihin silloin kun niitä ei tarkkailla. Suuntavihjeiden prosessointiajan vaikutusten tarkastelemiseksi vihjeet ja distraktorit esitettiin joko 200 tai 600ms ennen kohdetta.

Tulokset olivat oletuksiemme vastaisia. Ensinnäkin, tarkkailemattomien nuoli- ja katsedistraktorien vaikutukset reaktioaikoihin eivät eronneet toisistaan millään tavalla. Tarkkailemattomat katse- ja nuolivihjeet hidastivat ja nopeuttivat reaktioaikoja samalla tavalla validiteettinsa mukaan. Yllättävää kyllä, sekä tarkkaillut vihjeet että distraktorit vaikuttivat

reaktioaikoihin aivan samalla tavalla. Validit tarkkaillut vihjeet ja distraktorit nopeuttavat reaktioaikoja verrattuna invalideihin tarkkailtuihin vihjeisiin ja distraktoreihin. Erityisen selvästi tämä havaitaan, kun reaktioaikoja tarkastellaan tarkkaillun vihjeen ja distraktorin yhteisen validiteetin funktiona.

Reaktioajat olivat kaikkein nopeimpia silloin, kun tarkkailtu vihje ja distraktori olivat valideja, ja vastaavasti hitaimpia silloin, kun ne molemmat olivat invalideja. Tilanne, jossa tarkkailtu vihje ja distraktori ovat keskenään ristiriitaisia, asettuu täsmälleen näiden kahden tilanteen väliin. Vaikka tulos on yllättävä, se on hyvin merkityksellinen. Aikaisemmissa kokeissa on nimittäin osoitettu, että tarkkaillun suuntavihjeen kanssa ristiriitaisen distraktorien prosessoimista voidaan inhiboida ainoastaan silloin, kun tarkkailtu vihje ja distraktori suuntaavat tarkkaavaisuutta saman järjestelmän perusteella, oli se sitten refleksiivinen tai tahdonalainen. Jos vihje ja distraktori suuntaavat tarkkaavaisuutta eri järjestelmien perusteella, inhibitio ei ole mahdollista. Koska tässä kokeessa katse- ja nuolivihteet kuitenkin saattoivat vaikuttaa toisistaan riippumatta tarkkaavaisuuden suuntautumiseen, tulokset osoittavat katse- ja nuolivihteiden suuntaavan tarkkaavaisuutta eri järjestelmien avulla. Järjestelmien koodaama suunta- ja paikkainformaatio kuitenkin yhdistetään, ja tarkkaavaisuus siirtyy lopulta yhdistämisen lopputuloksena saatavaan suuntaan.

Kolmannessa osatutkimuksessa selvitettiin, onko tarkkaavaisuuden suuntautuminen toisen henkilön katsesuunnan perusteella erityislaatuinen tarkkaavaisuuden ilmiö. Vaikka tarkkaavaisuutemme siirtyykin nopeasti opittujen symbolien kuten nuolien osoittamaan suuntaan, se ei välttämättä todista että aivojemme refleksiivinen tarkkaavaisuuden suuntaamisjärjestelmä ohjaisi tällaisessa tilanteessa tarkkaavaisuuttamme. Tässä tutkimuksessa verrattiin toiminnallisen magneettikuvauksen avulla nuolten ja katsesuunnan perusteella suuntautuvan tarkkaavaisuuden aivomekanismeja. Toiminnallinen magneettikuvaus on noninvasiivinen menetelmä, jonka avulla voidaan paikallistaa erilaisiin toimintojen suorittamiseen osallistuvia aivojen alueita korkealla

tilallisella tarkkuudella. Koehenkilöiden tehtävänä oli painaa reaktionappulaa mahdollisimman nopeasti aina kun he havaitsivat ruudun vasemmassa tai oikeassa reunassa esitetyn kohdeärsyksen. Kohdeärsykettä edelsi kuva sivuun osoittavasta nuolesta, tai sivuun katsovista ihmiskasvoista. Nuolen tai katseen suunta ei ennakoanut kohteen tulevaa sijaintia, ja koehenkilöitä kehoitettiin olemaan kiinnittämättä huomiota kasvoihin ja nuoliin. Nuoli- ja kasvokuvia esitettiin erillisissä sarjoissa. Kontrollitilanteissa esitettiin janoja ja suoraan koehenkilöön katsovia kasvoja. Näiden avulla voitiin kontrolloida kasvojen ja nuolten havaitsemisesta ja prosessoimisesta aiheutuva aktivaatio joka ei liittynyt tarkkaavaisuuden suuntaamiseen.

Nuolten ja katseen aktivoimia aivokuoren alueita verrattiin toisiinsa tilastollisen parametrikartoituksen avulla. Havaitsimme, että katsevihjeet aktivoivat lähinnä posteriorista mediaalista ja alemmaa okkipitaalipoimua. Nuolivihjeet aktivoivat huomattavasti laajempaa neuraalista verkkoa. Voimakkaita postsentraalisia, bilateraalaisia aktivaatioita havaittiin esimerkiksi mediaalisessa ja alemmassa okkipitaalipoimussa sekä mediaalisessa temporaalipoimussa. Lisäksi nuolivihjeet aktivoivat frontaalista ja supplementaarista silmäkenttää, joiden tiedetään olevan keskeisiä tahdonalaisen tarkkaavaisuuden suuntaamiseen osallistuvia rakenteita. Kaiken kaikkiaan katsevihjeet aktivoivat nuolivihjeitä enemmän sellaisia aivokuoren alueita, joiden tiedetään osallistuvan tarkkaavaisuuden refleksiiviseen suuntaamiseen. Nuolivihjeet aktivoivat katsevihjeitä enemmän sellaisia aivokuoren alueita, joiden tiedetään osallistuvan tarkkaavaisuuden tahdonalaiseen suuntaamiseen. Tulokset siis osoittavat konkreettisesti, että katse- ja nuolivihjeet suuntaavat tarkkaavaisuutta eri neurokognitiivisten mekanismien avulla ja että katse todellakin suuntaa tarkkaavaisuutta refleksiivisemmin.

Katseen suunnan prosessoiminen tapahtuu kortikaalisesti, pääasiassa ylemmän temporaalipoimun posteriorisilla alueilla. Aivovauriopotilaiden tutkimukset ovat antaneet viitteitä siitä,

että myös tarkkaavaisuuden suuntautuminen katsevihjeiden perusteella perustuisi pääosin kortikaalisiin järjestelmiin. Koska aivovauriopotilailla saadut kognitiiviset tulokset eivät välttämättä yleisty terveille populaatioille, on perusteltua tarkastella voisiko katsesuunnattu tarkkaavaisuus perustua myös nopeisiin subkortikaalisiin tarkkaavaisuusjärjestelmiin. Refleksiivisessä, äkillisesti ilmestyvää kohdetta kohti suuntautuvassa tarkkaavaisuuden siirtymisessä subkortikaalisilla okulomotorisilla rakenteilla, erityisesti ylemmällä nelikukkulalla eli superior colliculucella on keskeinen rooli. Ne kykenevät reagoimaan uuteen kohteeseen hyvin varhaisessa vaiheessa visuaalisen tiedon käsittelyä. Ylemmän nelikukkulan toiminnan rekisteröiminen toiminnallisen magneettikuvauksen avulla on kuitenkin monimutkaista, eikä sitä kyetty suorittamaan kolmannessa osatutkimuksessa. Tämän vuoksi neljännessä osatutkimuksessa ylemmän nelikukkulan merkitystä katsesuunnan perusteella suuntauvalle tarkkaavaisuudelle mitattiin epäsuorasti silmänliikerekisteröinnin avulla.

Automaattinen tarkkaavaisuuden suuntautuminen havaitaan ns. okulomotorisena inhibitiona. Tarkkaavaisuuden suuntautuminen saa aikaan silmänliikkeen ohjelmoimisen tarkkaavaisuuden uuteen kohteeseen. Jos silmiä ei kuitenkaan haluta siirtää kohteen suuntaan, tulee silmänliike inhiboida. Tämä tehdään ohjelmoimalla ylemmässä nelikukkulassa inhibitorinen silmänliike vastakkaiseen suuntaan. Nämä vastakkaiset silmänliikeohjelmat ikään kuin kumoavat toisensa, ja silmät pysyvät paikallaan. Silmien liikuttamista kuitenkin yli-inhiboidaan, ja inhibitorinen silmänliikeohjelma on voimakkaampi kuin refleksiivisen tarkkaavaisuuden suuntautumisen aiheuttama. Inhibitorinen silmänliikeohjelma saadaan näkyviin silmäliikkeen eli sakkadin kaareutumisenä, jos koehenkilöä kehoitetaan tekemään distraktorin esittämisen jälkeen nopea, tarkkaavaisuuden suuntautumisen kanssa ortogonaalinen sakkadi äkillisesti ilmestyvään kohteeseen. Inhibitorisen silmänliikeohjelman johdosta sakkadi kaareutuu poispäin suunnasta, jonne

tarkkaavaisuus oli hetki sitten suunnattu. Täten sakkadin kaareutumista voidaan käyttää mittaamaan subkortikaalisen okulomotorisen järjestelmän toimintaa.

Neljännessä osatutkimuksessa koehenkilöiden tehtävänä oli suorittaa pystysuoria sakkadeja ruudun keskipisteestä reunoille ilmestyviin kohteisiin. Tehtävää häirittiin ruudun keskellä esitetyillä sivulle katsovilla piirroskasvoilla. Valonvälähdysten tiedetään vetävän tarkkaavaisuuden automaattisesti puoleensa, sekä aiheuttavan sakkadien kaareutumista. Tämän vuoksi niitä käytettiin myös tässä kokeessa vertailutilanteena. Häirintä-ärsykkeet esitettiin joko samanaikaisesti tai 100ms ennen kohdetta, jotta voitiin tarkastella kuinka nopeasti inhibitoriset sakkadiohjelmat syntyvät. Koehenkilöitä kehoitettiin olemaan kiinnittämättä huomiota häirintä-ärsykkeisiin, ja keskittymään tekemään sakkadeja kohdelaatikoihin. Kokeen aikana koehenkilöiden silmänliikkeet rekisteröitiin, ja aineistosta laskettiin sakkadien keskimääräinen kaareutuma. Jos subkortikaaliset okulomotoriset rakenteet osallistuvat tarkkaavaisuuden suuntaamiseen katsevihjeiden perusteella, pitäisi sakkadien kaareutua poispäin katseen sekä distraktorivälähdysten suunnasta.

Tulokset tukivat oletusta täydellisesti. Sakkadit kaareutuivat poispäin sekä katseen että valonvälähdysten suunnasta. Täten tulokset osoittavat, että sivuun suunnatun katseen aiheuttama nopea tarkkaavaisuuden suuntautuminen saattaa perustua subkortikaalisen okulomotorisen järjestelmän toimintaan. Lisäksi tulokset korostavat katsevihjeiden suuntaavan tarkkaavaisuutta automaattisesti. Tutkittavien ei tullut tarkkailla kasvoja, eikä koskaan edes tehdä sakkadia kasvojen katseen suuntaan. Siitä huolimatta katseen suunta vaikutti sakkadien kaareutumiseen. Tulosten perusteella sivuun suunnatun katseen havaitseminen siis aikaansaa havaitsejan okulomotorisessa järjestelmässä automaattisesti valmiuden suunnata katse samaan suuntaan.

Yhteenveto

Tämän tutkimussarjan tulokset osoittavat, että tarkkaavaisuusjärjestelmämme on automatisoitu prosessoimaan sosiaalisesti merkityksellistä informaatiota. Näkö- ja tarkkaavaisuusjärjestelmämme pitävät tällaista informaatiota hyvin silmiinpistäväenä. On osoitettu, että ympäristön tapahtumien silmiinpistävyyttä arvioidaan ja päivitetään jatkuvasti primäärillä näköaivokuorella. Automaattinen emotionaalisen- ja katseinformaation perusteella suuntautuva tarkkaavaisuus perustuu todennäköisimmin siihen, että molemman tyyppisen informaation käsittelyyn erikoistuneilta aivojen alueilta on runsaat yhteydet näköaivokuorelle. Emotionaalisen informaation alustava prosessointi tapahtuu todennäköisesti subkortikaalisesti amygdalassa eli manteliumakkeessa. Manteliumakkeen yhteydet primäärille näköaivokuorelle voivat siis vaikuttaa kohteiden silmiinpistävyyteen hyvin varhaisessa vaiheessa näköinformaation käsittelyä. Katseinformaatio käsitellään ylemmän temporaalipoimun takaosassa, mistä on runsaat palauteyhteydet primäärille näköaivokuorelle sekä amygdalaan. Täten automatisoitu katseinformaation prosessoiminen voi myös vaikuttaa katseen suunnassa olevan kohteen silmiinpistävyyteen primäärillä näköaivokuorella.

Emotionaalisen informaation tehostettu havaitseminen näkökentän äärialueilta sekä tarkkaavaisuuden automaattinen suuntautuminen tällaisiin kohteisiin mahdollistaa nopean suuntautumisen ja valmistautumisen ympäristössä havaittaviin uhkiin ja mahdollisuuksiin. Toisen henkilön katseen suuntaan refleksiivisesti suuntautuva tarkkaavaisuus tehostaa tällaista valmistautumista entisestään. Meidän ei edes itse tarvitse havaita ympäristössä havaittavia potentiaalisia uhkia tai mahdollisuuksia. Riittää, että lähellämme seisova toinen ihminen havaitsee tällaisen kohteen ja suuntaa katseensa siihen. Tämän jälkeen oma tarkkaavaisuutemme suuntautuu automaattisesti tämän toisen henkilön katsesuunnan perusteella, ja valmistaa myös meidät reagoimaan kohteeseen.